



(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1538/2000 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H02M 7/217**  
(22) Anmeldetag: 11.09.2000 H02M 1/08  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.05.2003  
(45) Ausgabetag: 29.12.2003

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 0455181A2

(73) Patentinhaber:  
KOLAR JOHANN W. DR. TECHN.  
A-1050 WIEN (AT).

(72) Erfinder:  
KOLAR JOHANN W. DR. TECHN.  
WIEN (AT).

(54) VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG DER SOLLWERTE DER EINGANGSSTRÖME UND DER NETZSPANNUNGSVORSTEUERSIGNALE DER EINGANGSSTROMREGELUNG EINES DREIPHASEN-DREIPUNKT-PULSGLEICHRICHTERSYSTEMS BEI UNSYMMETRIE DES SPEISENDEN NETZES

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (40) zur Erzeugung der Sollwerte (51,52,53) und der Netzspannungsvorsteuersignale (59,60,61) der Phasenstromregelung (31) eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsgleichrichtersystems bei Unsymmetrie der Netzphasenspannungen (2,3,4). Durch Messung der bezogen auf den Sternpunkt (91) einer symmetrischen Sternschaltung (87) ohmscher Widerstände wird ein Nullsystem der i.a. unsymmetrischen Netzphasenspannungen (2,3,4) eliminiert. Die so gewonnenen Ersatznetzphasenspannungen (95,96,97) werden durch Multiplikation (153,154,155) mit einem entsprechend der maximal zulässigen Netzstromamplitude (49) nach oben begrenzten Leitwert (152) in Phasenstromsollwerte (51,52,53) umgeformt. Der Sollwert des Leitwertes (140) wird hierbei durch Addition (135) des als Sollwert des Nachladestroms der Ausgangskondensatoren (8,9) des Gleichrichtersystems interpretierten Ausgangs des Ausgangsspannungsreglers (39) und der Laststrominformation (47), Multiplikation dieser Summe (136) mit dem Sollwert (41) der Ausgangsspannung und Division dieses Ausgangsleistungssollwertes (138) durch die Summe (134) der Amplitudenquadrate der Phasenspannungen des Ersatznetzspannungssystems (95, 96,97) gebildet. Weiters werden von den Ersatznetzpha-

senspannungen (95,96,97) mittels Komparatoren (116,117,118) mit Umschaltswelle Null Rechtecksignale (113,114,115) abgeleitet die zur Steuerung der Inversion (84,85,86) der Phasenschaltentscheidungen herangezogen werden und nach Addition (111,112,113) mit einer, hohe Aussteuerbarkeit des Gleichrichtersystems (1) sicherstellenden Nullgröße (102) und den zugehörigen Ersatznetzphasenspannungen (95,96,97) die Netzspannungsvorsteuersignale (59,60,61) der Phasenstromregelungen (31) bilden.

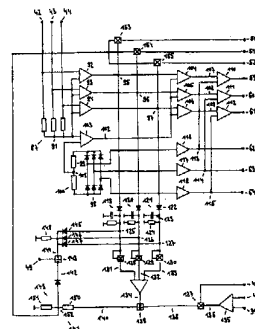


Fig. 2

AT 411 414 B

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung der Sollwerte der Eingangsströme und der Netzspannungsvorsteuersignale für Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsleichrichtersysteme bei Unsymmetrie des speisenden Netzes wie sie im Kennzeichenteil des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

5 Nach dem derzeitigen Stand der Technik werden Dreiphasen-Pulsleichrichtersysteme zweischleifig geregelt d.h. es wird durch einen äußeren Ausgangsspannungsregler die Amplitude der Phasenstromsollwerte der inneren Eingangsstromregelung definiert. Die tatsächlichen Phasenstromsollwerte werden dann durch Multiplikation eines auf die Netzspannung synchronisierten amplitudennormierten symmetrischen Drehspannungssystems mit der Stromsollamplitude gebildet.  
 10 Als Referenz für die Synchronisation wird im einfachsten Fall der Nulldurchgang einer Netzphasenspannung herangezogen. Um eine Vorsteuerung der Netzspannung zu erreichen, wird weiters das amplitudennormierte Drehspannungssystem zu den Ausgängen der Phasenstromregler addiert, wobei der Verlauf der Phasenspannungen des Drehspannungssystems durch eine für alle Phasen gleiche 3. Harmonische (eine Nullgröße) in der Umgebung der Maxima abgesenkt und so der  
 15 Aussteuerbereich gegenüber reiner Sinusmodulation erhöht wird. Die Ansteuersignale der Brücken- und Netzspannungsvorsteuersignale werden dann in jeder Phase durch Vergleich der Summe aus Stromregelfehler und Netzspannungsvorsteuersignal mit einem, für alle Phasen gleichen Dreiecksträgersignal konstanter Amplitude und Frequenz mittels eines Komparators gewonnen. Für Dreipunkt-Konverter ist hierbei, wie z.B. in der EP 660 498 A2 beschrieben, zusätzlich für negative  
 20 Netzphasenspannung eine Inversion des Ausgangssignals des zugeordneten Komparators vorzunehmen. Durch das Dreiecksträgersignal werden die Umschaltungen der Brücken- und Netzspannungsvorsteuersignale koordiniert, sodaß die netzspannungsproportionale Führung der Phasenströme mit minimaler Schaltfrequenz erfolgt. Die für Dreipunkt-Konverter wesentliche Stabilisierung des kapazitiven Mittelpunktes der Ausgangsspannung erfolgt gemäß dem Stand der Technik durch Addition eines  
 25 entsprechenden, für alle Phasen gleichen, durch einen übergeordneten Regler gebildeten Offsetsignals zu den Phasenstromregelabweichungen.

Nachteile dieses Konzeptes bestehen vor allem darin, daß die Synchronisation der Stromsollwerte auf die Netzspannung nur bezogen auf eine Phase erfolgt, womit bei Ausfall dieser Phase keine Fortsetzung des Betriebes möglich ist. Weiters wird die Netzspannungsvorsteuerung nicht an  
 30 die jeweiligen Amplituden der Phasenspannungen bzw. den i.a. nicht sinusförmigen Verlauf der Netzspannungen angepaßt und ist daher nur bei Nennspannung und idealer Symmetrie und Oberschwingungsfreiheit des Netzes exakt, bzw. müssen Abweichungen von diesen Verhältnissen durch einen relativ hohen Stromregelfehler ausgeglichen werden. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß das Ausgangssignal des Ausgangsspannungsreglers direkt als Sollwert der Eingangsphasenstromamplituden interpretiert wird, die letztlich am Gleichrichterausgang auftretende Leistung bestimmenden momentanen Netzspannungsverhältnisse also nicht von vornherein in der  
 35 Festlegung der Sollamplitude Berücksichtigung finden. Damit ist ein Durchgriff einer Netzspannungsänderung auf die Ausgangsspannung gegeben, der die Qualität des Führungsverhaltens der Ausgangsspannungs(festwert)regelung verringert. Weiters weisen bei Netzspannungsunsymmetrie  
 40 alle Phasenströme gleiche Amplitude auf, womit eine bereits hoch belastete Phase geringer Spannungsamplitude gleich wie Phasen mit höherer Spannungsamplitude belastet wird, was zum Auslösen einer Zuleitungssicherung bzw. zum Ausfall einer Phase führen kann, die letztlich in einer Betriebsunterbrechung resultiert.

Aus der EP 0 455 181 A2 ist eine Schaltung zur Ansteuerung eines dreiphasigen Zweipunkt-Pulsleichrichters bekannt die eine getrennte Vorgabe der in den Zwischenkreis gelieferten Leistung und der Blindleistungsaufnahme aus dem Netz erlaubt. Die am Gleichrichtereingang zu bildende Spannung wird hier als  $d$  und  $q$ -Komponente in einem rotierenden Koordinatensystem vorgegeben, dessen reelle Achse ( $d$ -Achse) in Richtung des Netzspannungsraumzeigers zeigt. Beide Gleichrichtereingangsspannungskomponenten werden dann in Phasengrößen zurücktransformiert und mittels eines bekannten Verfahrens der Pulsbreitenmodulation eingestellt Vorteile  
 50 dieses Konzeptes liegen in der Möglichkeit einer entkoppelten Vorgabe der Wirk- und Blindleistung, weiters weisen die Gleichrichtereingangsspannungssollwerte in rotierenden Koordinaten stationär konstante Werte auf, womit eine bleibende Regelabweichung durch Einsatz eines PI-Reglers einfach vermieden werden kann. Allerdings gilt dies nur bei Symmetrie des speisenden  
 55 Netzes und nicht für den in der Praxis ebenfalls wichtigen Zweiphasenbetrieb (Phasenausfall), für

den das Konzept rotierender Koordinaten grundsätzlich wesentliche Einschränkungen aufweist. Weiters erfordern die Synchronisation des rotierenden Koordinatensystems und die Transformation in rotierende Koordinaten und die Rücktransformation aus rotierenden Koordinaten einen relativ hohen Rechenaufwand bzw. eine voll digitale Regelung, die Kostennachteile gegenüber einer gemischt analog-digitalen Realisierung aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher eine Vorrichtung zur Generierung der Eingangsphasenstromsollwerte und Netzspannungsvorsteuersignale eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsgleichrichtersystems derart zu schaffen, daß keine Detektion eines Phasenspannungsnulldurchganges erforderlich ist. Weiters soll auch für unsymmetrische Netzspannung oder Phasenausfall eine Netzspannungsvorsteuerung der Stromregelung derart gegeben sein, daß der netzfrequente Anteil des Stromregelfehlers (der praktisch in einem Amplituden und Phasenfehler des Stromwertes gegenüber dem Sollwert Ausdruck findet) auf kleine Werte beschränkt bleibt und das Gleichrichtersystem für das Netz eine symmetrische ohmsche Last darstellt, d.h. das aus einer Phase mit geringer Spannung auch geringe Leistung entnommen wird. Hierbei sollen die Eingangstromsollwerte abhängig von den aktuellen Netzspannungsverhältnissen in der Amplitude so anpaßt werden, daß die vom Ausgangsspannungsregler tatsächlich benötigte Leistung aus dem Netz bezogen wird, wobei ein vorgegebener Maximalwert der Eingangstromamplitude nicht überschritten wird.

Dies wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des **Patentanspruches 1** erreicht.

Grundgedanke der Erfindung ist, nur den nullsystemfreien Anteil der Netzphasenspannungen zu erfassen und für die Stromsollwertgenerierung und die Netzspannungsvorsteuerung heranzuziehen.

Da Pulsgleichrichter i.a. keine Verbindung mit dem Nulleiter des Netzes aufweisen, wird ja die Summe der Phasenstromwerte in jedem Zeitaugenblick zu Null gezwungen. Diese Bedingung ist sinnvoll auch für die Phasenstromsollwertvorgabe zu berücksichtigen, was durch die Einbeziehung der nullgrößenfreien Ersatznetzspannungen in die Stromsollwertermittlung direkt sichergestellt ist.

Durch die erfindungsgemäße Vorsteuerung der Phasenstromreglerausgänge mit den nullgrößenfreien Ersatznetzspannungen wird sichergestellt, daß der Gleichrichter wechsellängenseitig nur jenen Spannungsanteil bildet, der für die Führung der Eingangsphasenströme tatsächlich benötigt wird. Ein Nullgrößenanteil der tatsächlichen, auf den Sternpunkt eines das Netz speisenden Trafos (bzw. Erde) bezogenen Phasenspannungen kann ja aufgrund der fehlenden Verbindung des Gleichrichtersystems mit dem Netzsternpunkt nicht strombildend wirken, braucht also auch in der Vorsteuerung der Netzspannung nicht berücksichtigt zu werden. Hiemit wird eine minimale Aussteuerung des Gleichrichters sichergestellt, bzw. bei relativ nahe der Ausgangsspannung des Gleichrichtersystems liegendem Spitzenwert einer verketteten Netzspannung eines unsymmetrischen Netzes eine Übersteuerung sicher verhindert.

Erfindungsgemäß erfolgt die Bestimmung des nullgrößenfreien Ersatznetzspannungssystems durch Spannungsmessung zwischen den Eingangsklemmen des Gleichrichters und dem freien Sternpunkt einer symmetrischen Sternschaltung ohmscher Widerstände.

Vorteilhaft kann bei Vorliegen eines nullgrößenfreien Ersatznetzspannungssystems erfindungsgemäß auch die weiten Modulationsbereich sicherstellende Nullkomponente der Netzspannungsvorsteuerung schaltungstechnisch besonders einfach als Potentialdifferenz zwischen dem durch einen ohmschen Teiler gebildeten Mittelpunkt der Ausgangsspannung einer, die nullgrößenfreien Ersatznetzphasenspannungen gleichrichtenden Diodenbrücke und dem Sternpunkt der oben erwähnten Sternschaltung ohmscher Widerstände gebildet werden, die, wie eine nähere Analyse zeigt, dreifache Netzfrequenz aufweist.

Weiters wird erfindungsgemäß der Ausgang des Ausgangsspannungsreglers als Sollwert des Nachladestroms des Ausgangskondensators interpretiert und mit dem gemessenen Laststrom addiert und das Ergebnis der Addition mit dem Sollwert der Ausgangsspannung multipliziert. So wird ein Sollwert der an den Ausgang des Gleichrichtersystems zu liefernden Leistung erhalten, der durch Division durch die halbe Summe der Quadrate der Amplituden der gemessenen Netzphasenspannung in einen Sollwert des Leitwertes eines durch das Gleichrichtersystems zu repräsentierenden symmetrischen ohmschen Verbrauchers umgerechnet wird. Um eine Überlastung des Systems zu vermeiden wird hierbei erfindungsgemäß eine Begrenzung dieses Leitwertes nach oben derart vorgesehen, daß in keiner Phase die durch die Dimensionierung des Systems festlie-

gende Stromamplitude überschritten wird. Der Begrenzungswert bzw. maximal zulässige Leitwert wird hierbei durch Division der vorgegebenen maximal zulässigen Phasenstromamplitude durch den Maximalwert der Amplituden der Ersatznetzphasenspannungen ermittelt. Damit wird auch bei Phasenausfall eine Überlastung des Systems zuverlässig vermieden bzw. einer Phase mit geringer Spannung ein entsprechend geringer Strom entnommen.

Die Erfindung wird im weiteren anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

**Fig.1** Die Grundstruktur (vereinfachte, schematische Darstellung) des bekannten Leistungsteiles eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsgleichrichters mit bekannter äußerer Ausgangsspannungs- und innerer Phasenstromregelung deren Sollwerte und Netzspannungsvorsteuersignale und Steuersignale zur Inversion der Phasenschaltinformationen durch einen erfindungsgemäßen Funktionsblock in Abhängigkeit von Netzspannung, Laststrom, Ausgangsspannungssollwert und Ausgangsspannungsregelabweichung und eines vorgegebenen maximal zulässigen Spitzenwertes der Eingangsphasenströme gebildet werden.

**Fig.2** Die erfindungsgemäße innere Grundstruktur des in Fig.1 eingetragenen Funktionsblocks zur Bildung der Sollwerte und Vorsteuersignale der Phasenstromregler.

In Fig.1 ist der dem Stand der Technik entsprechende Leistungsteil 1 eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsgleichrichtersystems zur Umformung des durch Ersatzspannungsquellen 2,3,4 mit Sternpunkt 5 dargestellten Netzspannungssystems in eine, an eine Last 6 gelegte Ausgangsgleichspannung die durch eine Serienschaltung 7 von Kondensatoren 8 und 9 gestützt wird gezeigt, wobei der, beiden Kondensatoren 8 und 9 gemeinsame Ausgangsspannungsmittelpunkt 10 an jeweils eine Klemme der Brückenzeige 11,12,13 geführt ist. Jeder Brückenzeig weist einen Leistungstransistor 14 bzw. 15 bzw. 16 mit Steueranschluß 17 bzw. 18 bzw. 19 zur Steuerung der Spannungsbildung an den Eingangsklemmen 20,21,22 der Brückenzeige 11,12,13 auf. Weiters sind zwischen den Netzklemmen 23,24,25 des Leistungsteiles 1 und den Eingangsklemmen 20,21,22 der Brückenzeige Vorschaltinduktivitäten 26,27,28 angeordnet.

Gemäß dem Stand der Technik werden die Ansteuerbefehle 17,18,19 der Leistungstransistoren 14,15,16 durch eine Regelschaltung 29, gebildet, die eine äußere Spannungsregelschleife 30 und eine innere Phasenstromregelung 31 und eine Regelschleife 32 zur aktiven Symmetrierung der Aufteilung der Gesamtausgangsspannung auf die Ausgangskondensatoren 8 und 9 aufweist.

Hierbei erfolgt die Messung des Istwertes 33 der Ausgangsspannung durch Addition 34 der durch Meßverstärker erfaßten Ausgangsteilspannungen 35 und 36 an den Ausgangskondensatoren 8 und 9. Durch den Ausgangsspannungsregler 37 wird der Ausgangsspannungswert 33 von einem vorgegebenen Ausgangsspannungssollwert 38 subtrahiert und die so erhaltene Ausgangsspannungsregelabweichung dynamisch bewertet und an den Eingang 39 einer als Vorrichtung 40 dargestellten erfindungsgemäßen signalverarbeitenden Elektronik geführt, an deren weiteren Eingang 41 der Sollwert der Ausgangsspannung 38 gelegt wird. Weiters werden die Netzklemmen 23,24,25 mit Eingängen 42,43,44 von 40, der über einen Stromsensor 45 erfaßte, in der Last 6 fließende Strom 46 an einen Eingang 47 und ein, durch eine übergeordnete Überwachungseinrichtung vorgegebener, maximal zulässiger Spitzenwert eines Phasenstromes 48 an einen Eingang 49 der signalverarbeitenden Elektronik 40 geführt. Als Ausgangssignale werden von der erfindungsgemäßen signalverarbeitenden Elektronik 40 Sollwerte 50,51,52 der durch Stromsensoren 56,57, 58 erfaßten Ströme 53,54,55 in den Vorschaltinduktivitäten 26,27,28, Netzphasenspannungsvorsteuersignale 59,60,61 und die für die Inversion der Schaltentscheidungen der Phasen-Pulsbreitenmodulatoren für negative Netzphasenspannung erforderlichen Signale 62,63,64 gebildet.

Die Stromregelung 31 weist in jeder Phase gleiche Struktur auf. Durch Regelverstärker 65,66,67 wird die jeweilige Phasenstromregelabweichung als Differenz der Soll- und -istwerte 50 und 53, 51 und 54, 52 und 55 gebildet und dynamisch bewertet. Zur den Ausgangssignalen 68,69,70 der Phasenstromregler 65,66,67 werden mittels Summierverstärker 71,72,73 die entsprechenden Netzspannungsvorsteuersignale 59,60,61 und ein für alle Phasen gleiches Offsetsignal zur aktiven Symmetrierung der Spannungen an den Ausgangskondensatoren 8 und 9 addiert. Die so erhaltenen Signale 74,75,76 werden an je einen Eingang zugeordneter Komparatoren 77,78,79 gelegt, an die zweiten Komparatoreingänge wird ein für alle Phasen gleiches Dreieckträgersignal 80 geführt. Die resultierenden pulsbreitenmodulierten Komparatorausgangssignale 81,82,83 werden schließlich an einen Eingang steuerbarer Inverterstufen 84,85,86 geführt, an deren jeweils zweiten, die Inversion steuernden Eingang das zugehörige Ausgangssignal 62,63,64 der signal-

5 verarbeitenden Elektronik 40 geführt und so gemäß dem Stand der Technik für negativen Strom in der zugeordneten Vorschaltinduktivität 26 bzw. 27 bzw. 28 eine Inversion des Ausgangssignals des zugehörigen Komparators 77 bzw. 78 bzw. 79 vorgenommen wird und so die Ansteuersignale 17,18,19 der Leistungstransistoren 14,15,16 als Ausgangssignale der steuerbaren Inverter 84,85,86 erhalten werden.

Das Offsetsignal zur Regelung bzw. Symmetrierung der Aufteilung der Gesamtausgangsspannung auf die Kondensatoren 7 und 8 wird schließlich gemäß dem Stand der Technik durch einen Regelverstärker 87 von der Differenz der Teilspannungen 35 und 36 abgeleitet

10 Die Grundfunktion des so gebildeten Pulsleichrichtersystems samt Steuerschaltung entspricht mit Ausnahme des Funktionsblocks 40, der in Fig.2 detailliert erläutert wird dem Stand der Technik, eine nähere Erklärung kann daher unterbleiben.

In Fig.2 ist die innere Grundstruktur der erfindungsgemäßen Vorrichtung 40 gezeigt. Für die Bezeichnung der Ein- und Ausgangsklemmen bzw. der an die Klemmen gelegten Signale werden die in Verbindung mit Fig.1 festgelegten Bezugszeichen verwendet.

15 Über die Eingangsklemmen 42,43,44 wird eine symmetrische Sternschaltung 87 ohmscher Widerstände 88,89,90 mit Sternpunkt 91 an die Netzklemmen 23,24,25 gelegt. Weiters wird jede der Eingangsklemmen 42,43,44 mit einem Eingang eines Subtrahierverstärkers 92,93,94 verbunden, die zweiten Eingänge der Subtrahierverstärker 92,93,94 werden an den Sternpunkt 91 gelegt. Die Ausgänge 95,96,97 der Subtrahierverstärker 92,93,94, d.h. die nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannungen werden an den Eingang einer dreiphasigen Diodenbrücke 98, die ausgangsseitig durch zwei gleiche ohmsche Widerstände 99 und 100 in Serienschaltung mit Mittelpunkt 101 belastet ist, gelegt. Die zwischen dem Mittelpunkt 101 des durch die Widerstände 99 und 100 gebildeten ohmschen Teilers und dem Sternpunkt 91 auftretende Spannung 102, die i.a. dreifache Netzfrequenz aufweist wird mittels eines Subtrahierverstärkers 103 erfaßt und mittels Summierverstärker 104,105,106 zu den nullgrößenfreien Ersatznetzphasenspannungen 95,96,97 derart summiert daß kontinuierliche Netzspannungsvorsteuersignale 107,100,109 gebildet werden, die in der Umgebung der Maxima gegenüber einem rein sinusförmigen Verlauf im Betrag abgesenkt sind, womit die Aussteuerbarkeit des Gleichrichtersystems 1 erhöht wird. Wichtig ist hier anzumerken, daß die Nullspannung 102 aufgrund der fehlenden Verbindung des Gleichrichtersystems mit dem Netzsternpunkt 5 nicht strombildend wirkt. Weiters ist darauf hinzuweisen, daß, wie eine nähere Analyse zeigt, durch die ausgeprägte Spektralkomponente der Nullspannung 102 bei dreifacher Netzfrequenz die Amplituden niederfrequenter Harmonischer des in den Ausgangsspannungsmittelpunkt 10 des Gleichrichtersystems fließenden Stromes wesentlich in der Amplitude verringert werden, womit für die Ausgangskondensatoren 8 und 9 vorteilhaft ein kleiner Kapazitätswert gewählt werden kann.

35 Die kontinuierlichen Netzspannungsvorsteuersignale 107,108,109 werden nun in jeder Phase an einen Eingang eines Summierverstärkers 110,111,112 gelegt. An die zweiten Eingänge der Summierverstärker 110,111,112 werden in an sich bekannter Weise Rechtecksignale 113,114,115 mit dem Dreieckträgersignal 80 gleicher Amplitude geführt, die erfindungsgemäß von den nullsystemfreien Phasenspannungen 95,96,97 durch Komparatoren 116,117,118 mit Umschaltswelle Null abgeleitet, und auch an die Ausgänge 62,63,64 der Vorrichtung 40 verbunden werden. Jedes Rechtecksignale 113,114,115 weist z.B. bei positivem Vorzeichen der zugehörigen nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannung 95,96,97 einen negativen Signalwert und bei negativem Vorzeichen der zugehörigen nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannung einen positiven Signalwert auf. Entsprechend treten an den Ausgängen 59,60,61 der Summierverstärker 110,111,112 diskontinuierliche Netzspannungsvorsteuersignale auf, und es steht an den Ausgängen 62,63,64 der Vorrichtung 40 die Information für die Steuerung der an sich bekannten Inversionen 84,85,86 der Phasenschaltentscheidungen 81,82,83 zur Verfügung die, in Verbindung mit den diskontinuierlichen Netzspannungsvorsteuersignalen 59,60,61 die bekannte Abhängigkeit der Spannungsbildung an den Eingängen 20,21,22 der Brückenarme 11,12,13 vom Vorzeichen des zugeordneten Phasenstromes 53,54,55 bzw., bei ohmschem Netzverhalten gleichwertig, vom Vorzeichen der zugeordneten nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannung 95,96,97 berücksichtigen.

55 Weiters werden die nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannungen 95,96,97 über Spitzenwertgleichrichter 119,120,121, im einfachsten Fall in jeder Phase in bekannter Weise gebildet eine Eingangsdiode 122, einen einseitig mit dieser verbundenen, gegen Bezugspotential liegenden

Speicher Kondensator 123 und einen zu diesem parallel liegenden Entladewiderstand 124, geführt und so, von der Verbindungsleitungen der Dioden und Speicher Kondensatoren abgreifbar die jeweiligen Amplituden 125,126,127 der nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannungen 95,96,97 ermittelt. Die Amplitudenwerte 125,126,127 werden an die Eingänge von Quadrierern 128,129,130 gelegt und deren Ausgänge 131,132,133 durch einen Summierverstärker zu einem, global die Netzspannungsverhältnisse hinsichtlich der aus dem Netz beziehbaren Leistung charakterisierenden Summensignal 134 zusammengefaßt.

Werden nun erfindungsgemäß durch einen Summierverstärker 135 der am Eingang 47 der Vorrichtung 40 anliegende Laststrom 46 und das als Sollwert des Nachladestromes der Ausgangskondensatoren 8 und 9 interpretierte, am Eingang 39 der Vorrichtung 40 anliegende Ausgangssignal des Ausgangsspannungsreglers 37 zu einem Sollwert 136 des in der positiven Ausgangsspannungsschiene des Gleichrichtersystems 1 auftretenden Stromes addiert, kann durch Multiplikation 137 mit dem über den Eingang 41 der Vorrichtung 40 zugeführten Sollwert der Ausgangsspannung der Sollwert 138 der Ausgangsleistung bestimmt werden. Vorteilhaft wird dann der Ausgangsleistungssollwert 138 mittels eines Dividierers 139 durch die Summe der Quadrate der Netzphasenspannungsamplituden 134 dividiert und so ein Sollwert 140 eines, durch das Pulsgleichrichtersystem 1 zu repräsentierenden symmetrischen ohmschen Verbrauchers berechnet.

Um einen durch den Pegel des an den Eingang 49 der Vorrichtung 40 gelegten Signals definierbaren maximal zulässigen Amplitudenwert 49 der Netzphasenströme 53,54,55 nicht zu überschreiten wird eine Begrenzung 141 des Sollwertes 140 nach oben vorgenommen. Der maximal zulässige Sollwert 142 wird dabei durch Division 143 der entsprechend der Dimensionierung des Gleichrichtersystems 1 vorgegebenen maximal zulässigen Netzphasenstromamplitude 49 durch den jeweiligen Maximalwert 144 der Amplituden 125,126,127 des Ersatznetzphasenspannungen bestimmt. Die jeweils größte Phasenspannungsamplitude wird hierbei durch drei, anodenseitig an den Speicher Kondensatoren 123 liegende Dioden 145,146,147 deren Kathoden verbunden und an einen, gegen Bezugspotential geschalteten Widerstand 148 geführt sind ermittelt. Der jeweilige Maximalwert der Phasenspannungsamplituden 125,126,127 wird dabei durch die über dem Widerstand 148 auftretende Spannung repräsentiert.

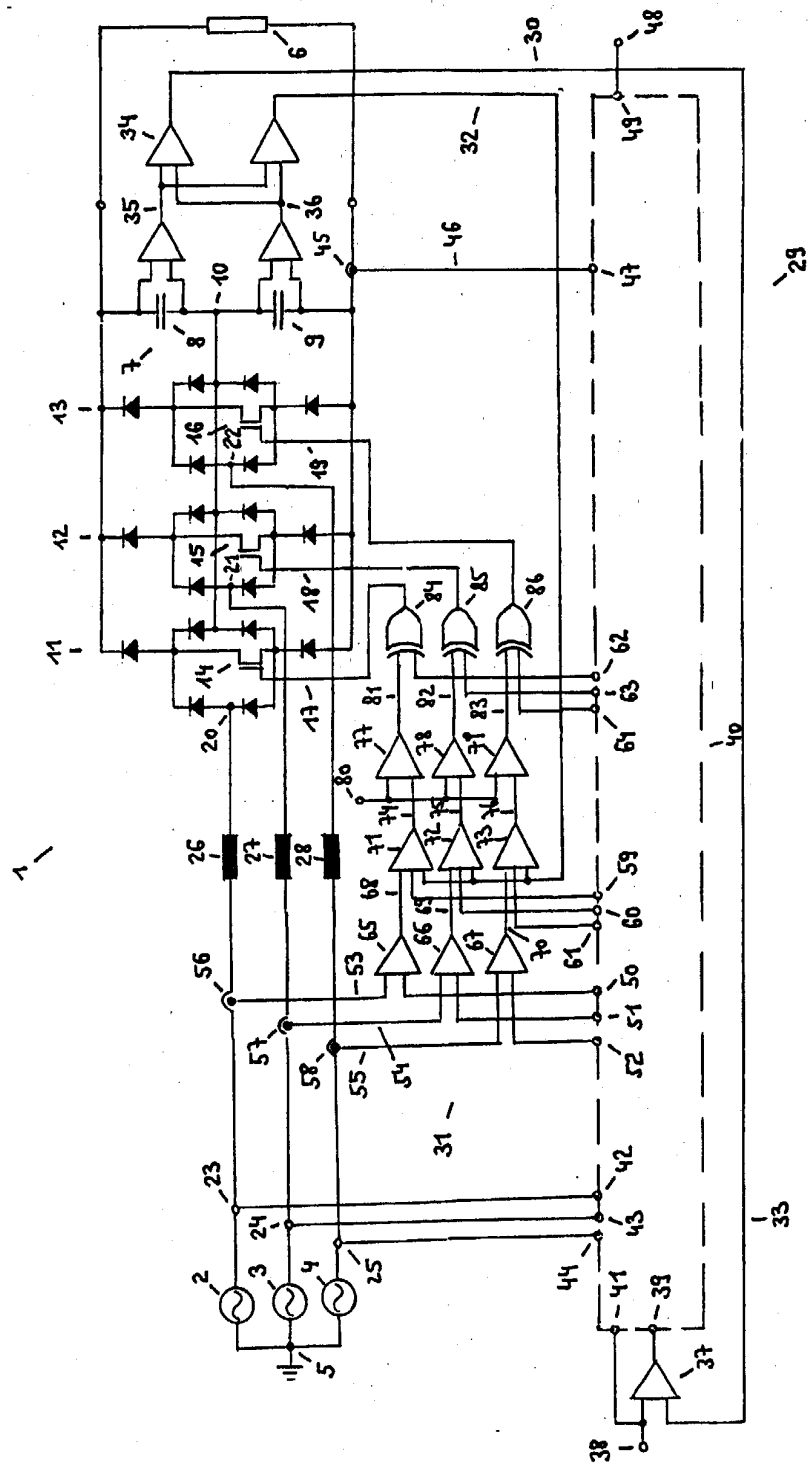
Der Sollwert 140 wird nun an ein Ende einer gegen Bezugspotential geschalteten Serienschaltung 149 zweier gleicher ohmscher Widerstände 150,151 gelegt und der Mittelabgriff 152 der Widerstände über eine Diode 153 in Flußrichtung mit dem Ausgang 142 des Dividierers 143 verbunden. Überschreitet der Sollwert 140 einen Signalpegel höher als der zweifache Wert des den maximal zulässigen Sollwert 142 repräsentierenden Signalpegels wird die Diode 153 in Flußrichtung gepolt und das Potential des Mittelabgriffs 152 nach oben auf den am Ausgang 142 des Dividierers auftretenden Signalpegel geklemmt. Am Mittenabgriff 152 des ohmschen Teilers kann so ein nach oben limitierter Sollwert abgegriffen und mittels Multiplizierer 153,154,155 mit den nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannungen 95,96,97 multipliziert werden, womit nullsystemfreie Sollwerte 50,51,52 der Netzphasenströme 53,54,55 des Gleichrichtersystems 1 resultieren die durch die Stromregelung 31 eingepreßt werden.

#### PATENTANSPRUCH:

Vorrichtung (40) zur Bildung der Sollwerte (50,51,52) und Netzspannungsvorsteuersignale (59,60,61) der Phasenstromregelung (31) eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsgleichrichtersystem (1) sowie der Signale (62,63,64) zur Steuerung der Inversion (84,85,86) der Phasenschaltent-scheidungen (81,82,83) **dadurch gekennzeichnet**, daß über die Eingangsklemmen (42,43,44) der Vorrichtung (40) eine symmetrische Sternschaltung (87) ohmscher Widerstände (88,89,90) mit Sternpunkt (91) an die Netzklemmen (23,24,25) gelegt wird und weiters jede der Eingangsklemmen (42,43,44) mit einem Eingang eines Subtrahierverstärkers (92,93,94) verbunden wird und die zweiten Eingänge der Subtrahierverstärker (92,93,94) an den Sternpunkt (91) gelegt werden und die Ausgänge (95,96,97) der Subtrahierverstärker (92,93,94) an den Eingang einer dreiphasige Diodenbrücke (98), die ausgangsseitig durch zwei gleiche ohmsche Widerstände (99) und (100) in Serienschaltung mit Mittelpunkt (101) belastet ist, gelegt werden und die zwischen dem Mittelpunkt (101) und dem Sternpunkt (91) auftretende Spannung (102) mittels

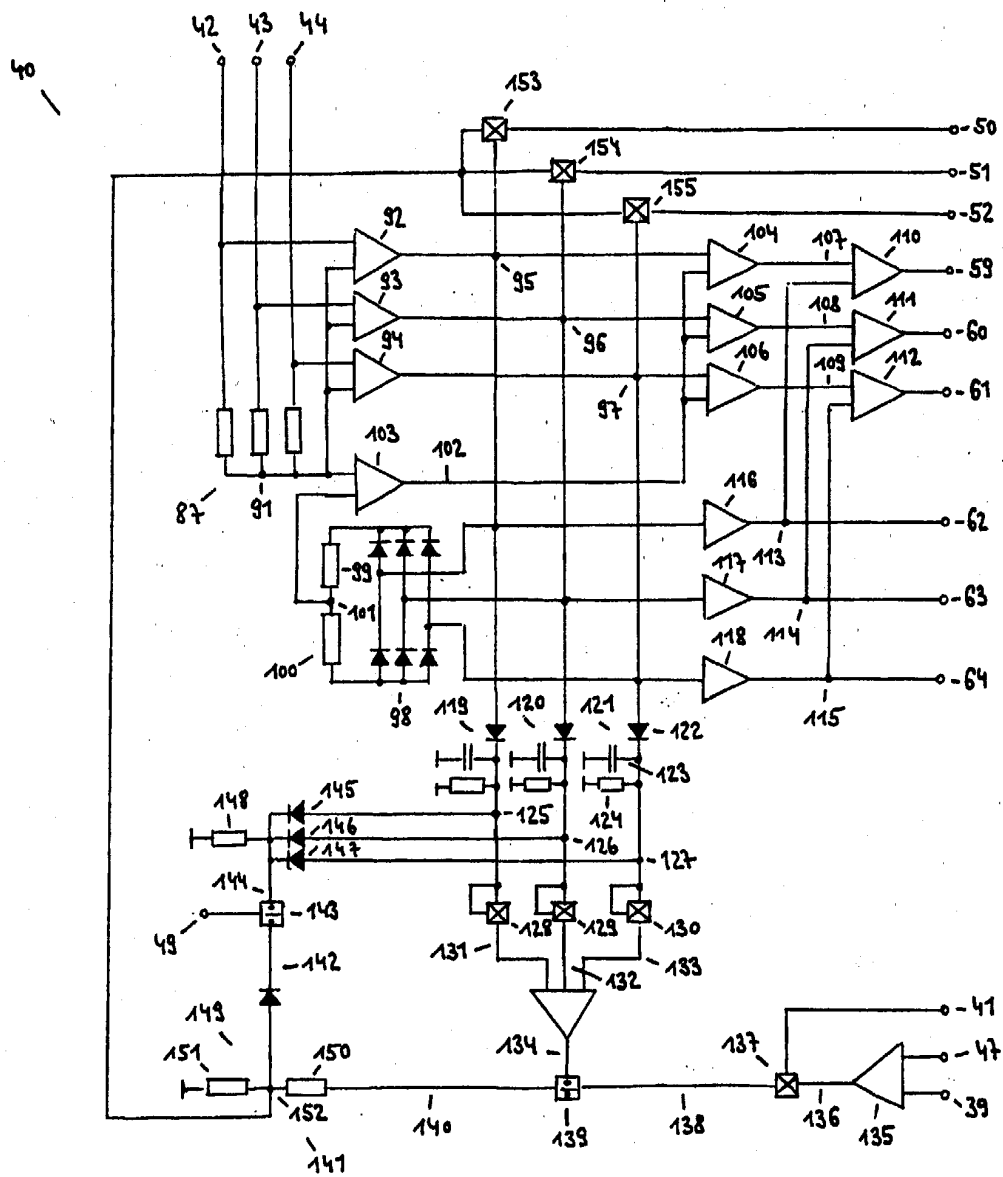
eines Subtrahierverstärkers (103) erfaßt und mittels Summierverstärker (104,105,106) zu den Ersatznetzphasenspannungen (95,96,97) summiert wird, womit kontinuierliche Netzspannungsvorsteuersignale (107,108,109) gebildet werden, und weiters die kontinuierlichen Netzspannungsvorsteuersignale (107,108,109) in jeder Phase an einen Eingang von Summierverstärkern (110,111,112) gelegt werden an deren zweite Eingänge in an sich bekannter Weise Rechtecksignale (113,114,115) mit einer dem Dreieckträgersignal (80) gleichen Amplitude geführt werden, die von den Ersatznetzphasenspannungen (95,96,97) durch Komparatoren (116,117,118) mit Umschaltswelle Null abgeleitet und auch an die Ausgänge (62,63,64) der Vorrichtung (40) verbunden werden, wobei die Rechtecksignale (113,114,115) bei positivem Vorzeichen der zugehörigen nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannung (95,96,97) einen negativen Signalwert und bei negativem Vorzeichen der zugehörigen nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannung einen positiven Signalwert aufweisen und entsprechend an den Ausgängen (59,60,61) der Summierverstärker (110,111,112) diskontinuierliche Netzspannungsvorsteuersignale auftreten und an den Ausgängen (62,63,64) der Vorrichtung (40) die Information für die Steuerung der an sich bekannten Inversionen (84,85,86) der Phasenschaltentscheidungen (81,82,83) zur Verfügung steht und weiters die Ersatznetzphasenspannungen (95,96,97) über Spitzenwertgleichrichter (119,120,121) geführt werden und an deren Ausgängen die jeweiligen Amplituden (125,126,127) der Ersatznetzphasenspannungen (95,96,97) abgegriffen und an die Eingänge von Quadrierern (128,129,130) gelegt und deren Ausgänge (131,132,133) durch einen Summierverstärker zu einem Summensignal (134) zusammengefaßt werden und durch einen Summierverstärker (135) der am Eingang (47) der Vorrichtung (40) anliegende Laststrom (46) und das am Eingang (39) der Vorrichtung (40) anliegende Ausgangssignal des Ausgangsspannungsreglers (37) zu einem Stromsollwert (136) addiert wird und der Stromsollwert (136) durch Multiplikation (137) mit dem über den Eingang (41) der Vorrichtung (40) zugeführten Sollwert der Ausgangsspannung in einen Sollwert (138) der Ausgangsleistung übergeführt wird der mittels eines Dividierers (139) durch das Summensignal (134) dividiert und so ein Solleitwert (140) berechnet wird, wobei, um einen, durch den Pegel des an den Eingang (49) der Vorrichtung (40) gelegten Signals definierbaren maximal zulässigen Amplitudenwert (49) der Netzphasenströme (53,54,55) nicht zu überschreiten eine Begrenzung (141) des Solleitwertes (140) nach oben vorgenommen wird und der maximal zulässige Solleitwert (142) durch Division (143) der maximal zulässigen Netzphasenstromamplitude (49) durch den jeweiligen Maximalwert (144) der Amplituden (125,126,127) des Ersatznetzphasenspannungssystems bestimmt wird, wobei die jeweils größte Phasenspannungsamplitude durch drei, anodenseitig an den Ausgängen (125,126,127) der Spitzenwertgleichrichter (119,120,121) liegende Dioden (145,146,147) deren Kathoden verbunden und an einen, gegen Bezugspotential geschalteten Widerstand (148) geführt sind ermittelt und durch die über dem Widerstand (148) auftretende Spannung repräsentiert wird und der Solleitwert (140) an ein Ende einer gegen Bezugspotential geschalteten Serienschaltung (149) zweier gleicher ohmscher Widerstände (150/151) gelegt und der Mittelabgriff (152) der Widerstände (150,151) über eine Diode (153) in Flußrichtung mit dem Ausgang (142) des Dividierers (143) verbunden wird, womit das Potential des Mittelabgriffs (152) nach oben auf den am Ausgang (142) des Dividierers auftretenden Signalpegel geklemmt wird und so am Mittelabgriff (152) des ohmschen Teilers der nach oben limitierte Solleitwert abgegriffen und mittels Multiplizierer (153,154,155) mit den nullsystemfreien Ersatznetzphasenspannungen (95,96,97) multipliziert wird, womit nullsystemfreie Sollwerte (50,51,52) der Netzphasenströme (53,54,55) des Gleichrichtersystems (1) resultieren die durch die Phasenstromregelung (31) eingepreßt werden.

## HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN



Figur 1





Figur 2