

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 30/2003
(22) Anmeldetag: 2003-01-13
(43) Veröffentlicht am: 2006-04-15

(51) Int. Cl.⁸: H02M 1/08 (2006.01)
H02M 07/213 (2006.01)
G05F 01/565 (2006.01)

(73) Patentanmelder:
BAUMANN MARTINA DIPL.ING.
A-1130 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
KOLAR JOHANN W. DR.
ZÜRICH (CH)
BAUMANN MARTINA DIPL.ING.
WIEN (AT)

(54) **VORRICHTUNG ZUR SICHERSTELLUNG SINUSFÖRMIGER STROMAUFNAHME EINES DREIPHASIGEN TIEF-HOCHSETZSTELLER-PULSGLEICHRICHTERSYSTEMS BEI UNSYMMETRISCHER NETZSPANNUNG UND PHASENAUSFALL**

(57) Die Erfindung beschreibt eine Vorrichtung zur Regelung der Ausgangsspannung und Sicherstellung eines sinusförmigen Verlaufes der Eingangsströme eines dreiphasigen Tief-Hochsetzstellerpulsleichrichtersystems (1) bei Unsymmetrie der speisenden Netzspannung (14). Durch eine Ausgangsspannungsregelung (16) wird der Sollwert (23) der Eingangsleistung definiert und daraus der Sollwert des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität (8) für eine unterlagerte Stromregelung (17) berechnet, wobei für hohe Netzspannung (14) durch den Ausgangsspannungswert (4) und für tiefe Eingangsspannung durch die lokale Tiefsetzstellermaximalausgangsspannung dividiert und eine Begrenzung (31) entsprechend der Stromtragfähigkeit der Leistungshalbleiter vorgenommen wird. Durch den Stromregler (34) wird der Sollwert (35) der Spannung über der Tief-Hochsetzstellerinduktivität (8) definiert dessen Addition (36) mit dem Ausgangsspannungswert (20) auf den Sollwert (37) der Tiefsetzstellerausgangsspannung (11) führt welcher mittels einer Pulsweitenmodulatorstufe (18) eingestellt wird. Für den Fall dass der Sollwert (37) der Tiefsetzstellerausgangsspannung über der lokalen

Tiefsetzstellermaximalausgangsspannung liegt, wird der Hochsetzstellertransistor mit einem Tastverhältnis (46) derart betrieben das der lokale Mittelwert der Transistorspannung (15) um die Differenz des Sollwertes (37) und der lokalen Tiefsetzstellermaximalspannung unter der Ausgangsspannung (4) liegt womit der geforderte Sollwert (35) der Spannung über der Tief-Hochsetzstellerinduktivität realisiert wird. Für den entgegengesetzten Fall verbleibt der Hochsetzstellertransistor (9) gesperrt.

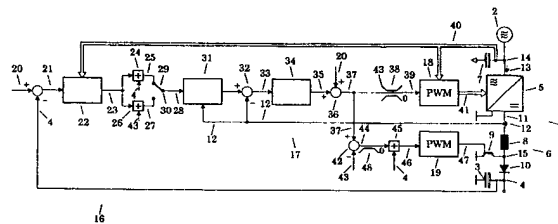


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Sicherstellung sinusförmiger Stromaufnahme eines dreiphasigen Tief-Hochsetzsteller-Pulsgleichrichtersystems bei unsymmetrischer Netzspannung und Phasenausfall wie es im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben.

5 Nach dem derzeitigen Stand der Technik werden dreiphasige Pulsgleichrichtersysteme mit sinusförmigem Eingangsstrom und geregelter Ausgangsspannung für den Betrieb an symmetrischen Drehstromnetzen konzipiert. Bei Ausfall einer Netzphase muss daher der Betrieb unterbrochen werden, womit für Verbraucher mit Forderung nach hoher Versorgungssicherheit, wie etwa Telekommunikationsanlagen, eine nur beschränkte Ersetzbarkeit gegeben ist.

10 Dreiphasen-Pulsgleichrichter werden entsprechend ihrer Grundfunktion und Verwandtschaft zu Gleichspannungs-Gleichspannungswandler- (DC/DC-Wandler) Grundstrukturen in Hochsetz-, Tiefsetz- und Tief-Hochsetzsteller gegliedert. Von Hochsetzstellern abgeleitete Systeme weisen eine, durch einen Kondensator gestützte (eingeprägte) Ausgangsspannung und vorgeschaltete
15 Induktivitäten auf. Tiefsetzsteller-Pulsgleichrichtersysteme sind durch eingangsseitige Filterkapazitäten und einen mittels einer Induktivität eingepprägten Ausgangsstrom charakterisiert. Tief-Hochsetzsteller stellen, wie in der AT 349.669 beschrieben, eine Mischform dar wobei einem Tiefsetzsteller-Pulsgleichrichtersystem ein DC/DC-Hochsetzsteller nachgeschaltet wird, der die Ausgangsinduktivität des Tiefsetzstellerteiles als Eingangsinduktivität verwendet - die Induktivität wird daher als Tief-Hochsetzstellerinduktivität bezeichnet - und eine, wieder durch einen
20 Kondensator gestützte Ausgangsspannung erzeugt.

Für Dreiphasen-Hochsetzsteller-Pulsgleichrichtersysteme wurde in der A 1538/00 ein Vorrichtung zur Sicherstellung sinusförmiger Stromaufnahme bei stark unsymmetrischer Netzspannung
25 oder Phasenausfall angegeben. Hierbei wird das Pulsgleichrichtersystem eingangsseitig durch eine Sternschaltung gleicher Widerstände ersetzt gedacht und durch den Ausgangsspannungsregler der Widerstandswert dieser Ersatzschaltung derart definiert, dass bei der jeweiligen Netzspannungssituation die seitens der Last benötigte Leistung als Eingangsleistung auftritt. Durch eine, der Ausgangsspannungsregelung unterlagerte Netzstromregelung werden dann
30 die, den Soll-Eingangswiderständen entsprechend den Phasenspannungen zugeordneten Soll-Eingangsströme berechnet und durch entsprechende Pulsbreitenmodulation eingeppräg. Da sich der Soll-Eingangswiderstand aufgrund entsprechender Auslegung der Ausgangsspannungsregelung innerhalb einer Netzperiode nicht maßgeblich ändert wird so unabhängig von der Netzspannungssituation ein sinusförmiger Verlauf des Eingangstromes und eine Regelung
35 der Ausgangsspannung erreicht. Dieses Steuerverfahren kann allerdings für Tief-Hochsetzsteller-Pulsgleichrichtersysteme keine Anwendung finden, da hier auch der Hochsetzstellertransistor zu steuern und der Strom in der Ausgangsinduktivität zu regeln ist und der Eingangstrom nicht direkt eingeppräg werden kann.

40 Aus der EP 0665630A2 ist eine Vorrichtung für die Sicherstellung einer sinusförmigen Stromaufnahme einer Einphasen-Hochsetzstellerschaltung mit vorgeschaltetem Brückengleichrichter bekannt. Hierbei wird durch den Ausgangsspannungsregler ein über eine Netzperiode konstanter Wert der relativen Einschaltzeit des Leistungstransistors vorgegeben und das System mit konstanter Taktfrequenz und diskontinuierlichem Eingangsstrom betrieben. Um die in diesem
45 Fall typ. auftretende Abweichung des lokalen Mittelwertes des Eingangstromes von der Sinusform zu vermeiden wird das Tastverhältnis des Leistungstransistors durch eine von der Ausgangsspannung der Diodenbrücke abgeleitete Spannung bzw. einen der Spannung proportionalen Strom korrigiert. Eine Anwendung dieses Konzeptes ist im vorliegenden Fall nicht möglich, das der Strom in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität kontinuierlichen Verlauf aufweist um
50 eine hohe Spitzenstrombeanspruchung der Leistungshalbleiter zu vermeiden.

Eine weiter Ausführungsform einer Regelung eines Einphasen-Hochsetzsteller-Pulsgleichrichtersystems beschreibt die US5519306A. Hierbei findet ein dem Stand der Technik entsprechender integrierter Steuerbaustein Anwendung da das Hauptziel der Anmeldung die Realisierung einer unterbrechungsfreien Einphasen-Spannungsversorgung darstellt. Für Dreiphasen-
55

systeme ist kein derartiger Baustein bekannt welcher insbesondere die Verhältnisse bei unsymmetrischem Netz beherrschen würde. Auch ist bei Tief-Hochsetzstellern eine kombinierte Steuerung der Tief- und der Hochsetzstellerstufe vorzunehmen, welche durch einen auf Hochsetzstellerbetrieb beschränkten Baustein nicht erreicht werden kann.

5

Aufgabe der Erfindung ist es daher eine Vorrichtung zum Betrieb eines dreiphasigen Tief-Hochsetzsteller-Pulsgleichrichtersystems bei symmetrischer sowie unsymmetrischer Netzspannung bzw. Phasenausfall des speisenden Netzes mit sinusförmigem Eingangsstrom und geregelter Ausgangsspannung zu schaffen.

10

Die Aufgabe wird wie im Kennzeichenteil des *Patentanspruches 1* beschrieben gelöst.

Erfindungsgemäß wird für die Regelung des Systems ein Ausgangsspannungsregler mit unterlagerter Regelung des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität vorgesehen, wobei der Ausgangsspannungsregler den Sollwert der aus dem Netz aufzunehmenden Leistung so vorgibt, dass im Mittel über eine Netzperiode die durch die Last benötigte Leistung an den Ausgang geliefert wird und der Stromregler den Sollwert des lokalen, über eine Pulsperiode erstreckten Mittelwertes der Ausgangsspannung der Tiefsetzstellerstufe (Tiefsetzstellerausgangsspannungssollwert) definiert.

15

Erfindungsgemäß wird die Ausgangsspannung, falls die bei der jeweiligen Netzspannungssituation maximal erzeugbare Tiefsetzstellerausgangsspannung über dem Sollwert der Systemausgangsspannung liegt, nur mittels der Tiefsetzstellerstufe erzeugt bzw. geregelt und der Hochsetzstellertransistor im Sperrzustand belassen. Bei hinreichend hoher und weitgehend symmetrischer Netzspannung ist dies innerhalb der gesamten Netzperiode gegeben. Da die Tief-Hochsetzstellerinduktivität nur für pulsfrequente Spannungskomponenten eine nennenswerte Reaktanz aufweist ist dann der lokale Mittelwert der Tiefsetzstellerausgangsspannung in erster Näherung gleich der Systemausgangsspannung und der Sollwert des Ausgangsstromes der Tiefsetzstellerstufe, d.h. der Sollwert des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität kann erfindungsgemäß durch Division der Solleingangsleistung durch den Ausgangsspannungssollwert berechnet und dem Stromregler zugeführt werden. Abhängig von der Regelabweichung definiert der Stromregler die innerhalb der jeweiligen Pulsperiode im Mittel an die Tief-Hochsetzstellerinduktivität zu legenden Spannung womit nach Addition des Ausgangsspannungssollwertes die durch entsprechende Modulation der Tiefsetzstellerstufe einzustellenden Tiefsetzstellerausgangsspannung festliegt. Durch die Tiefsetzstellerstufe wird dabei auch der Strom in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität so auf die Eingangsphasen aufgeteilt wird, dass die resultierenden lokalen Mittelwerte der Eingangsphasenströme proportional den zugeordneten Phasenspannungen sind, d.h. das System für das Netz einen symmetrischen Ohmschen Verbraucher repräsentiert.

20

Für stark unsymmetrische Netzspannung oder Phasenausfall, d.h. für Zweiphasenbetrieb, wird die vorstehend beschriebene Situation nur in Abschnitten der Netzperiode vorliegen und in den verbleibenden Zeitintervallen die Ausgangsspannung der Tiefsetzstellerstufe auch bei maximaler Aussteuerung unter der Systemsollausgangsspannung liegen. Erfindungsgemäß wird dann die Tiefsetzstellerstufe mit maximaler Aussteuerung betrieben und der Sollwert des Stromreglers durch Division der Solleingangsleistung durch den lokalen Mittelwert der Tiefsetzstellerausgangsspannung berechnet. Die Solleingangsleistung wird dabei (und auch im symmetrischen Fall) durch den Ausgangsspannungsregler so ermittelt, dass die Solleingangsleistung gleich der Summe der Phasenleistungen eines symmetrischen, am gleichen Dreiphasennetz liegend gedachten Ohmschen Verbrauchers variiert und sichergestellt ist, dass im Mittel über eine Netzperiode die von der Last benötigte Leistung an den Ausgang geliefert wird.

25

Der durch den Stromregler gebildete Sollwert der Spannung an der Tief-Hochsetzstellerinduktivität wird dann dadurch erzeugt, dass der lokale Mittelwert der über dem Leistungstransistor auftretenden Spannung durch pulsfrequente Ansteuerung und ein entsprechendes

30

Tastverhältnis des Hochsetzstellertransistors soweit abgesenkt wird, dass der lokale Mittelwert der Differenz aus maximaler Tiefsetzstellerausgangsspannung und Hochsetzstellertransistorspannung gleich dem geforderten lokalen Spannungsmittelwert an der Tief-Hochsetzstellerinduktivität wird. Hierdurch wird sichergestellt, dass der geforderte Strom in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität eingestellt werden kann und somit die seitens des Ausgangsspannungsreglers geforderte Leistung an den Ausgang fließt, bzw. die Ausgangsspannung auf dem geforderten, über der maximalen lokalen Tiefsetzstellerausgangsspannung liegenden Spannungsniveau verbleibt.

Ohne Rücksicht auf die vorstehend beschriebene Detailfunktion kann die Hochsetzstellerstufe auch als, die Anhebung der maximalen Tiefsetzstellerausgangsspannung auf das geforderte Ausgangsspannungsniveau realisierend gesehen werden. Die Modulation der Tiefsetzstellerstufe erfolgt wieder in bekannter Form derart, dass der Strom der Tief-Hochsetzstellerinduktivität so auf die Phasen aufgeteilt wird, dass die resultierenden lokalen Mittelwerte der Eingangsphasenströme proportional den zugeordneten Phasenspannungen sind.

Ein Verfahren zur Realisierung von Teilfunktionen der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschreibt der *Patentanspruch 2*.

Hierbei wird der, durch den Ausgangsspannungsregler definierte Sollwert der im Mittel über eine Netzperiode an den Ausgang zu liefernden Leistung durch die Summe der Quadrate der Spitzenwerte der nullgrößenfreien Phasenspannungen dividiert und so der Sollwert des Phasenleitwertes eines symmetrischen ohmschen Verbrauchers ermittelt welchen das Pulsgleichrichtersystem gegenüber dem Netz repräsentieren soll. Die Multiplikation dieses Sollleitwertes mit der Summe der Quadrate der Momentanwerte der nullgrößenfreien Phasenspannungen führt dann auf den Sollmomentanwert der Ausgangsleistung der Tiefsetzstellerstufe welcher, wie in Verbindung mit Anspruch 1 beschrieben, durch den Sollwert der Systemausgangsspannung oder durch die maximale Tiefsetzstellerausgangsspannung dividiert wird um den Sollwert des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität zu ermitteln.

Weiter wird, um sicherzustellen, dass die Leistungshalbleiter des Tiefsetzstellers und des Hochsetzstellers nicht überlastet werden, im weiteren erfindungsgemäß der so berechnete Sollwert einem Begrenzungsglied zugeführt, welches den innerhalb einer Netzperiode auftretenden Momentanwert des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität ermittelt und für den Fall dass dieser Spitzenwert einen, aufgrund der Dimensionierung der Leistungshalbleiter einzuhaltenen Grenzwert (Dimensionierungsgrenzwert) überschreitet, der Stromregelschleife ein, durch proportionale Abschwächung des Eingangssignales des Begrenzungsgliedes gebildetes Signal als Sollwert zugeführt, für welches der Stromwert stets unterhalb des Dimensionierungsgrenzwertes verbleibt. Weiter wird durch das Begrenzungsglied mit Rücksicht auf die durch die Hochsetzstellerdiode erzwungene Unidirektionalität des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität das Auftreten negativer Stromsollwerte am Eingang der Regelung des Tief-Hochsetzstellerstromes unterbunden.

Die Erfindung wird im weiteren anhand einer Zeichnung näher erläutert. *Fig.1* zeigt schematisiert die Struktur des Leistungsteiles eines Dreiphasen-Tief-Hochsetzstellersystems und ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Regelung.

Ein Dreiphasen-Tief-Hochsetzstellersystem 1 dient der Umformung einer dreiphasigen Netzwechselspannung 2 in eine konstante, durch einen Ausgangskondensator 3 gestützte Ausgangsspannung 4 und wird durch Kaskadierung eines Dreiphasen-Tiefsetzsteller-Pulsleichrichtersystems 5 (im Weiteren kurz als Tiefsetzsteller bezeichnet) und eines DC/DC-Hochsetzstellers 6 (im Weiteren kurz als Hochsetzsteller bezeichnet) gebildet. Zur Glättung der pulsformigen Eingangsströme des Tiefsetzstellers 5 dienen Filterkondensatoren 7, der Ausgangsstrom des Tiefsetzstellers 5 wird durch eine Induktivität 8 eingepreßt, die gleichzeitig Eingangsinduktivität des Hochsetzstellers 6 ist und daher als Tief-Hochsetzstellerinduktivität

bezeichnet werden soll. Weiters weist der Hochsetzsteller 6 in bekannter Weise einen Leistungstransistor 9 und eine Ausgangsdiode 10 auf. Die Funktion des Tiefsetzstellers besteht einerseits in der Gleichrichtung der Spannung des Dreiphasennetzes, d.h. der Bildung der unipolaren Tiefsetzstellerausgangsspannung 11 und andererseits in einer Verteilung des durch die Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 eingepprägten Stromes 12 auf die Netzphasen derart, dass das Gleichrichtersystem 1 für das Netz 2 einen symmetrischen Ohmschen Verbraucher repräsentiert, d.h. die lokalen Mittelwerte aller Eingangsphasenströme 13 gegenüber den zugeordneten Netzphasenspannungen 14 dieselbe Proportionalitätskonstante aufweisen. Die Spannung über der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 wird durch die Differenz der Tiefsetzstellerausgangsspannung 11 und der Spannung 15 über dem Hochsetzstellertransistor 9 definiert, kann also sowohl durch Änderung der Aussteuerung des Tiefsetzstellers 5 als auch durch Änderung der relativen Einschaltdauer des Hochsetzstellertransistors 9 beeinflusst werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Regelung des Gleichrichtersystems 1 wird durch eine Ausgangsspannungsregelung 16 und eine unterlagerte Regelung 17 des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 und eine daran anschließende, bekannte Pulsbreitenmodulatorstufe 18 gebildet. Weiters ist für den Hochsetzstellertransistor eine Pulsbreitenmodulatorstufe 19 vorgesehen.

In an sich bekannter Weise wird der Istwert 4 der Ausgangsspannung des Pulsleichrichtersystems 1 gemessen und vom Ausgangsspannungssollwert 20 subtrahiert und der resultierende Ausgangsspannungsregelfehler 21 durch den Ausgangsspannungsregler 22 in den Sollwert 23 der aus dem Netz 2 aufzunehmenden und bei Verlustfreiheit der Tiefsetzstellerstufe 5 auch an deren Ausgang auftretenden Leistung gebildet. Im Detail wird durch den Ausgangsspannungsregler 22 in an sich bekannter Weise die im Mittel über eine Netzperiode an den Ausgang zu liefernde Leistung berechnet. Erfindungsgemäß wird dieser Leistungswert dann durch die Summe der Quadrate der Spitzenwerte der nullgrößenfreien Phasenspannungen 14 dividiert und mit der Summe der Quadrate der Momentanwerte der nullgrößenfreien Phasenspannungen 14 multipliziert und so der Leistungssollwert 23 gebildet.

Durch den Tiefsetzsteller kann abhängig von der Netzspannung 14 bei maximaler Aussteuerung ein definierter maximaler lokaler Ausgangsspannungsmittelwert (im weiteren kurz als lokale Tiefsetzstellermaximalspannung bezeichnet) gebildet werden.

Liegt dieser Spannungswert über dem Istwert 4 der Ausgangsspannung kann erfindungsgemäß der Hochsetzstellertransistor 9 im Sperrzustand belassen und die Ausgangsspannung 4 direkt durch den Tiefsetzsteller 5 erzeugt werden. Entsprechend wird in diesem Fall der Sollwert des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 durch Division 24 des Leistungssollwertes 23 durch den Ausgangsspannungswert 4 mit Ergebnis 25 erhalten.

Liegt die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung unter dem Istwert 4 der Ausgangsspannung ist erfindungsgemäß eine Ansteuerung des Hochsetzstellertransistors 9 erforderlich, die, wie weiter unten beschrieben, letztlich durch die Regelung 17 des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 vorgenommen wird. Der Tiefsetzsteller 5 wird dann mit maximaler Aussteuerung betrieben, entsprechend wird in diesem Fall der Sollwert des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 durch Division 26 des Leistungssollwertes 23 durch die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung mit Ergebnis 27 erhalten.

Der, der Stromregelung 17 zugeführte Sollwert 28 des Stromes in der Hoch-Tiefsetzstellerinduktivität wird damit durch einen Umschalter 29 vom einem der Dividiererausgänge 25 oder 27 abgegriffen wobei der Umschalter 29 für den Fall dass die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung über dem Istwert 4 der Ausgangsspannung liegt an den Dividiererausgang 25 und für den Fall dass die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung unter dem Istwert 4 der Ausgangsspannung liegt an den Dividiererausgang 27 gelegt wird wobei der Stromsollwert 28 am Wurzepunkt 30 des Umschalters 29 auftritt.

Um sicherzustellen, dass die Leistungshalbleiter des Tiefsetzstellers 5 und des Hochsetzstellers 6 nicht überlastet werden, wird im weiteren erfindungsgemäß der Stromsollwert 28 einem Begrenzungsglied 31 zugeführt, welchem der Momentanwert 12 des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität zugeführt wird und welches den innerhalb einer Netzperiode auftretenden Spitzenwert dieses Stromes ermittelt und für den Fall dass dieser Spitzenwert einen, aufgrund der Dimensionierung der Leistungshalbleiter einzuhaltenden Grenzwert (Dimensionierungsgrenzwert) überschreitet, der Stromregelschleife 17 ein, durch proportionale Abschwächung des Eingangssignales 28 gebildetes Sollsignal zuführt, für welches der Stromwert stets unterhalb des Dimensionierungsgrenzwertes verbleibt. Weiter unterbindet das Begrenzungsglied 31 mit Rücksicht auf die durch die Hochsetzstellerdiode 10 erzwungene Unidirektionalität des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 das Auftreten negativer Stromsollwerte am Eingang der Stromregelung 17.

Der Ausgang des Begrenzungsgliedes 31 wird an den Eingang der Stromregelung 17 gelegt und durch Subtraktion 32 des Istwertes 12 des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität die Stromregelabweichung 33 bestimmt und durch einen Stromregler 34 dynamisch bewertet und so der Sollwert 35 des lokalen Mittelwertes der Spannung über der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 gebildet dessen Addition 36 mit dem Sollwert 20 der Ausgangsspannung 4 auf den Sollwert 37 der Tiefsetzstellerausgangsspannung 11 führt, welcher nach erfindungsgemäßer Begrenzung 38 an den Eingang 39 einer bekannten Pulsbreitenmodulatorstufe 18 gelegt wird. Die Begrenzung 38 des Sollwertes 37 der Tiefsetzstellerausgangsspannung auf die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung, d.h. den für die jeweils vorliegenden Netzspannungen 14 bei Vollaussteuerung maximal erzeugbaren Wert, vermeidet eine Übersteuerung des Modulators 18 und stellt so bei Sinusform der Netzphasenspannungen 14 die Sinusform der lokalen Mittelwerte der Eingangsphasenströme 13 des Gleichrichtersystems 1 sicher. Die Modulation 18 erfolgt derart, dass der geforderte Sollwert 39 der Tiefsetzstellerausgangsspannung 11 gebildet und andererseits der Strom in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität 8 derart auf die Phasen des Netzes 2 aufgeteilt wird, dass die resultierenden lokalen Mittelwerte der Eingangsphasenströme 13 proportional den zugeordneten Phasenspannungen 14 sind, d.h. das Gleichrichtersystem 1 für das Netz 2 einen symmetrischen Ohmschen Verbraucher repräsentiert. Hiefür werden der Modulatorstufe 18 Messwerte 40 der Netzphasenspannungen 14 zugeführt. Weiters wird durch die Begrenzung 38 das Auftreten negativer Modulatoreingangssignale 39 unterbunden (Begrenzung des Signal nach unten auf den Wert 0), welche mit Rücksicht auf die Unipolarität der Hochsetzstellerstufe 6 nicht eingestellt werden können. Die Ausgänge der Pulsbreitenmodulatorstufe 18 definieren die Taktung und die relativen Einschaltzeiten der Ventile des Tiefsetzstellers 5 und werden über Verbindungsleitungen 41 an die zugehörigen Ansteuerschaltungen des Tiefsetzstellers 5 gelegt.

Wird ein, über der über der lokalen Tiefsetzstellermaximalspannung liegender Sollwert 37 der Tiefsetzstellerausgangsspannung gefordert, bzw. ist bei der Begrenzung 38 die obere, gleich der lokalen Tiefsetzstellermaximalspannung gesetzte Schranke 43 aktiv, kann der durch den Stromregler 34 geforderte Sollwert 35 der Spannung an der Tief-Hochsetzstellerinduktivität, welche letztlich auf den geforderten Eingangsstrom bzw. auf die seitens des Ausgangsspannungsreglers 22 angeforderte Ausgangsleistung der Tiefsetzstellerstufe 5 führt nur mit Unterstützung durch die Hochsetzstellerstufe eingestellt werden. Erfindungsgemäß wird hiefür der Hochsetzstellertransistor mit einem Tastverhältnis derart betrieben das der lokale Mittelwert der Transistorspannung 15 um die Differenz des Sollwertes 37 der Tiefsetzstellerausgangsspannung und der lokalen Tiefsetzstellermaximalausgangsspannung 43 unter der Ausgangsspannung 4 liegt. Es wird also, nachdem die mögliche Anhebung der Tiefsetzstellerausgangsspannung 11 durch die maximale Aussteuerbarkeit bzw. die Netzspannungsverhältnisse begrenzt ist, zur Realisierung einer definierten Spannung 35 an der Tief-Hochsetzstellerinduktivität das dem Ausgang des Gleichrichtersystems 1 zugewandte Ende der Tief-Hochsetzstellerinduktivität potentialmäßig durch entsprechende Taktung des Hochsetzstellertransistors 9 abgesenkt. Um die relative Einschaltdauer des Hochsetzstellertransistors zu ermitteln, wird dabei durch Subtraktion 42 des Tiefsetzstellerausgangsspannungssollwertes 37 und der lokalern Tiefsetzstel-

5 lermaximalausgangsspannung 43 mit Ergebnis 44 der fehlende Anteil 44 der Spannung an der Tief-Hochsetzstellerinduktivität ermittelt und durch Division 45 durch die vorliegende Ausgangsspannung 4 das Tastverhältnis 46 des Hochsetzstellertransistors 9 ermittelt, welches durch eine Modulatorstufe 19 in an sich bekannter Weise in ein pulsfrequentes Ansteuersignal 47 des Hochsetzstellertransistors 9 mit entsprechender relativer Einschaltdauer umgeformt wird.

10 Liegt der Tiefsetzstellerausgangssollwert 37 unter der lokalen Tiefsetzstellermaximalausgangsspannung 43 führt die Subtraktion 42 auf einen negativen Wert der in einem negativen Wert des Tastverhältnisses 46 resultieren würde. Am Eingang der Division wird daher erfindungsgemäß eine Begrenzung 48 auf Werte größer Null vorgenommen. Für den vorgehend beschriebenen Fall resultiert dann ein Tastverhältnis des Hochsetzstellertransistors 9 von Null, d.h. der Hochsetzstellertransistor 9 verbleibt im Sperrzustand wie dies weiter oben beschrieben wurde.

15 Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Regelung der Ausgangsspannung und Sicherstellung eines sinusförmigen Verlaufes der Eingangsströme eines dreiphasigen Tief-Hochsetzstellerpulsleichrichtersystems (1) gebildet durch Kaskadierung eines dreiphasigen Tiefsetzstellerpulsleichrichtersystems (5) und eines DC/DC-Hochsetzstellers, wobei die Tief-Hochsetzstellerinduktivität (8) als Ausgangsinduktivität des Tiefsetzstellerpulsleichrichtersystems (5) und Eingangsinduktivität des DC/DC-Hochsetzstellers (5) fungiert, bei Unsymmetrie der speisenden Netzspannung (14) oder Phasenausfall des Netzes (2) *dadurch gekennzeichnet*, dass in an sich bekannter Weise der Istwert (4) der Ausgangsspannung des dreiphasigen Tief-Hochsetzstellerpulsleichrichtersystems (1) gemessen und vom Ausgangsspannungssollwert (20) subtrahiert und der so gebildete Regelfehler (21) dem Ausgangsspannungsregler (22) zugeführt wird, welcher in an sich bekannter Weise die im Mittel über eine Netzperiode an den Ausgang zu liefernde Leistung berechnet und dieser Leistungssollwert (23) einer Division (24) durch den Ausgangsspannungswert (4) mit Ausgang (25) und einer Division (26) durch die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung mit Ausgang (27) zugeführt wird und der, der unterlagerten Stromreglung (17) zugeführte Sollwert (28) des Stromes in der Hoch-Tiefsetzstellerinduktivität durch einen Umschalter (29) vom einem der Dividiererausgänge (25) oder (27) abgegriffen wird, wobei der Umschalter (29) für den Fall das die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung über dem Istwert (4) der Ausgangsspannung liegt an den Ausgang (25) des Dividierers (24) und für den Fall, dass die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung unter dem Istwert (4) der Ausgangsspannung liegt an den Ausgang (27) des Dividierers (26) gelegt wird und das so am Wurzelpunkt (30) des Umschalters (29) auftretende Signal (28) einem Begrenzungsglied (31), dessen Ausgang mit dem Sollwerteingang der Stromregelung (17) verbunden ist, zugeführt wird, und dem Begrenzungsglied (31) weiters der Strom (12) in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität (8) zugeführt wird und durch Subtraktion (32) des Istwertes (12) des Stromes in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität vom Ausgang des Begrenzungsgliedes (31) die Stromregelabweichung (33) bestimmt und durch einen Stromregler (34) dynamisch bewertet und so der Sollwert (35) des lokalen Mittelwertes der Spannung über der Tief-Hochsetzstellerinduktivität (8) gebildet wird, dessen Addition (36) mit dem Sollwert (20) der Ausgangsspannung (4) auf den Sollwert (37) der Tiefsetzstellerausgangsspannung (11) führt, welcher nach Begrenzung (38) auf die lokale Tiefsetzstellermaximalspannung (43) an den Eingang (39) einer an sich bekannten Pulsbreitenmodulatorstufe (18) gelegt wird, welches in an sich bekannter Weise Ansteuersignale (41) für die Ventile der Tiefsetzstellerstufe (5) derart ausgibt, dass der Strom in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität (8) so auf die Phasen des Netzes (2) aufgeteilt wird, dass die resultierenden lokalen Mittelwerte der Eingangsphasenströme (13) proportional den zugeordneten Phasenspannungen (14) sind, wofür der Pulsbreitenmodulatorstufe (18) Messwerte (40) der Netzphasenspannungen (14) zugeführt werden, und weiters die Begrenzung (38) auch das Auftreten negativer Modulatoreingangssignale (39) unterbindet und das Tastverhältnis (46) des Hochsetzstellertransis-

tors (9) durch Subtraktion (42) der lokalen Tiefsetzstellermaximalausgangsspannung (43) vom Tiefsetzstellerausgangsspannungssollwert (37) mit Ergebnis (44) und Division (45) der Differenzspannung (44) durch die vorliegende Ausgangsspannung (4) ermittelt wird und der Tastverhältniswert (46) durch eine an sich bekannte Modulatorstufe (19) in ein pulsfrequentes Ansteuersignal (47) des Hochsetzstellertransistors (9) mit entsprechender relativer Einschaltdauer umgeformt wird und am Eingang der Division (45) eine Begrenzung (48) auf Werte größer Null vorgenommen wird, womit für den Fall dass der Tiefsetzstellerausgangssollwert (37) unter der lokalen Tiefsetzstellermaximalausgangsspannung (43) liegt ein Tastverhältnis des Hochsetzstellertransistors (9) von Null resultiert, d.h. der Hochsetzstellertransistor (9) im Sperrzustand verbleibt.

2. Verfahren zur Realisierung von Teilfunktionen der Vorrichtung nach Anspruch 1 *dadurch gekennzeichnet*, dass die durch den Ausgangsspannungsregler (22) in an sich bekannter Weise gebildete, im Mittel über eine Netzperiode an den Ausgang zu liefernde Leistung durch die Summe der Quadrate der Spitzenwerte der nullgrößenfreien Phasenspannungen (14) dividiert und mit der Summe der Quadrate der Momentanwerte der nullgrößenfreien Phasenspannungen (14) multipliziert wird und so der Sollwert (23) der Momentanausgangsleistung der Tiefsetzstellerstufe (5) bzw. der aus dem Netz (2) aufzunehmenden Leistung gebildet wird und durch eine Begrenzung (31) der innerhalb einer Netzperiode auftretenden Spitzenwert des Stromes (12) in der Tief-Hochsetzstellerinduktivität ermittelt wird und für den Fall dass dieser Spitzenwert einen Dimensionierungsgrenzwert überschreitet, der Stromregelschleife (17) ein, durch proportionale Abschwächung des Eingangssignales (28) des Begrenzungsgliedes (31) gebildetes Sollsignal zuführt wird, für welches der Stromistwert stets unterhalb des Dimensionierungsgrenzwertes verbleibt und das Begrenzungsglied (31) weiters das Auftreten negativer Sollwerte am Eingang der Stromregelung (17) unterbindet.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

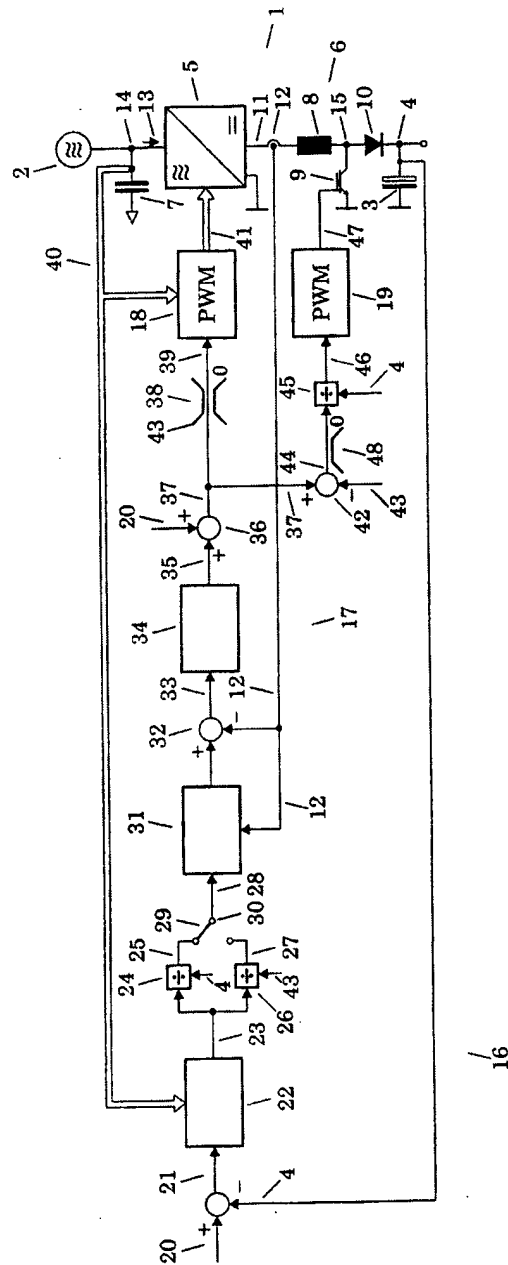


Fig. 1