



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **699 531 B1**

(51) Int. Cl.: **G01R 19/00** (2006.01)
H02M 7/217 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinerischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00311/06

(22) Anmeldedatum: 28.02.2006

(24) Patent erteilt: 31.03.2010

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.03.2010

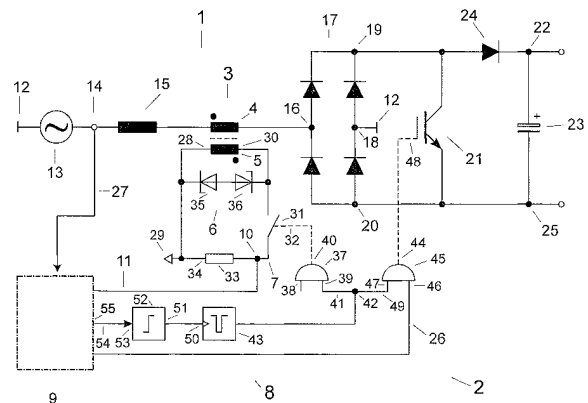
(73) Inhaber:
ETH Zürich, ETH transfer, Rämistrasse 101
8092 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
Johann W. Kolar, 8044 Zürich (CH)
Johann Miniböck, 3752 Walkenstein (AU)

(74) Vertreter:
Frei Patentanwaltsbüro AG, Postfach 1771
8032 Zürich (CH)

(54) **Vorrichtung zur Messung Gleichanteil-behafteter Wechselströme mittels eines Wechselstromwandlers.**

(57) Zur Messung des Wechsel- und Gleichstromanteils des Eingangsstromes eines unidirektionalen Pulsleichrichtersystems (1) wird ein AC-Stromwandler (3) mit einer Primärwicklung (4) und einer Sekundärwicklung (5), einer direkt parallel zur Sekundärwicklung (5) liegenden Entmagnetisierungsvorrichtung (6), und einem schaltbaren Abschlusswiderstand (33) in einer Sekundärkreisschaltung (7), und einer Steuerschaltung (8) eingesetzt. Die Steuerschaltung (8) erhält Eingangssignale von einer übergeordneten, dem Stand der Technik entsprechenden Steuer- und Regelvorrichtung (9). Das Messsignal des Eingangsstromes tritt am Ausgang (10) der Vorrichtung (2) auf und wird über eine Signalleitung (11) der übergeordneten Regelvorrichtung (9) zugeführt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung eines Gleichanteil-behafteten Wechselstromes, welche bei Einsatz von AC-Wandlern die Erfassung eines Gleichanteils des Eingangstromes respektive Netzstromes von Pulsleichrichtersystemen erlaubt und so eine Strommessung mit geringem Realisierungsaufwand und hoher Bandbreite ermöglicht.

Stand der Technik

[0002] Zur Vermeidung von Netzurückwirkungen werden am Eingang von Telekom-Stromversorgungsmodulen oder industriellen Automatisierungssystemen vielfach Gleichrichtersysteme mit sinusförmiger, d.h. proportional zur speisenden Netzspannung geregelter Stromaufnahme eingesetzt, wobei zur Vermeidung einer Belastung des Netzes mit Gleichstrom der Istwert des Eingangstromes und damit des Netzstromes mittels eines, auch Gleichkomponenten erfassenden, potentialfreien magnetischen Stromsensors (DC-Stromwandler) gemessen wird. Würde der Stromsensor durch einen einfachen Wechselstromwandler (AC-Stromwandler) realisiert, würde ein stationärer Gleichanteil des Netzstromes nicht in das als Spannungsabfall am Abschlusswiderstand (Bürde) der Sekundärwicklung abzugreifende Stromistwertsignal abgebildet und könnte somit durch die Regelung nicht korrigiert werden. Weiters bestünde dann die Gefahr einer abschnittweisen magnetischen Sättigung des AC-Wandlers, welche zu einer hohen Stromregelabweichung bzw. Verzerrung des Netzstromes führen würde.

[0003] Allerdings liegen die Realisierungskosten von DC-Stromwandlern erheblich über jenen von AC-Wandlern, wodurch die Ersetzbarkeit stark eingeschränkt wird. Alternativ zur Strommessung einsetzbare Messwiderstände weisen insbesondere den Nachteil fehlender Potentialfreiheit auf; eine Analog-Digital-Konversion und anschliessende Potentialtrennung des Messsignals reduziert die Bandbreite der Stromerfassung erheblich, eine Anwendung ist daher nur bei Pulsleichrichtersystemen geringer Taktfrequenz möglich.

Detaillierte Darstellung der Erfindung

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zu schaffen, welche bei Einsatz von AC-Wandlern die Erfassung eines Gleichstromanteils des Eingangstromes von Pulsleichrichtersystemen erlaubt und so eine Strommessung mit geringem Realisierungsaufwand und hoher Bandbreite ermöglicht.

[0005] Erfindungsgemäss wird dies durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist dem abhängigen Anspruch zu entnehmen.

[0006] Bei Pulsleichrichtersystemen wird der Netzstrom proportional zur Netzspannung geregelt und zeigt demgemäss einen ideal sinusförmigen Verlauf mit periodischen Nulldurchgängen. Grundgedanke der Erfindung ist, diese Nulldurchgänge für eine vollständige Entmagnetisierung des AC-Wandlers zu nutzen, d.h. einen gegebenenfalls vorliegenden magnetischen Fluss im Kern des AC-Wandlers bei Primärstrom Null innerhalb eines kurzen Zeitintervalls nach dem Nulldurchgang vollständig abzubauen und so die jeweils nächstfolgende Netzperiode sicher ohne Vormagnetisierung zu beginnen. Der Primärstrom wird hierbei innerhalb des Entmagnetisierungsintervalls durch entsprechende Ansteuerung der Leistungstransistoren des Pulsleichrichtersystems auf dem Wert Null gehalten.

[0007] Ist der zu messende Strom ein reiner Wechselstrom, wird die Magnetisierung am Ende der nächstfolgenden Netzperiode wieder den Ausgangswert Null erreichen. Liegt ein geringer Gleichstromanteil des Eingangstromes vor, wird der Stromverlauf innerhalb der Netzperiode davon unabhängig richtig in eine Spannung an der Bürde abgebildet, d.h. auch die Bürdespannung wird einen Gleichanteil aufweisen, allerdings wird am Ende der Netzperiode eine magnetische Aussteuerung des Magnetkernes verbleiben. Diese Aussteuerung wird nun erfindungsgemäss vollständig abgebaut und so wieder der eigentliche magnetische Ausgangszustand erreicht, d.h. ein letztlich zur teilweisen magnetischen Sättigung führendes Ansteigen einer Vormagnetisierung vermieden.

[0008] Die magnetische Auslegung des Wandlers hat für das erfindungsgemässe Verfahren so zu erfolgen, dass der durch die Amplitude des Wechsel- und das Niveau des Gleichstromanteiles des Eingangstromes bestimmte Maximalwert der unidirektionalen magnetischen Aussteuerung unterhalb der Sättigungsgrenze des Magnetmaterials liegt, wobei die maximale Induktion i.Allg. nach einer Netzstromhalbschwingung auftreten wird.

[0009] Zur Regelung des Netzstromes wird bei unidirektionalen ein- und dreiphasigen Pulsleichrichtersystemen i.Allg. ein Transistor je Phase eingesetzt. Bei Abschalten des Transistors wird der Phasenstrom, also der Eingangstrom der jeweiligen Phase, über einen Freilaufpfad gegen die die Netzspannung überwiegende Ausgangsspannung abgebaut und verbleibt anschliessend auf dem Wert Null. Um während der Entmagnetisierung des Wandlers Primärstrom Null sicherzustellen, wird daher die Ansteuerung des Leistungstransistors jener Phase, in welcher die Primärwicklung des Stromwandlers angeordnet ist, für ein kurzes, nach dem Stromnulldurchgang oder symmetrisch um den Stromnulldurchgang liegendes Intervall gesperrt und weiters die Bürde durch einen signalelektronischen Schalter einseitig von der Sekundärwicklung des AC-Wandlers getrennt. Die Detektion des Nulldurchgangs kann dabei mittels eines Komparators mit dem Stromsollwert als Eingang und dem Vergleichswert Null erfolgen und das Sperrintervall durch ein flankengetriggertes, durch den Komparatorausgang angesteuertes Zeitglied gebildet werden. Der Magnetisierungsstrom des Wandlers tritt, nachdem der Primärstrom zu Null geworden ist, sekundärseitig auf und fliesst gegen eine, parallel zur Sekundärwicklung liegende, durch eine Gegen-Serienschaltung von Zenerdioden aufgebrachte, jedenfalls über der im Nennbetrieb an

der Bürde maximal auftretenden Spannung liegende Entmagnetisierungsspannung, welche so hoch gewählt wird, dass die durch den maximalen Gleichstromanteil des Eingangsstromes verursachte magnetische Aussteuerung innerhalb des Sperrintervalls sicher eliminiert wird. Darauf folgend wird der Leistungstransistor der Phase wieder zur Ansteuerung durch die Eingangsstromregelung freigegeben und die Bürde wieder mit der Sekundärwicklung verbunden.

[0010] Die kurze Sperrung der Leistungstransistoren führt zu einer nur geringfügigen Verzerrung des Netzstromes im Nulldurchgang, welche i.Allg. in Kauf genommen werden kann und keine signifikante Verringerung des Leistungsfaktors des Pulsleichrichtersystems zur Folge hat.

[0011] Grundsätzlich muss die Entmagnetisierung des AC-Wandlers nicht nach jeder Netzperiode erfolgen, sondern kann auch in grösserem zeitlichem Abstand vorgenommen werden. Das erfindungsgemässe Grundkonzept bleibt dadurch unbeeinflusst, weshalb eine nähere Beschreibung unterbleiben soll. Weiters kann anstelle des Eingangsstromsollwertes auch die zugehörige Phasenspannung oder der Eingangsstromwert zur Bestimmung des Stromnulldurchganges herangezogen werden, wobei allerdings zur Unterdrückung schaltfrequenter Komponenten eine Tiefpassfilterung am Komparator-eingang vorzusehen ist, welche zu einer Phasenverschiebung führt, die durch eine entsprechende Verschiebung (Offset) des Vergleichswertes des Komparators ausgeglichen werden kann, sodass die Umschaltung des Komparatorausgangs tatsächlich bei Strom Null (bezogen auf den niederfrequenten, sinusförmigen Stromanteil des Eingangsstromes) erfolgt.

[0012] Pulsleichrichtersysteme können grundsätzlich unidirektional oder bidirektional ausgeführt werden. Bidirektionale Systeme erlauben eine Umkehr der Richtung des Leistungsflusses, demgemäss sind je Phase zwei, i.Allg. im Gegentakt gesteuerte Leistungstransistoren vorgesehen.

[0013] Um das beschriebene Strommesskonzept für bidirektionale Pulsleichrichtersysteme einsetzen zu können, ist innerhalb des Entmagnetisierungsintervalls wieder der Primärstrom des jeweiligen AC-Wandlers auf null zu halten. Dies wird dadurch erreicht, dass sämtliche Leistungstransistoren für die Dauer der Entmagnetisierung gesperrt werden. Das Pulsleichrichtersystem arbeitet dann als ein- oder dreiphasige Diodenbrücke, der betreffende Eingangsstrom respektive Phasenstrom wird auf null abgebaut und verbleibt auf diesem Wert. Die Funktion der Strommessung ist dann gleich wie für unidirektionale Systeme, womit eine nähere Beschreibung unterbleiben kann.

[0014] Eine bevorzugte Ausführung der Entmagnetisierungsvorrichtung auf der Sekundärseite der Vorrichtung nach Patentanspruch 1 beschreibt der Patentanspruch 2.

[0015] Um innerhalb des Entmagnetisierungsintervalls bei Primärstrom Null und weggeschalteter Bürde einen Abbau einer gegebenenfalls vorliegenden Magnetisierung des Kernes des AC-Wandlers zu erreichen, ist der dann sekundärseitig fliessende Magnetisierungsstrom gegen eine entmagnetisierende Spannung zu führen. Liegt eine positive und negative Hilfsspannung zur Versorgung der Signalelektronik für die Auswertung des Messsignals vor, kann die Entmagnetisierung über Klemmdioden gegen die positive oder negative Hilfsspannung erfolgen. Hierbei wird ein Ende der Sekundärwicklung mit dem Hilfsspannungsbezugspotential verbunden und vom zweiten Ende der Sekundärwicklung eine obere Klemmdiode in Flussrichtung gegen die positive Hilfsspannungsschiene und ausgehend von der negativen Hilfsspannungsschiene eine untere Klemmdiode in Flussrichtung gegen das zweite Ende der Sekundärwicklung geschaltet.

[0016] Ein positiver, d.h. im Entmagnetisierungsintervall vom Bezugspotential über die Sekundärwicklung gegen das zweite Wicklungsende fliessender Magnetisierungsstrom schliesst sich dann über die obere Klemmdiode und die positive Hilfsspannung, womit die positive Hilfsspannung als entmagnetisierende Spannung an der Sekundärwicklung auftritt. Ein analoges Verhalten ist für negatives Vorzeichen des Magnetisierungsstromes gegeben, wo die negative Hilfsspannung entmagnetisierend wirkt.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung für unidirektionale ein- oder dreiphasige Pulsleichrichtersysteme wird der Netzstrom in jeder Phase i.Allg. an den Wurzelpunkt eines Eingangs-Diodenbrücken-zweiges geführt und über einen gleichspannungsseitig angeordneten Leistungstransistor geregelt. Unabhängig von der detaillierten Ausführung des Systems ist dabei während einer Netzstromhalbschwingung jeweils nur eine der beiden Dioden des ein-gangsseitigen Diodenbrücken-zweiges stromführend, die andere Diode verbleibt stromlos. Erfindungsgemäss wird nun in Serie zur oberen Diode des Eingangs-Diodenbrücken-zweiges eine Primärwicklung eines oberen und in Serie zur unteren Diode des Eingangs-Diodenbrücken-zweiges eine Primärwicklung eines unteren Stromwandlers gelegt, wobei der Wicklungsanfang der oberen Primärwicklung am Wurzelpunkt und der Wicklungsanfang der unteren Primärwicklung an dem dem Wurzelpunkt abgewandten Ende liegt und beide Primärwicklungen mit gleicher Windungszahl ausgeführt sind. Die Sekundärwicklungen des oberen und des unteren Stromwandlers weisen gleiche Windungszahlen und den gleichen Wicklungssinn wie die zugehörigen Primärwicklungen auf. Das Wicklungsende der oberen Sekundärwicklung und der Wicklungsanfang der unteren Sekundärwicklung werden mit dem Bezugspotential der Signalelektronik verbunden und vom Wicklungsanfang der oberen Sekundärwicklung eine obere Entkopplungsdioden in Flussrichtung und ein oberer Abschlusswiderstand gegen den Summierpunkt (negativer Differenzeingang) eines Summierverstärkers mit Rückkoppelwiderstand zwischen Verstärkerausgang und Summierpunkt und auf Bezugspotential liegendem positivem Differenzeingang geschaltet. Weiters wird ausgehend von diesem Summierpunkt ein weiterer Abschlusswiderstand gleichen Ohmwertes mit einer Seriendiode in Flussrichtung gegen das Wicklungsende der unteren Sekundärwicklung gelegt. Schliesslich ist ausgehend vom Bezugspotential ein oberer Entmagnetisierungszweig, bestehend aus einer Entmagnetisierungs-Zenerdiode in Durchbruchrichtung mit einer oberen Seriendiode in Flussrichtung parallel zur oberen Sekundärwicklung angeordnet und weiters ausgehend Wicklungsende der unteren Sekundärwicklung ein unterer Entmagnetisierungszweig, gebildet aus

einer unteren Entmagnetisierungs-Zenerdiode in Durchbruchrichtung mit einer unteren Seriendiode in Flussrichtung gegen Bezugspotential, also parallel zur unteren Sekundärwicklung angeordnet.

[0018] Ist nun bei positivem, d.h. physikalisch gegen den Wurzelpunkt fließendem Eingangsstrom die obere Diode des Eingangs-Diodenbrückenzeiges und somit die obere Primärwicklung stromführend, wird sekundärseitig, getrieben von der oberen Sekundärwicklung ein Strom über die obere Entkopplungsdiode und den oberen Abschlusswiderstand gegen den, virtuell auf Bezugspotential liegenden, Summierpunkt geführt, entsprechend tritt ein Strommesssignal am Summierverstärkerausgang auf. Der obere Entmagnetisierungspfad verbleibt dabei wegen des Sperrens der oberen Seriendiode stromlos. Weiters tritt auch im unteren Abschlusswiderstand wegen der stromlosen unteren Primärwicklung kein Stromfluss und somit kein Beitrag zum Ausgangssignal des Summierverstärkers auf. Wechselt nun entsprechend dem sinusförmigen Verlauf der Eingangsstrom sein Vorzeichen, wird die untere Diode des Eingangsdioden-Brückenzeiges und somit die untere Primärwicklung stromführend, und die obere Diode des Eingangsdioden-Brückenzeiges sperrt. Somit wird der Strom in der oberen Primärwicklung zu Null und der Magnetisierungsstrom des oberen Stromwandlers schliesst sich über den oberen Entmagnetisierungspfad, womit der Wicklungsanfang der oberen Sekundärwicklung ein negatives Potential annimmt, und die obere Entkopplungsdiode mit Sperrspannung beaufschlagt wird und so ein Stromfluss über den oberen Abschlusswiderstand unterbunden wird. Das Ausgangssignal des Summierverstärkers wird somit, analog zu obiger Erklärung für die positive Stromhalbschwingung ausschliesslich durch den Strom in der unteren Primärwicklung bestimmt. Die Durchbruchspannung der oberen Zenerdiode wird so gewählt, dass die Entmagnetisierung des oberen Stromwandlers jedenfalls innerhalb der negativen Stromhalbschwingung abgeschlossen wird. Sinngemäss Gleiches gilt für den unteren Entmagnetisierungsweig.

[0019] Zusammenfassend wird so ohne Änderung des Ansteuerbefehls eines Transistors oder aktives Wegschalten eines Abschlusswiderstandes die Messung eines Gleichstromanteils eines Eingangsstroms mittels zweier Stromwandler möglich, wobei die Ausgangssignale der Stromwandler mittels eines Summierverstärkers zum Abbild des eigentlichen Eingangsstromes kombiniert werden und jeder Stromwandler während der Stromführung des jeweiligen anderen Wandlers vollständig entmagnetisiert und somit auch bei Auftreten eines Gleichstromanteils des Eingangsstromes eine Sättigung sicher verhindert wird.

[0020] Eine hinsichtlich Realisierungsaufwand der Entmagnetisierungsvorrichtungen vorteilhafte Modifikation der Vorrichtung ist die folgende:

[0021] Hierbei wird erfindungsgemäss als Entmagnetisierungsspannung der oberen Sekundärwicklung die negative Hilfsspannung und als Entmagnetisierungsspannung der unteren Sekundärwicklung die positive Hilfsspannung zur Versorgung der Signalelektronik herangezogen, also anstelle des oberen Entmagnetisierungszeiges eine obere Entmagnetisierungsdiode von der negativen Hilfsspannungsschiene in Flussrichtung gegen den Wicklungsanfang der oberen Sekundärwicklung gelegt und anstelle des unteren Entmagnetisierungszeiges eine untere Entmagnetisierungsdiode vom Wicklungsende der unteren Sekundärwicklung gegen die positive Hilfsspannungsschiene geschaltet.

Aufzählung der Zeichnungen

[0022] Die Erfindung wird im Weiteren anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Prinzipschaltbild der erfindungsgemässen Vorrichtung nach Patentanspruch 1 in Verbindung mit dem Leistungsteil eines unidirektionalen Einphasen-Pulsleichrichtersystems.

In Fig. 2 ist das Schaltbild einer Vorrichtung in Verbindung mit einer Phase des Leistungsteiles eines unidirektionalen Dreipunkt-Dreiphasenpulsleichrichtersystems gezeigt.

Ausführung der Erfindung

[0023] In Fig. 1 wird zur Messung des Wechsel- und Gleichstromanteils des Eingangsstromes eines unidirektionalen Pulsleichrichtersystems 1 eine erfindungsgemässe Vorrichtung 2 nach Patentanspruch 1 mit einem AC-Stromwandler 3 mit einer Primärwicklung 4 und einer Sekundärwicklung 5, einer direkt parallel zur Sekundärwicklung 5 liegenden Entmagnetisierungsvorrichtung 6, und einem schaltbaren Abschlusswiderstand 33 in einer Sekundärkreisschaltung 7, und einer Steuerschaltung 8 eingesetzt, welche Eingangssignale von einer übergeordneten, dem Stand der Technik entsprechenden Steuer- und Regelvorrichtung 9 erhält. Das Messsignal des Eingangsstromes tritt am Ausgang 10 der Vorrichtung 2 auf und wird über eine Signalleitung 11 der übergeordneten Regelvorrichtung 9 zugeführt.

[0024] Der Leistungsteil des Pulsleichrichtersystems 1 ist in bekannter Weise durch eine, mit einer Klemme am Nullleiter 12 des Netzes liegende, Ersatz-Wechselspannungsquelle 13 dargestellt, von deren zweiter Klemme 14 eine Vorschaltinduktivität 15 über die Primärwicklung 4 des AC-Stromwandlers 3 gegen den ersten Wechselspannungseingang 16 einer Einphasen-Diodenbrücke 17 gelegt ist, deren zweiter Wechselspannungseingang 18 mit dem Nullleiter 12 des Netzes verbunden ist. Zwischen der positiven Ausgangsklemme 19 und der negativen Ausgangsklemme 20 der Einphasen-Diodenbrücke 17 ist ein Leistungstransistor 21 in Flussrichtung angeordnet, bei dessen Einschalten die Ausgangsklemmen 19 und 20 der Einphasen-Diodenbrücke 17 kurzgeschlossen werden, womit die Netzspannung 13 physikalisch über der Vorschaltinduktivität 15 auftritt und den Eingangsstrom erhöht. Nach dem Abschalten des Leistungstransistors 21 wird

der durch die Vorschaltinduktivität 15 eingeprägte Strom von der, von der positiven Ausgangsklemme 19 der Einphasendi-odenbrücke 17 in Flussrichtung gegen die positive Klemme 22 des, die Ausgangsspannung des Pulsleichrichtersystems 1 stützenden Ausgangskondensators 23 führenden Ausgangsdiode 24 übernommen, und über den mit der zweiten negativen Klemme 25 am negativen Ausgang 20 der Einphasen-Diodenbrücke 17 liegenden Ausgangskondensator 23 geführt, wobei der Strom in der Vorschaltinduktivität 15 aufgrund des Überwiegens der Ausgangsspannung über die Netzspannung 13 verringert wird.

[0025] Durch entsprechende Wahl des, durch die übergeordnete Regelvorrichtung 9 vorgegebenen, Ansteuersignals 26 des Leistungstransistors 21 kann so ein der Netzspannung 13, welche über eine Signalleitung 27 ebenfalls der Regelvorrichtung 9 zugeführt wird, proportionaler Verlauf des Stromes in der Vorschaltinduktivität 15 bzw. eine sinusförmige Stromaufnahme des Pulsleichrichtersystems 1 erreicht werden.

[0026] Die Sekundärwicklung 5 des AC-Stromwandlers 3 ist mit dem Wicklungsende 28 mit dem Bezugspotential 29 der das Pulsleichrichtersystem steuernden Vorrichtungen 2 und 9 verbunden. Der Wicklungsanfang 30 der Sekundärwicklung 5 wird über einen elektronischen Schalter 31 mit Steuereingang 32 mit dem ersten Ende 10 des Abschlusswiderstandes 33 verbunden, dessen zweites Ende 34 am Bezugspotential 29 liegt. Weiters ist zwischen Wicklungsanfang 30 und Wicklungsende 28 der Sekundärwicklung 5 die durch eine Gegenserienschaltung von Zenerdioden 35 und 36 gebildete Entmagnetisierungsvorrichtung 6 angeordnet. Das Strommesssignal wird, wie oben erwähnt am ersten Ende 10 des Abschlusswiderstandes 33 gegenüber Bezugspotential 29 abgegriffen.

[0027] Die Ansteuerung des, im durchgeschalteten Zustand eine bidirektionale Verbindung herstellenden und im gesperrten Zustand Spannungen beider Polaritäten sperrenden, elektronischen Schalters 31 erfolgt über einen ersten Logiktreiber 37 mit UND-Verknüpfung der beiden Eingänge 38 und 39, dessen Ausgang 40 an den Steuereingang 32 des elektronischen Schalters 31 geführt ist. Der erste Eingang 38 des ersten Logiktreibers 37 wird fest auf logisch HIGH gelegt, der zweite Eingang 39 wird über eine Verbindungsleitung 41 an den Ausgang 42 eines Zeitgliedes 43 gelegt.

[0028] Für die Ansteuerung des Leistungstransistors 21 wird der Ausgang 44 eines zweiten Logiktreibers 45 mit UND-Verknüpfung der beiden Eingänge 46 und 47 an den Steuereingang 48 des Leistungstransistors 21 geführt. Der erste Eingang 46 des zweiten Logiktreibers 45 wird dabei durch das von der übergeordneten Regelvorrichtung 9 abgegebene Steuersignal 26 gebildet, der zweite Eingang 47 wird über eine Verbindungsleitung 49 an den Ausgang 42 des Zeitgliedes 43 gelegt.

[0029] Schliesslich ist der Eingang 50 des Zeitgliedes 43 an den Ausgang 51 eines Komparators 52 mit Vergleichswert Null gelegt, dessen Eingang 53 durch das über eine Verbindungsleitung 54 von der übergeordneten Regelvorrichtung 9 abgegriffene Sollwertsignal 55 des Eingangstromes des Pulsleichrichtersystems 1 gebildet wird.

[0030] Durch den Komparator 52 wird so das Eingangstromsollwertsignal 55 in ein Rechtecksignal 51 mit gleichen Nulldurchgängen umgewandelt. Das Zeitglied 43 wird nun durch positive Flanken dieses Rechtecksignals 51 getriggert und gibt so nach jedem Nulldurchgang des Eingangstromsollwertes 55 von negativen zu positiven Werten für ein, gegenüber der Netzperiode kurzes Sperrintervall logisch LOW aus und kehrt dann für den Rest der Netzperiode wieder in den Ausgangszustand logisch HIGH zurück. Durch das LOW-Signal am Ausgang des Zeitgliedes 43, welches, wie vorstehend ausgeführt auch am jeweils zweiten Eingang 39 und 47 des ersten und zweiten Logiktreibers 37 und 45 anliegt, werden die Ausgänge des ersten und zweiten Logiktreibers 37 und 45 auf logisch LOW gezwungen und so der elektronische Schalter 31 und der Leistungstransistor 21 geöffnet, d.h. ein ggf. noch in der Vorschaltinduktivität 15 fliessender Strom auf null abgebaut und dieser Wert für den Rest des Sperrintervalls beibehalten und der Abschlusswiderstand 33 für das Sperrintervall einseitig von der Sekundärwicklung 5 getrennt, womit ein Magnetisierungsstrom des Wandlers nun sekundärseitig auftritt und über die Entmagnetisierungsvorrichtung 6 fliesst, welche dann eine jedenfalls über der im Nennbetrieb an der Bürde auftretenden Spannung liegende Entmagnetisierungsspannung bildet, die so hoch gewählt wird, dass eine, durch einen Gleichstromanteil des Eingangstromes verursachte, resultierende magnetische Aussteuerung des AC-Wandlers innerhalb der letzten Netzperiode während des Sperrintervalls sicher abgebaut wird. Nach Ablauf der Sperrzeit kehrt der Ausgang des Zeitgliedes 43 wieder in den Zustand logisch HIGH zurück, das durch die Regelvorrichtung 9 ausgegebene Ansteuersignal 26 wird wieder an den Steuereingang 48 des Leistungstransistors 21 gelegt, d.h. die Regelung des Eingangstromes wieder freigegeben und der Abschlusswiderstand 33 wieder mit der Sekundärwicklung 5 verbunden und so der Istwert des Eingangstromes wieder erfasst.

[0031] Hervorzuheben ist, dass die Ersetzbarkeit der erfindungsgemässen Vorrichtung nicht an die wechsellspannungsseitige Anordnung der Eingangsinduktivität 15 des Pulsleichrichtersystems 1 gebunden ist, sondern in genau gleicher Form auch für den Fall erfolgen kann, dass die Induktivität in bekannter Form gleichspannungsseitig, z.B. zwischen der positiven Ausgangsklemme der Einphasen-Diodenbrücke 17 und dem Kollektor des Leistungstransistors 21, eingefügt wird.

[0032] Ein Eingriff in die Ansteuerung des Leistungstransistors 21 und ein Wegschalten der Bürde kann für die in Fig. 2 gezeigte Ausführung entfallen. Im Sinne der leichteren Verständlichkeit und Vergleichbarkeit werden im Zuge der weiteren Beschreibung für gegenüber Fig. 1 gleiche Bauelemente oder Funktionsgruppen gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0033] Die erfindungsgemässe Vorrichtung 56 kann zur Messung des Eingangstromes eines ein- oder dreiphasigen unidirektionalen Pulsleichrichtersystems eingesetzt werden und ist im vorliegenden Fall in Verbindung mit der auf eine Phase beschränkten Darstellung 57 eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsleichrichtersystems dargestellt.

[0034] Der Phasenzweig 57 des Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsleichrichtersystems wird in bekannter Weise durch eine, mit einer Klemme am Nulleiter 12 des Netzes liegende, Ersatz-Wechselspannungsquelle 13 gespeist, von deren zweiter Klemme 14 eine Vorschaltinduktivität 15 gegen den ersten Wechselspannungseingang 16 einer Einphasen-Diodenbrücke 17 gelegt ist, deren zweiter Wechselspannungseingang 18 mit dem Mittelpunkt 58 der Ausgangsspannung des Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsleichrichtersystems verbunden ist. Zwischen der positiven Ausgangsklemme 19 und der negativen Ausgangsklemme 20 der Einphasen-Diodenbrücke 17 ist ein Leistungstransistor 21 in Flussrichtung angeordnet, bei dessen Einschalten die Ausgangsklemmen 19 und 20 der Einphasen-Diodenbrücke 17 kurzgeschlossen werden, womit die Netzphasenspannung 13 zu einer Erhöhung des Eingangsstromes führt. Nach dem Abschalten des Leistungstransistors 21 wird der durch die Vorschaltinduktivität 15 eingepreßte Strom bei positivem Vorzeichen von der, von der positiven Ausgangsklemme 19 der Einphasendiodenbrücke 17 in Flussrichtung gegen die positive Klemme 22 eines, die obere Ausgangsspannungsteilspannung des Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsleichrichtersystems stützenden oberen Ausgangskondensators 59 führende obere Ausgangsdiode 24 übernommen, bei negativem Vorzeichen wird die von der negativen Klemme 25 der Ausgangsspannung bzw. der negativen Klemme des die untere Ausgangsteilspannung des Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsleichrichtersystems stützenden unteren Ausgangskondensators 60 in Flussrichtung gegen die negative Klemme 20 der Einphasen-Diodenbrücke 17 gelegte untere Ausgangsdiode leitend; in beiden Fällen resultiert eine Verringerung des Eingangsstromes, womit durch entsprechende Ansteuerung des Leistungstransistors 21 der Eingangsstrom proportional zur zugehörigen Netzphasenspannung 13 bzw. sinusförmig geregelt werden kann. Die jeweils zweiten Klemmen des oberen und des unteren Ausgangskondensators 59 und 60 sind an den Ausgangsspannungsmittelpunkt 58 gelegt; würde der Ausgangsspannungsmittelpunkt 58 mit dem Nulleiter 12 des Netzes verbunden könnte der Phasenzweig direkt auch als Einphasen-Pulsleichrichtersystem eingesetzt werden.

[0035] Entsprechend der Sinusform ist während einer Halbschwingung des Eingangsstromes jeweils nur eine der beiden Dioden des eingangsseitigen Brückenweiges 61 der Einphasen-Diodenbrücke 17 mit Wurzelpunkt 16 stromführend, die andere Diode verbleibt dann stromlos. Erfindungsgemäss wird nun in Serie zur oberen, mit der Kathode an der positiven Ausgangsklemme 19 der Einphasendiodenbrücke 17 liegenden Diode 62 des eingangsseitigen Diodenbrückenweiges 61 die Primärwicklung 63 eines oberen AC-Stromwandlers 64 und in Serie zur unteren, mit der Anode an der negativen Ausgangsklemme 20 der Einphasen-Diodenbrücke 17 liegenden Diode 65 des eingangsseitigen Diodenbrückenweiges 61 eine Primärwicklung 66 eines unteren AC-Stromwandlers 67 gelegt, wobei der Wicklungsanfang 68 der oberen Primärwicklung 63 am Wurzelpunkt 16 und der Wicklungsanfang 69 der unteren Primärwicklung 66 an dem dem Wurzelpunkt 16 abgewandten Ende liegt und beide Primärwicklungen 63 und 66 mit gleicher Windungszahl ausgeführt sind. Auch die Sekundärwicklung 70 des oberen AC-Stromwandlers 64 und die Sekundärwicklung 71 des unteren AC-Stromwandlers 67 weisen gleiche Windungszahlen und den gleichen Wicklungssinn wie die zugehörigen Primärwicklungen 63 und 66 auf. Das Wicklungsende 72 der oberen Sekundärwicklung 70 und der Wicklungsanfang 73 der unteren Sekundärwicklung 71 werden mit dem Bezugspotential 29 der Signalelektronik verbunden und vom Wicklungsanfang 74 der oberen Sekundärwicklung 70 eine obere Entkopplungsdiode 75 in Flussrichtung mit einem oberen Abschlusswiderstand 76 in Serie gegen den Summierpunkt 77 (negativer Differenzeingang) eines Summierverstärkers 78 mit Rückkoppelwiderstand 79 zwischen Verstärkerausgang 80 und Summierpunkt 77 und auf Bezugspotential 29 liegendem positivem Differenzeingang 81 geschaltet. Weiters wird ausgehend vom Summierpunkt 77 ein unterer Abschlusswiderstand 82 gleichen Ohmwertes wie der obere Abschlusswiderstand 76 mit einer Seriendiode 83 in Flussrichtung gegen das Wicklungsende 84 der unteren Sekundärwicklung 71 gelegt. Schliesslich ist ausgehend vom Bezugspotential 29 eine obere Entmagnetisierungsvorrichtung 85, bestehend aus einer Entmagnetisierungs-Zenerdiode 86 in Durchbruchrichtung mit einer oberen Seriendiode 87 in Flussrichtung parallel zur oberen Sekundärwicklung 70 angeordnet und weiters ausgehend vom Wicklungsende 84 der unteren Sekundärwicklung 71 eine untere Entmagnetisierungsvorrichtung 88, gebildet aus einer unteren Entmagnetisierungs-Zenerdiode 89 in Durchbruchrichtung mit einer unteren Seriendiode 90 in Flussrichtung gegen Bezugspotential 29, also parallel zur unteren Sekundärwicklung 71 angeordnet.

[0036] Ist nun bei positivem, d.h. physikalisch gegen den Wurzelpunkt 16 fliessendem Eingangsstrom die obere Diode 62 des eingangsseitigen Diodenbrückenweiges 61 und somit die obere Primärwicklung 63 stromführend, wird sekundärseitig, getrieben von der oberen Sekundärwicklung 70 ein entsprechend dem Windungszahlverhältnis des oberen AC-Wandlers 64 übersetzter Strom über die obere Entkopplungsdiode 75 und den oberen Abschlusswiderstand 76 gegen den virtuell auf Bezugspotential 29 liegenden Summierpunkt 77 geführt und tritt als entsprechendes Spannungssignal am Ausgang 80 des Summierverstärkers 78 auf. Die obere Entmagnetisierungsvorrichtung 85 verbleibt dabei wegen des Sperrens der oberen Seriendiode 87 stromlos. Weiters tritt auch im unteren Abschlusswiderstand 82 wegen der stromlosen unteren Primärwicklung 66 kein Stromfluss und somit kein Beitrag zum Ausgangssignal des Summierverstärkers 78 auf. Wechselt nun der Eingangsstrom, entsprechend dem sinusförmigen, netzspannungsproportionalen Verlauf, sein Vorzeichen, wird die untere Diode 65 des eingangsseitigen Brückenweiges 61 und somit die untere Primärwicklung 66 stromführend, und die obere Diode 62 des eingangsseitigen Diodenbrückenweiges 61 sperrt. Somit wird der Strom in der oberen Primärwicklung 63 zu Null, und der Magnetisierungsstrom des oberen Stromwandlers 64 schliesst sich über die obere Entmagnetisierungsvorrichtung 85, womit der Wicklungsanfang 74 der oberen Sekundärwicklung 70 ein negatives Potential annimmt, und so die obere Entkopplungsdiode 75 mit Sperrspannung beaufschlagt wird und ein Stromfluss über den oberen Abschlusswiderstand 76 unterbunden wird. Das Ausgangssignal des Summierverstärkers wird somit, analog zu obiger Erklärung für die positive Eingangsstromhalbschwingung ausschliesslich durch den Strom in der unteren Primärwicklung 66 bestimmt. Die Durchbruchspannung der oberen Entmagnetisierungs-Zenerdiode 86 wird so gewählt,

dass die Entmagnetisierung des oberen Stromwandlers 64 jedenfalls innerhalb der negativen Stromhalbschwingung abgeschlossen wird. Sinngemäss Gleiches gilt für die untere Entmagnetisierungsvorrichtung 88.

[0037] Zusammenfassend wird so ohne Änderung des Ansteuerbefehles eines Transistors 21 oder aktives Wegschalten eines Abschlusswiderstandes die Messung eines gleichanteilbehafteten Eingangsstromes mittels zweier AC-Stromwandler 64 und 67 ermöglicht, wobei die Ausgangssignale der AC-Stromwandler 64 und 67 mittels eines Summierverstärkers zum Abbild des eigentlichen, am Verstärkerausgang 80 auftretenden Eingangsstromes kombiniert werden und jeder der AC-Stromwandler 64 und 67 während der Stromführung des jeweiligen anderen Wandlers vollständig entmagnetisiert und somit eine magnetische Sättigung sicher verhindert wird.

Patentansprüche

- Vorrichtung zur Messung eines gleichanteilbehafteten Wechselstroms als Eingangsstrom bei unidirektionalen Pulsleichrichtersystemen (1), welche einen AC-Stromwandler (3) mit einer Sekundärwicklung (5) aufweist, und an die Sekundärwicklung (5) angeschlossen einen über einen elektronischen Schalter (31) geschalteten Abschlusswiderstand (33) aufweist, und einen Leistungstransistor (21) aufweist, der zwischen einer positiven Ausgangsklemme (19) und einer negativen Ausgangsklemme (20) einer Gleichrichterbrücke geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Primärwicklung (4) des AC-Stromwandlers (3) in der Verbindung eines Wechselspannungseingangs (16) einer Einphasen-Diodenbrücke (17) des Pulsleichrichtersystems (1) liegt und eine Sekundärwicklung (5) des AC-Stromwandlers (3) mit einem Wicklungsende (28) mit einem Bezugspotential (29) einer Signalelektronik verbunden ist, wobei ein Wicklungsanfang (30) der Sekundärwicklung (5) über einen elektronischen Schalter (31) mit Steuereingang (32) mit einem ersten Ende (10) des Abschlusswiderstandes (33) verbunden ist, dessen zweites Ende (34) am Bezugspotential (29) liegt und weiters zwischen Wicklungsanfang (30) und Wicklungsende (28) der Sekundärwicklung (5) eine, durch Gegenserienerschaltung von Zenerdioden (35, 36) gebildete Entmagnetisierungsvorrichtung (6) angeordnet ist und das Strommesssignal am ersten Ende (10) des Abschlusswiderstandes (33) gegenüber Bezugspotential (29) abgegriffen ist,

wobei die Ansteuerung des elektronischen Schalters (31), welcher im durchgeschalteten Zustand eine bidirektionale Verbindung herstellt und im gesperrten Zustand Spannungen beider Polaritäten sperrt, durch den Ausgang (40) eines ersten Logiktreibers (37) mit UND-Verknüpfung zweier Eingänge (38, 39) erfolgt und ein erster Eingang (38) des ersten Logiktreibers (37) fest auf logisch HIGH gelegt ist und ein zweiter Eingang (39) des ersten Logiktreibers (37) über eine Verbindungsleitung (41) an den Ausgang (42) eines Zeitgliedes (43) geführt ist

und für die Ansteuerung des Leistungstransistors (21) der Ausgang (44) eines zweiten Logiktreibers (45) zur UND-Verknüpfung zweier Eingänge (46, 47) an einen Steuereingang (48) des Leistungstransistors (21) gelegt ist, wobei der erste Eingang (46) des zweiten Logiktreibers (45) durch ein von einer übergeordneten Regelvorrichtung (9) abgegebenes Steuersignal (26) gebildet ist, und der zweite Eingang (47) des zweiten Logiktreibers (45) über eine Verbindungsleitung (49) vom Ausgang (42) des Zeitgliedes (43) abgegriffen ist

und schliesslich ein Eingang (50) des Zeitgliedes (43) an einen Ausgang (51) eines Komparators (52) mit Vergleichswert Null gelegt ist, dessen Eingang (53) durch ein über eine Verbindungsleitung (54) von der übergeordneten Regelvorrichtung (9) abgegriffenes Sollwertsignal (55) des Eingangsstromes des Pulsleichrichtersystems (1) gebildet wird und der Komparator (52) das Eingangsstromsollwertsignal (55) in ein Rechtecksignal (51) mit gleichen Nulldurchgängen umwandelt

und die Vorrichtung dazu ausgelegt ist, dass das Zeitglied (43) durch die positiven Flanken dieses Rechtecksignals (51) getriggert wird und so nach jedem Nulldurchgang des Eingangsstromsollwertes (55) von negativen zu positiven Werten für ein, gegenüber der Netzperiode kurzes Sperrintervall als Ausgangssignal logisch LOW ausgibt und dann für den Rest der Netzperiode wieder in den Ausgangszustand logisch HIGH zurückkehrt, wobei durch das LOW-Signal am Ausgang des Zeitgliedes (43) die Ausgänge des ersten und zweiten Logiktreibers (37) und (45) auf logisch LOW gezwungen und so der elektronische Schalter (31) und der Leistungstransistor (21) geöffnet werden, d.h. ein gegebenenfalls noch fliessender Eingangsstrom auf null abgebaut und dieser Wert für den Rest des Sperrintervalls beibehalten wird und der Abschlusswiderstand (33) für das Sperrintervall einseitig von der Sekundärwicklung (5) getrennt wird, womit eine, durch einen Gleichstromanteil des Eingangsstroms verursachte magnetische Aussteuerung des AC-Stromwandlers (3) eliminiert wird,

und nach Ablauf der Sperrzeit am Ausgang des Zeitgliedes (43) wieder der Zustand logisch HIGH auftritt, das durch die Regelvorrichtung (9) ausgegebene Ansteuersignal (26) wieder an den Steuereingang (48) des Leistungstransistors (21) gelangt und der Abschlusswiderstand (33) wieder mit der Sekundärwicklung (5) verbunden und so der Istwert des Eingangsstromes wieder erfasst wird.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Versorgung der Signalelektronik eine positive und eine negative Hilfsspannung bezüglich des Bezugspotentials (29) vorliegen, und diese positive und negative Hilfsspannung für die Entmagnetisierung des AC-Stromwandlers (3) innerhalb der Sperrzeit herangezogen sind, indem vom Wicklungsanfang (30) der Sekundärwicklung (5) eine obere Klemmdiode in Flussrichtung gegen die positive Hilfsspannung und ausgehend von der negativen Hilfsspannung eine untere Klemmdiode in Flussrichtung gegen den Wicklungsanfang (30) der Sekundärwicklung (5) geschaltet ist.

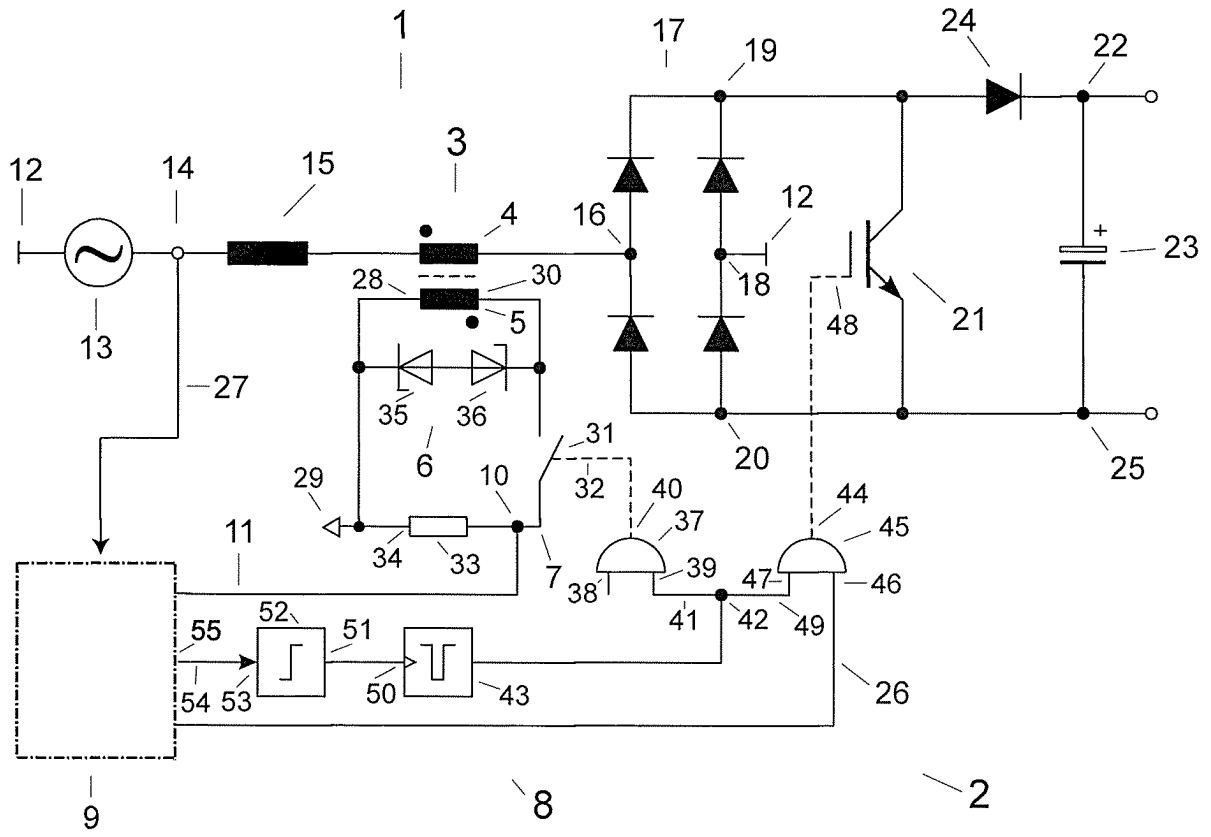


Fig. 1

