



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1821/98
(22) Anmeldetag: 03.11.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.04.2001
(45) Ausgabetag: 27.12.2001

(51) Int. Cl.⁷: **H02P 7/44**
H02P 7/63, H02K 17/30, 19/36, 21/00

(56) Entgegenhaltungen:
US 4009431A FR 2219565A EP 0382867A1
DE 3345271A1

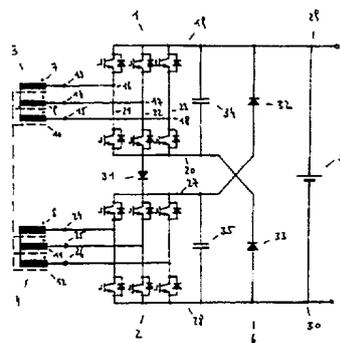
(73) Patentinhaber:
KOLAR JOHANN W.
A-1050 WIEN (AT).
(72) Erfinder:
KOLAR JOHANN W.
WIEN (AT).
SCHRÖDL MANFRED
SIEGGRABEN, BURGENLAND (AT).

(54) VORRICHTUNG ZUR SERIEN-PARALLEL-UMSCHALTUNG DER UMRICHTERGESPEISTEN TEILWICKLUNGSSYSTEME EINER DREHSTROMMASCHINE UND VERBINDUNG DER UMRICHTERAUSGÄNGE MIT EINEM SPANNUNGSEINPRÄGENDEN SPEICHER

AT 408 497 B

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Serien-Parallel-Umschaltung der Teilwicklungssysteme (3) und (4) einer Drehstrommaschine derart, daß für Motorbetrieb bzw. Leistungsaufnahme der Drehstrommaschine die Wicklungssysteme in Serienschaltung und für Generatorbetrieb bzw. Leistungsabgabe der Drehstrommaschine in Parallelschaltung über dreiphasige Pulsgleichrichter (1) und (2) mit einem elektrischen Speicher (5) verbunden werden. Der Wechsel zwischen Serien- auf Parallelschaltung erfolgt ohne explizite Steuersignale selbsttätig bei Wechsel der Richtung des, durch die Regelung der Drehfeldmaschine bestimmten Leistungs- bzw. Stromflusses. Nimmt die Drehfeldmaschine Leistung auf, ist entsprechend der dann vorliegenden Stromflußrichtung die Koppeldiode (31) stromführend, die Paralleldioden (32) und (33) verbleiben gesperrt. Für Leistungsabgabe der Drehfeldmaschine wird Strom über die Paralleldioden (32) und (33) in den elektrischen Speicher (5) geführt, an der Seriendiode (31) tritt die Spannung des elektrischen Speichers (5) als Sperrspannung auf. Zugeordnete Brückenarme der Pulsrichter (1) und (2) werden ident gesteuert. Um eine

Änderung der, durch die Richtung des Leistungsflusses bestimmten Verschaltungsart (Serien- oder Parallelschaltung) der Pulsleichrichter (1) und (2) durch pulsfrequente Wechselanteile der Pulsleichrichterausgangsströme zu vermeiden, werden an der Ausgangsseite der Pulsleichrichter (1) und (2) vorteilhaft Kondensatoren (34) und (35) zur dynamischen Spannungsstützung vorgesehen.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur selbsttätig-stromrichtungsabhängigen Serien-Parallel-Umschaltung der zwei an Pulsstromrichtern liegenden Teilwicklungssysteme einer Drehstrommaschine und entsprechender Verbindung der gleichspannungsseitigen Stromrichterklammern mit einem, eine Gleichspannung einprägenden elektrischen Speicher wie sie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

Nach dem derzeitigen Stand der Technik wird, um Drehfeldmaschinen über einen Spannungszwischenkreis-Pulswechselrichter (d.h. eine selbstgeführte Drehstrombrückenschaltung mit eingepprägter Gleichspannung) mit konstanter Leistung, d.h. im Feldschwächbetrieb über einen sehr weiten Drehzahlbereich ohne Überdimensionierung und mit hohem Wirkungsgrad betreiben zu können, eine Serien-Parallel-Umschaltung von Phasen-Teilwicklungssystemen vorgesehen. Im unteren Drehzahlbereich liegt dabei Serienschaltung und bei hohen Drehzahlen ein Parallelschaltung der Wicklungsteile jedes Stranges bzw. jeder Phase vor. Vorteilhaft steht hiermit wegen des, zufolge der Wicklungs-Serienschaltung hohen Strombelags bei relativ geringer Strombelastung der Ventile des Stromrichters auch ein hohes Anzugsmoment der Maschine zur Verfügung. Neben dem motorischen Betrieb erlaubt ein Spannungszwischenkreis-Pulswechselrichter auch den generatorischen Betrieb der Drehfeldmaschine. Hierbei wird von der Drehfeldmaschine Strom über die Freilaufdioden des Pulswechselrichters in den Spannungszwischenkreis gespeist; entsprechend wird in dieser Betriebsart nicht von einem Pulswechselrichter sondern von einem Pulsgleichrichter gesprochen; weiters werden dann entsprechend der Hauptenergieflußrichtung die wechselfspannungsseitigen (Ausgangs-)Klemmen des Pulswechselrichters als Eingangsklemmen und die gleichspannungsseitigen (Eingangs-)Klemmen des Pulswechselrichters als Ausgangsklemmen bezeichnet. Im Sinne der Übersichtlichkeit wird ohne Einschränkung der Allgemeinheit im Rahmen der weiteren Ausführungen nur auf den Einsatz der, hinsichtlich der möglichen Richtung der Energielieferung bidirektional selbstgeführten Drehstrombrückenschaltung mit eingepprägter Gleichspannung als Pulsgleichrichtersystem Bezug genommen und die zugehörige Klemmenbezeichnung verwendet.

Die Wicklungsumschaltung erfolgt i.a. elektronisch, wobei aufgrund des mit der Zahl der Teilwicklungen stark steigenden Realisierungsaufwandes des Leistungs- und Steuerteils der Umschaltvorrichtung meist nur zwei Teilwicklungen je Phase vorgesehen werden.

Bekannte Umschaltvorrichtungen weisen allerdings den Nachteil auf, daß die Umschaltung nur für motorischen oder nur für generatorischen Betrieb der Drehfeldmaschine möglich ist und/oder der die Maschine speisende Stromrichter nur für eine Energieflußrichtung selbstgeführt betrieben wird, bzw. eine hochdynamische Regelbarkeit nur für eine Energieflußrichtung, also z.B. nur für Motorbetrieb, gegeben ist.

Aus der US 4 009 431 A ist eine Vorrichtung zur Gleichrichtung der Ausgangsspannung eines Wechselfspannungsgenerators bekannt. Der Wechselfspannungsgenerator weist zwei Wicklungssysteme auf die über zugehörige netzgeführte Gleichrichterschaltungen eine Gleichspannungslast, z.B. Gleichstrommotore eines elektrischen Triebfahrzeuges speisen. Die positive Ausgangsklemme des ersten (halbgesteuerten) Gleichrichtersystem wird direkt mit der positiven Lastspannungsschiene und die negative Ausgangsklemme des zweiten Gleichrichtersystems direkt mit der negativen Lastspannungsschiene verbunden. Weiters wird von der negativen Lastspannungsschiene eine erste Paralleldiode in Flußrichtung gegen die negative Ausgangsklemme des ersten Gleichrichtersystems und von der positiven Ausgangsklemme des zweiten Gleichrichtersystems eine zweite Paralleldiode in Flußrichtung gegen die positive Lastspannungsschiene geschaltet. Schließlich wird noch die positive Ausgangsklemme der zweiten Gleichrichterschaltung über einen Koppelthyristor in Flußrichtung mit der negativen Ausgangsklemme der ersten Gleichrichterschaltung verbunden. Befindet sich der Koppelthyristor im Sperrzustand, speisen damit beide Gleichrichtersysteme parallel liegend die Last. Durch Zünden des Koppelthyristors durch eine übergeordnete Steuereinheit können jedoch beide Gleichrichtersysteme zur Erzeugung einer hohen Ausgangsspannung auch in Serie geschaltet werden, die erste und zweite Paralleldiode übernehmen dann aufgrund der anliegenden Sperrspannung keinen Strom. Die Schaltung ist auf unidirektionale Energieumformung, d.h. Energielieferung an die Last bzw. Generatorbetrieb der Wechselfspannungsmaschine eingeschränkt. Eine Energielieferung von der Gleichspannungs- an die Wechselfspannungsseite, d.h. ein Motorbetrieb der Wechselfspannungsmaschine ist also nicht möglich. Weiters weist die Schaltung eine nicht konstante Ausgangsspannung auf und die Umschaltung von

Serien- auf Parallelbetrieb (bzw. umgekehrt) muß durch eine übergeordnete Steuereinheit erfolgen.

Eine in der **FR 2 219 565 A** beschriebene Stromrichterschaltung für den Serien- oder Parallelbetrieb der zwei Teilwicklungssysteme einer Drehstrommaschine ist weitgehend mit der in der **US 4 009 431 A** gezeigten Schaltung ident und weist nur Unterschiede hinsichtlich der Ableitung des Ansteuerbefehls des Koppelthyristors bzw. mechanischen Koppelschalters auf. Für die Nachteile der Schaltung gilt somit das in Verbindung mit der **US 4 009 431 A** Gesagte.

Die **EP 0 382 867 A1** beschreibt eine Anordnung zur Steuerung der Drehmomentkonstante einer permanenterregten Drehstrommaschine. Hierbei werden die zwei Ständerteilwicklungen der Drehstrommaschine durch drei dreipolige mechanische Schalter in Serie oder parallel geschaltet. Die Möglichkeit einer Ersetzung der mechanischen Schalter durch Halbleiter wird erwähnt, jedoch nicht näher beschrieben. Es ist daher von einer direkten Ersetzung jedes mechanischen Schalterkontaktes durch eine Kombination von Leistungshalbleitern zu einem bidirektionalen bipolaren abschaltbaren elektronischen Schalter auszugehen, die zu einem unvertretbar hohen Realisierungsaufwand führt. Weiters erfolgt die Umschaltung von Serien- auf Parallelbetrieb (bzw. umgekehrt) bei Übergang von Motor- auf Generatorbetrieb nicht durch die Struktur der Vorrichtung selbsttätig.

Die **DE 33 45 271 A1** beschreibt ebenfalls eine Vorrichtung zur kontaktlosen Umschaltung der Teilwicklungssysteme einer Drehfeldmaschine von Parallel- auf Reihenschaltung die für jedes Teilwicklungssystem einen Thyristorstromrichter und zwischen diese Stromrichter geschaltete steuerbare Zusatzstromrichter vorsieht. Die Vorrichtung ist durch geringe Leit- und Schaltverluste gekennzeichnet, sieht jedoch keine Möglichkeit einer Sternschaltung der Teilwicklungssysteme vor und weist eine hohe Zahl von Ventilen und einen entsprechend hohen Steueraufwand. Weitere Nachteile bestehen in der geringen Pulszahl und der Einschränkung auf Energielieferung von der Wechsel- auf die Gleichspannungsseite bzw. Generatorbetrieb der Drehfeldmaschine. Die Steuerung wird nur oberflächlich beschrieben, ist jedoch in jedem Fall an die Struktur der Vorrichtung gebunden und nicht allgemein einsetzbar.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung, d.h. Stromrichterschaltung minimalen Realisierungsaufwandes zur Umschaltung der Teilwicklungssysteme von Drehstrommaschinen derart zu schaffen, daß sowohl Motor- als auch Generatorbetrieb der Drehfeldmaschine möglich sind und ohne externe Steuereingriffe für Motorbetrieb (bzw. kleine Drehzahlen) der Drehfeldmaschine eine Serienschaltung und für Generatorbetrieb (hohe Drehzahlen) eine Parallelschaltung vorliegt und in beiden Betriebsarten ein gleichspannungsseitig angeordneter elektrischer Speicher konstante Spannung aufweist. Die Umschaltung soll also systemimmanent selbsttätig, d.h. durch eine entsprechende Schaltungsstruktur und entsprechende Ventilrichtungen des Stromrichters in Abhängigkeit der Strom- bzw. Energieflußrichtung und nicht durch Steuerbefehle einer übergeordneten Steuereinrichtung erfolgen. Weiters soll unabhängig von der Betriebsart bzw. Hauptenergieflußrichtung selbstgeführter Betrieb möglich sein.

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

Grundgedanke der Erfindung ist, die beiden dreiphasig verschalteten Teilwicklungssysteme der Maschine über jeweils ein Dreiphasen-Pulsgleichrichtersystem mit unipolarem Spannungsausgang (selbstgeführte Drehstrombrückenschaltung) zu speisen und die Umschaltvorrichtung zwischen den gleichspannungsseitigen Ausgängen der ident gesteuerten Pulsgleichrichter und einem gleichspannungsseitigen elektrischen Speicher einzufügen. Die elektronischen Schalter der erfindungsgemäßen Umschaltvorrichtung sind, da für motorischen Betrieb eine Serienschaltung und für generatorischen Betrieb eine Parallelschaltung der Teilwicklungssysteme bzw. Pulsgleichrichter vorliegen soll (dies wird z.B. bei integrierten Starter-Generator-Systemen für Kraftfahrzeuge gefordert), einfach durch Dioden realisierbar.

Wird hierfür erfindungsgemäß die positive Ausgangsspannungsschiene des, dem ersten Wicklungsteilsystems zugeordneten ersten Pulsgleichrichters mit der positiven Klemme einer vorgegebenen, durch einen elektrischen Speicher gestützten Gleichspannung und die negative Ausgangsspannungsschiene des, dem zweiten Wicklungsteilsystems zugeordneten zweiten Pulsgleichrichters an die negative Klemme dieser Gleichspannung gelegt, ist die Serienschaltung der Teilsysteme für Energieabgabe des elektrischen Speichers an die Wicklungssysteme (motorischen Betrieb

der Drehstrommaschine) erfindungsgemäß durch eine anodenseitig an der negativen Ausgangsspannungsschiene des ersten und kathodenseitig an der positiven Ausgangsspannungsschiene des zweiten Pulsumrichters liegende Diode möglich. Wird weiters in an sich bekannter Weise ausgehend von der negativen Klemme des Speichers eine erste Paralleldiode gegen die negative Ausgangsspannungsschiene des ersten Pulsgleichrichters geschaltet und von der positiven Ausgangsspannungsschiene des zweiten Pulsgleichrichters eine zweite Paralleldiode gegen die positive Klemme des elektrischen Speichers gelegt, werden, da für Leistungsabgabe der Wicklungsteilsysteme durch die Pulsgleichrichter Strom in die positiven Ausgangsschienen gespeist, bzw. den negativen Ausgangsschienen entnommen wird, für generatorischen Betrieb der Drehstrommaschine die erste und die zweite Paralleldiode in den Leitzustand übergehen und hiermit die Seriediode gesperrt. Die Umschaltung von Serien- auf Parallelschaltung erfolgt also energie- bzw. stromrichtungsabhängig selbsttätig womit ein sehr geringer Realisierungsaufwand der Umschaltvorrichtung gegeben ist. Werden im Sinne einer Minimierung des Fertigungsaufwandes die Teilwicklungen jedes Stranges in gleiche Nuten gelegt, liegt eine relativ enge magnetische Kopplung der Teilwicklungssysteme vor. Es sind dann vorteilhaft an zugeordnete Brückenarme der beiden Pulsgleichrichter idente Phasen-Steuerbefehle zu legen, sodaß an den Teilwicklungen jeder Phase gleiche Spannungen auftreten und Ausgleichsströme vermieden werden. Der konkrete Wert des magnetischen Kopplungsfaktors ist hiebei für das Auftreten von Ausgleichsströmen ohne Bedeutung, wichtig ist nur das Vorliegen einer Kopplung die bei nicht identen Phasen-Steuerbefehlen in jedem Fall zum Auftreten von Ausgleichsströmen, bzw. zur Erhöhung der schaltfrequenten Schwankung der Pulsgleichrichtereingangsströme führt.

Wird durch die Pulsgleichrichter neben der Umformung von Wirkleistung (eingangsseitig) auch kapazitive oder induktive Grundschiwingungsblindleistung gebildet, treten ausgangs- bzw. gleichspannungsseitig unabhängig vom Vorzeichen des mittleren (Wirk-) Leistungsflusses gegebenenfalls pulsfrequente positive und negative Stromanteile auf. Um in diesem Fall einen pulsfrequenten Wechsel zwischen Serien- und Parallelschaltung der Pulsgleichrichter zu unterbinden ist vorteilhaft zwischen die positive und negative Ausgangsschiene des ersten und zwischen die positive und negative Ausgangsschiene des zweiten Pulsgleichrichters eine Pufferkapazität zu schalten. Pulsfrequente Leistungspendelungen werden dann aus diesen Energiespeichern gedeckt, die Ausgangsspannungen der Gleichrichter verbleiben dabei näherungsweise konstant und die vorliegende Verschaltung der Teilsysteme wird vorteilhaft wieder durch die Richtung des mittleren und nicht des momentanen Leistungsflusses bestimmt.

Bei Weiterentwicklung nach **Patentanspruch 2** kann auch ohne Anordnung weiterer Energiespeicher unabhängig von der Richtung der Ausgangsstrommomentanwerte der Pulsgleichrichter eine Serienschaltung der Pulsgleichrichter erfolgen. Hiefür ist erfindungsgemäß antiparallel zur Koppeldiode ein abschaltbarer elektronischer Schalter vorzusehen. Bei Durchschalten dieses Transistors tritt auch bei generatorischem Betrieb der Drehstrommaschine über der ersten und zweiten Paralleldiode eine Sperrspannung in Höhe der halben Spannung des elektrischen Speichers auf. Beide Dioden verbleiben demnach gesperrt, d.h. es liegt erzwungen durch einen nur unidirektional sperrfähigen Schalter eine, aus dem elektrischen Speicher gespeiste Serienschaltung der Pulsgleichrichter bzw. Teilwicklungssysteme vor.

Eine Weiterbildung nach **Anspruch 3** ermöglicht ohne Anordnung weiterer Energiespeicher unabhängig von der Richtung der Ausgangsstrommomentanwerte der Pulsgleichrichter eine Parallelschaltung der Pulsgleichrichter sicherzustellen. Hiefür sind erfindungsgemäß antiparallel zur ersten und zweiten Paralleldiode abschaltbare elektronische Schalter, z.B. Leistungstransistoren vorzusehen. Bei Durchschalten dieser Transistoren tritt auch bei motorischem Betrieb an der Koppeldiode eine Sperrspannung in Höhe der Spannung des elektrischen Speichers auf. Die Koppeldiode verbleibt demnach gesperrt, erzwungen durch nur unidirektional sperrfähige Schalter kann somit eine Parallelschaltung der Pulsgleichrichterausgänge erreicht werden; an eventuell vorgesehenen Ausgangskondensatoren der Pulsgleichrichter kommt ebenfalls der Gesamtwert der Spannung des elektrischen Speichers zu liegen.

Eine vorteilhaft von den Stromflußrichtungen unabhängige Möglichkeit des Serien-Parallelbetriebes der Pulsgleichrichter und Teilwicklungssysteme ist bei Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach **Anspruch 4** gegeben. Hiebei wird antiparallel zur Koppeldiode ein abschaltbarer elektronischer Schalter angeordnet, weiters werden antiparallel zur ersten und zweiten

Paralleldiode Transistoren vorgesehen. Wie aus den vorgehenden Ausführungen unmittelbar einsichtig, kann nun durch Durchschalten des antiparallel zur Koppeldiode liegenden Transistors bei Sperrzustand der antiparallel zur ersten und zweiten Paralleldiode liegenden Transistoren stromrichtungsunabhängig eine Serienschaltung und bei Sperrzustand des antiparallel zur Koppeldiode liegenden Transistor und Einschaltzustand der antiparallel zur ersten und zweiten Paralleldiode liegenden Transistoren ein Parallelbetrieb der, Leistung aus dem elektrischen Speicher aufnehmenden oder abgebenden Pulsleichrichter erreicht werden. Da gleichzeitiges Leiten aller Transistoren zu einem Kurzschluß des elektrischen Speichers führen würde, ist hiebei bei Übergang von Serien- auf Parallelbetrieb auf zeitlich nicht überlappendes Schalten des antiparallel zur Koppeldiode liegenden Transistors und der antiparallel zur ersten und zweiten Paralleldiode liegenden Transistoren zu achten.

Die Erfindung wird im weiteren anhand eines in Fig.1 dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

Fig.1 Die Grundstruktur (vereinfachte, schematische Darstellung) des Leistungsteils der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum energierichtungsabhängigen Serien-Parallelbetrieb der beiden pulsgleichrichtergespeisten Teilwicklungssysteme einer Drehstrommaschine an einem elektrischen Speicher.

In Fig.1 sind Drehstrom-Pulsleichrichtersysteme 1 und 2 dargestellt, deren Grundfunktion in der Umformung der, durch dreiphasige Wicklungssysteme 3 und 4 einer Drehstrommaschine gebildeten Spannungen in eine, durch einen elektrischen Energiespeicher 5 gestützte Gleichspannung besteht, wobei die Leistung über eine, zwischen den Ausgängen der Pulsleichrichter und diesem Energiespeicher angeordnete elektronische Umschaltvorrichtung 6 geführt wird und abhängig von der Energieflußrichtung die am Eingang der Umschaltvorrichtung anliegenden Ausgangsspannungen der Gleichrichter in Serien- oder Parallelschaltung mit der am Ausgang der Umschaltvorrichtung liegenden Gleichspannung des Energiespeichers 5 verbunden werden.

Jeder Strang der Drehstrommaschine wird in zwei in gleichen Nuten angeordnete potentialgetrennte Wicklungen 7 und 8 geteilt und jeweils ein Wicklungsteil 7 mit einem Wicklungsteil 9 und einem Wicklungsteil 10 der anderen Phasen zu einem dreiphasigen Wicklungssystem 3 und die jeweils verbleibenden Wicklungsteile 8, 11 und 12 zu einem dreiphasigen Wicklungssystem 4 in Stern (oder Dreieck) verschaltet. Die Anschlüsse 13, 14 und 15 des Wicklungssystems 3 werden an die Eingänge 16, 17, 18 des Pulsleichrichters 1 mit positiver Ausgangsspannungsschiene 19 und negativer Ausgangsspannungsschiene 20 geführt, wobei die drei zwischen positiver und negativer Spannungsschiene angeordneten Brückenweige 21, 22, 23 des Pulsleichrichters 1 idente Struktur aufweisen und in bekannter Weise jeweils durch eine Serienschaltung zweier abschaltbarer elektronischer Schalter, z.B. Leistungstransistoren, und zu diesen antiparallel liegende Freilaufdioden realisiert werden und der Pulsleichrichtereingang in jeder Phase durch die gemeinsame Verbindung der jeweiligen Transistoren gebildet wird. Das Wicklungssystem 4 weist gleichen Wicklungssinn wie System 3 auf und wird über Klemmen 24, 25, 26 mit Pulsleichrichtersystem 2 mit positiver Ausgangsspannungsschiene 27 und negativer Ausgangsspannungsschiene 28 verbunden. Aufgrund der identen Struktur von Pulsleichrichtersystem 1 und 2 kann eine nähere Beschreibung unterbleiben. Für die Realisierung der erfindungsgemäßen Umschaltvorrichtung wird nun in an sich bekannter Weise die positive Ausgangsschiene 19 von Pulsleichrichter 1 direkt mit der positiven Klemme 29 und die negative Spannungsschiene 28 des Pulsleichrichters 2 mit der negativen Klemme 30 des elektrischen Speichers 5 verbunden und abzweigend von der negativen Ausgangsspannungsschiene 20 von Pulsleichrichter 1 eine Koppeldiode 31 in Flußrichtung an die positive Ausgangsschiene 27 von Pulsleichrichter 2 gelegt und weiters ausgehend von Spannungsschiene 27 eine erste Paralleldiode 32 in Flußrichtung gegen die positive Klemme 29 des elektrischen Speichers 5 und eine zweite Paralleldiode 33 ausgehend von der negativen Klemme des elektrischen Speichers 5 in Flußrichtung gegen die negative Ausgangsspannungsschiene 20 von Pulsleichrichter 1 geschaltet. Weiters werden, um Ausgleichsströme zwischen den Phasenteilwicklungen zu vermeiden beide Pulsleichrichter 1 und 2 erfindungsgemäß ident gesteuert und vorteilhaft die Ausgangsspannungsschienen von Pulsleichrichter 1 durch einen zwischen die Ausgangsschienen 19 und 20 geschalteten Kondensator 34 und die Ausgangsspannung von Pulsleichrichter 2 durch einen zwischen die Ausgangsspannungsschienen 27 und 28 geschalteten Kondensator 35 gestützt.

Erfolgt nun durch eine dem Stand der Technik entsprechende Regelvorrichtung eine Ansteuerung der Transistoren der Pulsleichrichter 1 und 2 derart, daß Leistung an die Wicklungssysteme 3 und 4 abgegeben wird bzw. die zugeordnete Drehstrommaschine im Motorbetrieb arbeitet, wird dem Pulsleichrichter 1 über die positive Ausgangsspannungsschiene 19 Strom aus dem elektrischen Speicher 5 zugeführt und der Strompfad über Koppeldiode 31, Pulsleichrichter 2 und dessen negative Ausgangsspannungsschiene 28 geschlossen. Ausgangsseitig kommt an den ident gesteuerten Pulsleichrichtern dabei jeweils die halbe Spannung des elektrischen Speichers 5 zu liegen, bzw. wird z.B. bei Hochlauf der Drehstrommaschine (Motorbetrieb) eine Serienschaltung beider Pulsleichrichter und damit auch der Teilwicklungssysteme 3 und 4 erreicht. Die erste und zweite Paralleldiode 32 und 33 verbleiben dabei im Sperrzustand. Arbeitet die Drehstrommaschine (wieder unter Annahme einer dem Stand der Technik entsprechenden Regelung bzw. Steuerung der Pulsleichrichter) im Generatorbetrieb, wird Leistung über die Pulsleichrichter 1 und 2 an den elektrischen Speicher 5 geliefert. Entsprechend kehrt sich die Stromrichtung in der positiven Ausgangsspannungsschiene 19 von Pulsleichrichter 1 und der negativen Ausgangsspannungsschiene 28 von Pulsleichrichter 2 gegenüber Motorbetrieb um, eine Stromumkehr in der Serienschaltung beider Gleichrichter wird allerdings durch die Unidirektionalität der Koppeldiode 31 unterbunden. Der Ausgangsstrom des Pulsleichrichters 1 wird daher über die zweite Paralleldiode 33 bezogen und der Ausgangsstrom von Pulsleichrichter 2 über die erste Paralleldiode 32 zur positiven Klemme des elektrischen Speichers 5 geführt. Demgemäß liegt nun ohne direkten Steuereingriff (selbsttätig) eine ausgangsseitige Parallelschaltung der Pulsleichrichter 1 und 2 vor, die insbesondere hinsichtlich der von den Pulsleichrichtern bei gegebener Spannung des elektrischen Speichers eingangsseitig maximal erzeugbaren Spannungsgrundschwingungsamplitude und hinsichtlich des Wirkungsgrades der Gesamtanordnung bei hohen Ladeströmen Vorteile gegenüber einer Serienschaltung aufweist.

Wird durch die Pulsleichrichter neben der Umformung des Hauptenergieflusses eingangsseitig auch noch (Magnetisierungs-)Blindleistung gebildet, können pulsfrequent Wechselanteile der Pulsleichrichterausgangsströme auftreten. Um davon unabhängig eine Serien- oder Parallelschaltung der Pulsleichrichter beibehalten zu können werden vorteilhaft an den Pulsleichrichterausgängen Pufferkondensatoren 34 und 35 angeordnet. Pulsfrequente Wechselströme führen damit nur zu einer geringfügigen Änderung der Ausgangsspannung, d.h. die Art der vorliegenden Verschaltung der Pulsleichrichter 1 und 2 wird nur durch die Richtung des mittleren Wirkleistungsflusses bestimmt.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zur Serien-Parallelschaltung eines ersten Wicklungs-Teilsystems (3) und eines zweiten Wicklungs-Teilsystems (4) einer Drehstrommaschine bzw. der Ausgänge eines ersten, dem Wicklungs-Teilsystem (3) zugeordneten dreiphasigen Pulsleichrichters (1) mit Spannungsausgang und eines zweiten, dem Wicklungs-Teilsystem (4) zugeordneten dreiphasigen Pulsleichrichters (2) mit Spannungsausgang wobei die positive Ausgangsspannungsschiene (19) des ersten Pulsleichrichters (1) direkt mit der positiven Klemme (29) eines spannungseinprägenden elektrischen Speichers (5) und die negative Ausgangsspannungsschiene (28) des zweiten Pulsleichrichters (2) direkt mit der negativen Klemme (30) des elektrischen Speichers (5) verbunden ist und von der negativen Klemme des elektrischen Speichers (5) eine erste Paralleldiode (33) in Flußrichtung gegen die negative Ausgangsspannungsschiene (20) des ersten Pulsleichrichters (1) und von der positiven Ausgangsspannungsschiene (27) des zweiten Pulsleichrichters (2) eine zweite Paralleldiode (32) in Flußrichtung gegen die positive Klemme (29) des elektrischen Speichers (5) geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß abzweigend von der negativen Ausgangsspannungsschiene (20) des ersten Pulsleichrichters (1) eine Koppeldiode (31) in Flußrichtung an die positive Ausgangsspannungsschiene (27) des zweiten Pulsleichrichters (2) gelegt wird und zugeordnete Brückenarme der Pulsleichrichter (1) und (2) durch gleiche Steuerbefehle gesteuert werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß antiparallel zur Koppeldiode

(31) ein abschaltbarer elektronischer Schalter angeordnet und bei Forderung nach ausgangsseitiger Serienschaltung der Pulsgleichrichter (1) und (2) durchgeschaltet wird und damit diese Serienschaltung unabhängig von der Richtung des Wirkleistungsflusses besteht.

- 5 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß antiparallel zur zweiten Paralleldiode (32) und antiparallel zur ersten Paralleldiode (33) abschaltbare elektronische Schalter angeordnet und bei Forderung nach ausgangsseitigem Parallelbetrieb der Puls-
- 10 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß antiparallel zur Koppeldiode (31) ein abschaltbarer elektronischer Schalter angeordnet und bei Forderung nach ausgangsseitiger Serienschaltung der Puls-
- 15 gleichrichter (1) und (2) durchgeschaltet werden und damit diese Parallelschaltung unabhängig von der Richtung des Wirkleistungsflusses besteht, und antiparallel zur zweiten Paralleldiode (32) und antiparallel zur ersten Paralleldiode (33) abschaltbare elektronische Schalter angeordnet und bei Forderung nach, von der Richtung des Wirkleistungsflusses unabhängiger ausgangsseitiger Parallelschaltung der Puls-
- 20 gleichrichter (1) und (2) durchgeschaltet werden, und bei Serienschaltung der Puls-
- gleichrichter (1) und (2) die antiparallel zur ersten und zweiten Paralleldiode (32) und (33) liegenden elektronischen Schalter im Sperrzustand verbleiben und bei Parallelschaltung der Puls-
- gleichrichter (1) und (2) der antiparallel zur Koppeldiode (31) liegende Transistor im Sperr-
- zustand verbleibt.

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

25

30

35

40

45

50

55

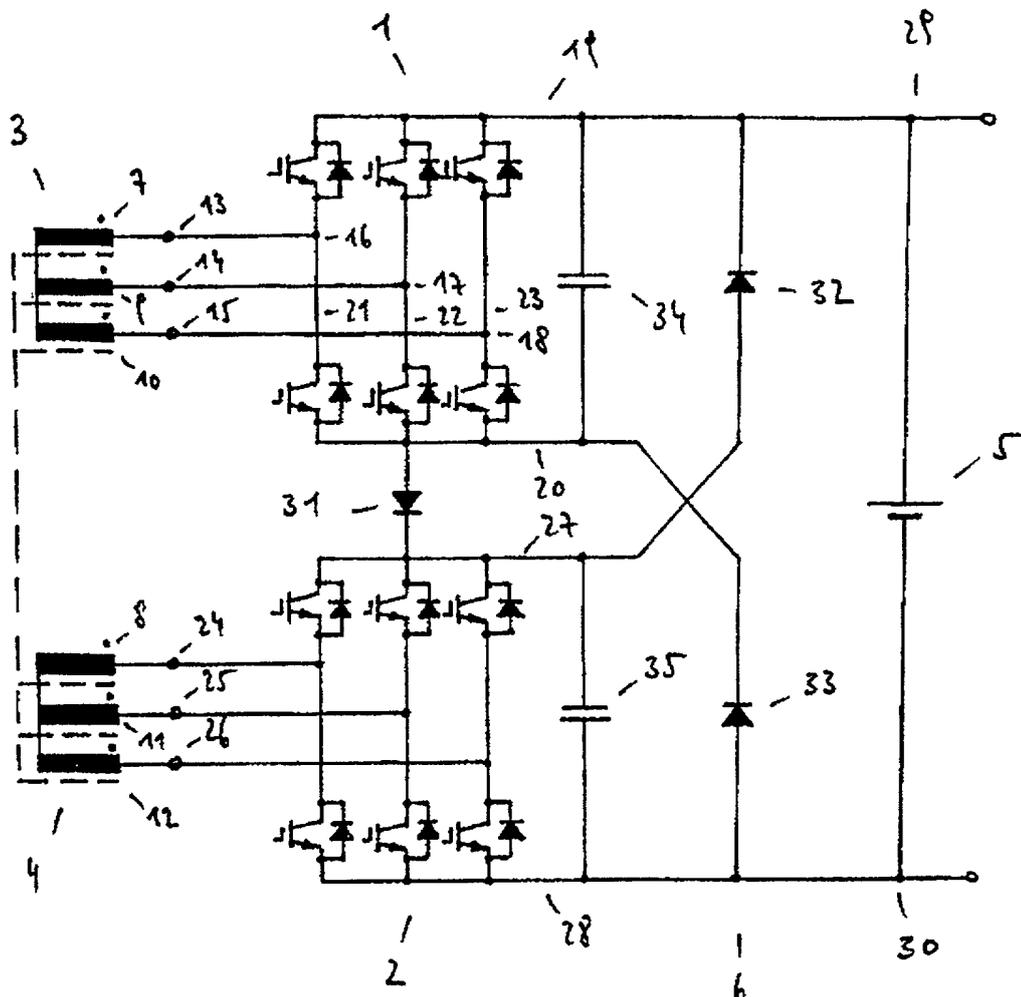


Fig. 1