

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Januar 2011 (20.01.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/006796 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02J 3/36 (2006.01)

WESTERWELLER, Thomas [DE/DE]; Hauptstr. 2 A,
91091 Grossenseebach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/059632

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Juli 2010 (06.07.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 034 354.7 17. Juli 2009 (17.07.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

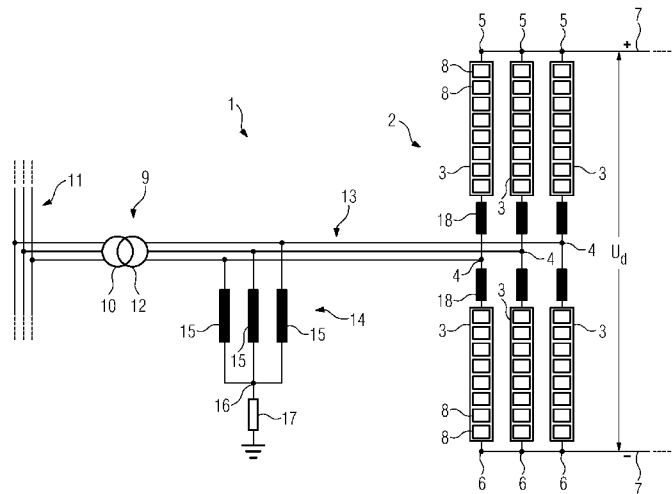
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ARMSCHAT, Christoph [DE/DE]; Görlitzer Str. 07, 91058 Erlangen (DE). DOMMASCHK, Mike [DE/DE]; Heinrich-Bolze-Str. 10, 03044 Cottbus (DE). HUSSENNETHER, Volker [DE/DE]; Heuchlinger Straße 6, 90482 Nürnberg (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STAR POINT REACTOR

(54) Bezeichnung : STERNPUNKTREAKTOR



(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for inverting an electric parameter in the field of power transmission and distribution, having an inverter (2) that can be connected between an alternating current grid (11) and a DC circuit (7), comprising power semiconductor valves (3) extending between an alternating current connection (4) and a DC voltage connection (5, 6), wherein each power semiconductor valve (3) comprises a series circuit of bipolar submodules (8), each comprising an energy store and a power semiconductor circuit disposed in parallel to the energy store, and a grid connection unit (9) connected to the alternating current connection (4) for connecting to the alternating current grid (11), by means of which a simple, effective, and inexpensive symmetrization of the voltages in the DC voltage circuit relative to ground potential is brought about, a star point reactor (14) connected between the grid connection unit (9) and the inverter (2) with a potential point (13) is proposed, comprising throttle coils (15) connected to a grounded star point (16), wherein the throttle coils (15) are implemented so that said coils implement a current path having a high impedance to the ground potential for alternating current at the base frequency of the alternating current grid (11), and having low impedance to the ground potential for DC current.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/006796 A2



CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Um eine Vorrichtung (1) zum Umrichten einer elektrischen Größe im Bereich der Energieübertragung und -Verteilung mit einem zwischen einem Wechselspannungsnetz (11) und einem Gleichspannungskreis (7) schaltbaren Umrichter (2), der Leistungshalbleiterventile (3) aufweist, die sich zwischen einem Wechselspannungsanschluss (4) und einem Gleichspannungsanschluss (5,6) erstrecken, wobei jedes Leistungshalbleiterventil (3) eine Reihenschaltung aus bipolaren Submodulen (8) umfasst, die jeweils einen Energiespeicher sowie eine parallel zum Energiespeicher angeordnete Leistungshalbleiterschaltung aufweisen, und einer mit dem Wechselspannungsanschluss (4) verbundenen Netzanschlusseinheit (9) zum Verbinden mit dem Wechselspannungsnetz (11), bereitzustellen, mit der eine einfache, wirksame und kostengünstige Symmetrierung der Spannungen im Gleichspannungskreis gegenüber dem Erdpotential herbeigeführt wird, wird ein mit einem Potentialpunkt (13) zwischen der Netzanschlusseinheit (9) und dem Umrichter (2) verbundener Sternpunktreaktor (14) vorgeschlagen, der zu einem geerdeten Sternpunkt (16) verschaltete Drosselspulen (15) aufweist, wobei die Drosselspulen (15) so ausgestaltet sind, dass diese für Wechselstrom mit der Grundschnwingungsfrequenz des Wechselspannungsnetzes (11) einen Strompfad mit hoher Impedanz zum Erdpotential und für einen Gleichstrom einen Strompfad mit niedriger Impedanz zum Erdpotential darstellen.

Beschreibung

Sternpunktreaktor

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Umrichten einer elektrischen Größe im Bereich der Elektroenergieübertragung und -verteilung mit einem zwischen einem Wechselspannungsnetz und einem Gleichspannungskreis schaltbaren Umrichter, der Leistungshalbleiterventile aufweist, die sich zwischen einem
10 Wechselspannungsanschluss und einem Gleichspannungsanschluss erstrecken, wobei jedes Leistungshalbleiterventil eine Reihenschaltung aus bipolaren Submodulen umfasst, die jeweils einen Energiespeicher sowie eine Leistungshalbleiterschaltung aufweisen, und einer mit dem Wechselspannungsanschluss verbundenen Netzanschlusseinheit zum Verbinden mit dem Wechselspannungsnetz.

Vorrichtungen zum Umrichten einer elektrischen Größe sind beispielsweise als Teil einer Hochspannungsgleichstromübertragungsanlage bekannt. Eine Hochspannungsgleichstromübertragungsanlage (HGÜ-Anlage) weist in der Regel zwei über einen Gleichspannungszwischenkreis miteinander verbundene Umrichter auf, die wechsellspannungsseitig mit jeweils einem Wechselspannungsnetz gekoppelt sind. Mit Hilfe der Hochspannungsgleichstromübertragungsanlage ist es möglich, elektrische
20 Leistung von dem einen Wechselspannungsnetz zu dem anderen Wechselspannungsnetz zu übertragen. Insbesondere die Energieübertragung über weite Strecken ist mit der Hochspannungsgleichstromübertragung vorteilhaft, da im Vergleich zur Übertragung mit Wechselspannung geringere Verluste bei der Übertragung auftreten.

Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Umrichtertopologien für die HGÜ bekannt. Zwei-Stufen-Umrichter, die in

Fachkreisen als Zweipunkt-Umrichter bezeichnet werden, erzeugen an ihrem Ausgang lediglich zwei unterschiedliche Spannungsniveaus. Die Umrichterventile der Zweipunkt-Umrichter weisen eine Vielzahl von Leistungshalbleiterschaltern auf, die in Reihe zueinander angeordnet sind. Die in Reihe geschalteten Leistungshalbleiter müssen alle gleichzeitig geschaltet, also von einer Unterbrecherstellung, in der ein Stromfluss über den Leistungshalbleiter unterbrochen ist, in eine Durchlassstellung, in welcher ein Stromfluss über den Leistungshalbleiter ermöglicht ist, überführt werden. Selbstgeführte und spannungseinprägende Umrichter werden auch als „Voltage Source Converter (VSC)“ bezeichnet. Drei Spannungsstufen aufweisende Umrichter, werden als Dreipunkt-Umrichter bezeichnet.

15

Neben Zwei- und Dreipunkt-Umrichtern sind aus dem Stand der Technik auch so genannte mehrstufige Umrichter bekannt, die in Fachkreisen auch als „Multilevel Voltage Source Converter (VSC)“ bezeichnet sind. Multilevel VSCs weisen in der Regel Leistungshalbleiterventile aus bipolaren Submodulen auf, die jeweils einen Energiespeicher, wie beispielsweise einen Kondensator und eine Leistungshalbleiterschaltung aufweisen, mit deren Hilfe es möglich ist, die an dem Kondensator abfallende Spannung oder aber eine Nullspannung an den Ausgangsklemmen eines jeden Submoduls zu erzeugen. Durch die Reihenschaltung der Submodule kann die Spannung an dem Ausgang eines jeden Leistungshalbleiterventils stufenweise verändert werden, wobei die Höhe der Stufen durch die an dem jeweiligen Kondensator abfallende Spannung bestimmt ist. Der bei Zwei- oder Dreipunkt-Umrichtern vorgesehene zentrale Kondensator des Gleichspannungskreises ist bei Multilevel-VSCs auf die einzelnen Submodule der Leistungshalbleiterventile verteilt.

30

Multilevel-Umrichter weisen den Nachteil auf, dass die Pole des Gleichspannungszwischenkreises, an welche die Leistungshalbleiterventile der Umrichter angeschlossen sind, bezüglich des Erdpotenzials Spannungen mit unterschiedlich hohen Beträgen aufweisen können.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Umrichter der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit dem eine einfache, wirksame und kostengünstige Symmetrierung der Spannungen im Gleichspannungskreis gegenüber dem Erdpotenzial herbeigeführt wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen mit einem Potentialpunkt zwischen der Netzanschlusseinheit und dem Umrichter verbundenen Sternpunktreaktor, der zu einem geerdeten Sternpunkt verschaltete Drosselspulen aufweist, wobei die Drosselspulen so ausgestaltet sind, dass diese für Wechselstrom mit der Grundschnwingungsfrequenz des Wechselspannungsnetzes einen Strompfad mit hoher Impedanz zum Erdpotenzial und für einen Gleichstrom einen Strompfad mit niedriger Impedanz zum Erdpotenzial darstellen.

Erfindungsgemäß ist die umrichterseitige Potenzialanbindung durch einen Sternpunktreaktor realisiert. Der Sternpunktreaktor weist zu einem Sternpunkt verschaltete Drosselspulen auf, die an ihrer vom Sternpunkt abgewandten Seite mit einem Wechselspannungsanschluss des jeweiligen Umrichters galvanisch verbunden sind. Bei Anschluss der erfindungsgemäßen Vorrichtung an ein Wechselspannungsnetz mit Hilfe der Netzanschlusseinheit ist der Sternpunktreaktor mit anderen Worten parallel zum Wechselspannungsnetz angeordnet. Die Drosselspulen des Sternpunktreaktors sind so ausgestaltet, dass diese für die Grundschnwingungskomponente des Wechselstromes, die üblicherweise bei 50 oder 60 Hz liegt, einen Strompfad mit hoher Im-

pedanz darstellen, so dass die Wechselströme nicht über den geerdeten Sternpunkt abfließen können. Der Stromfluss von Gleichströmen ist jedoch in der Größenordnung von parasitären Kriechströmen auf Isolatoroberflächen möglich. Zweckmäßigerweise ist der Sternpunktreaktor im Freiluftfeld in der Nähe einer Ventilhalle, in welcher die Leistungshalbleiterventile angeordnet sind, lokalisiert. Mit Hilfe dieses Sternpunktreaktors ist es somit möglich, den Gleichspannungszwischenkreis von Multilevel-Umrichtern, die ein fliegendes Potenzial aufweisen, zu symmetrieren. Mit anderen Worten weisen die Pole des Gleichspannungszwischenkreises gegenüber dem Erdpotenzial Spannungen auf, deren Beträge in etwa gleich sind.

Zweckmäßigerweise ist der Sternpunkt des Sternpunktreaktors über einen Ohmschen Widerstand mit dem Erdpotenzial verbunden. Mit Hilfe des Ohmschen Widerstandes können Resonanzen oder Schwingungen zwischen der Leiter-Erde-Kapazität des Gleichspannungs-Zwischenkreises und der Induktivität des Sternpunktreaktors vermieden werden. Auf diese Weise ist somit eine Dämpfung bereitgestellt.

Zweckmäßigerweise weist jede Drosselspule einen magnetisierbaren Kern auf. Der magnetisierbare Kern kann beispielsweise ein Eisenkern oder dergleichen sein. Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung begrenzt der Kern einen Luftspalt. Der Luftspalt dient dazu, eine frühzeitige Sättigung des Kerns beim Führen von Gleichströmen beispielsweise bis zu 100 mA zu vermeiden.

Zweckmäßigerweise weist jedes Submodul eine Vollbrückenschaltung mit vier abschaltbaren Leistungshalbleitern auf, die so mit dem Energiespeicher verschaltet sind, dass an den Ausgangsklemmen des Submoduls eine an dem Energiespeicher abfallende Energiespeicherspannung, eine Nullspannung oder aber

die inverse Energiespeicherspannung erzeugbar ist. Solche Vollbrückenschaltungen sind dem Fachmann auf diesem Gebiet bestens bekannt, so dass hier auf deren genaue Wirkungsweise und Schaltmuster nicht genauer eingegangen zu werden braucht. 5 Vollbrückenschaltungen werden auch als H-Brückenschaltungen bezeichnet. Jedem abschaltbaren Leistungshalbleiter ist eine Freilaufdiode gegensinnig parallel geschaltet.

Abweichend hiervon weist jedes Submodul eine Halbbrückenschaltung mit zwei abschaltbaren Leistungshalbleitern auf, 10 die so mit dem Energiespeicher verschaltet sind, dass an Ausgangsklemmen des Submoduls eine an dem Energiespeicher abfallende Energiespeicherspannung oder eine Nullspannung erzeugbar ist. Umrichter mit einer solchen Topologie und der Submodule werden auch als so genannte „Marquardt-Umrichter“ bezeichnet. Im Gegensatz zur Vollbrückenschaltung ist mit der 15 Halbbrückenschaltung keine inverse Energiespeicherspannung an den Ausgangsklemmen erzeugbar. Dafür ist bei der Halbbrückenschaltung die Anzahl der kostenintensiven Leistungshalbleiter für den Umrichter auf die Hälfte reduziert. Auch hier ist jedem 20 ansteuerbaren und abschaltbaren Leistungshalbleiter, wie IGBT oder GTO, wieder eine Freilaufdiode gegensinnig parallel geschaltet.

Vorteilhafterweise ist die Netzanschlusseinheit ein Transformator. Der Transformator ist den jeweiligen Anforderungen entsprechend verschaltet. Die Primärwicklung des Transformators ist beispielsweise über eine Schaltanlage mit dem Wechselspannungsnetz verbunden. Die Sekundärwicklung des Transformators ist galvanisch mit dem Wechselspannungsanschluss 30 des Umrichters sowie mit dem Sternpunktreaktor verbunden. Für jede Phase, die sich von der Netzanschlusseinheit zum Wechselspannungsanschluss des Umrichters hin erstreckt, ist eine Drosselspule vorgesehen. Die Anzahl der Drosselspulen ent-

spricht im Rahmen der Erfindung somit der Anzahl der Phasen des anschließbaren Wechselspannungsnetzes.

Bei einer weiteren Variante umfasst die Netzanschlusseinheit
5 eine in Reihe mit dem Wechselspannungsnetz verbindbare Induktivität. Der Strompfad vom Wechselspannungsnetz zum Wechselspannungsanschluss des Umrichters führt gemäß dieser Weiterentwicklung über die in Reihe geschaltete Induktivität. Die Netzanschlusseinheit kann darüber hinaus einen Kondensator,
10 der in Reihe zur Induktivität geschaltet ist, aufweisen. Darüber hinaus ist es möglich, dass die Netzanschlusseinheit sowohl einen Transformator als auch eine in Reihe geschaltete Induktivität als auch einen in Reihe geschalteten Kondensator aufweist. Die Induktivität ist grundsätzlich ein beliebiges
15 induktives Bauteil. Zweckmäßigerweise ist die Induktivität eine Spule, Drossel, Wicklung oder dergleichen.

Zweckmäßigerweise sind die Drosselspulen des Sternpunktreaktors auf Isolatoren montiert. Insbesondere ist es zweckmäßig,
20 dass der Sternpunktreaktor mit seinen Drosselspulen im Freien aufgestellt ist.

Vorteilhafterweise weist der Umrichter einen nicht geerdeten Umrichtersternpunkt auf, wobei die Drosselspulen am Umrichtersternpunkt angeordnet sind.
25

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die Figur der Zeichnung,
30 wobei die

Figur ein Ausführungsbeispiel eines Sternpunktreaktors einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigt.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, die einen Umrichter 2 mit sechs Leistungshalbleiterventilen 3 aufweist, die sich jeweils zwischen einem Wechselspannungsanschluss 4 und einem Gleichspannungsanschluss 5 beziehungsweise 6 erstrecken. Dabei ist zwischen jedem Leistungshalbleiterventil 3 und jedem Wechselspannungsanschluss 4 eine Induktivität 18 in Form einer Spule vorgesehen, mit der insbesondere die Regelung von Kreisströmen, die zwischen verschiedenen Leistungshalbleiterventilen 3 fließen können, erleichtert wird. Jeder Gleichspannungsanschluss 5 ist mit dem positiven Pol eines Gleichspannungszwischenkreises 7 verbunden, der in der Figur nur teilweise dargestellt ist. Die Gleichspannungsanschlüsse 6 sind mit dem negativen Pol (-) des Gleichspannungszwischenkreises 7 verbunden. Jedes Leistungshalbleiterventil 3 ist aus einer Reihenschaltung von bipolaren Submodulen 4 zusammengesetzt, die jeweils einen fiktiv nicht dargestellten Kondensator sowie eine Leistungshalbleiterschaltung aus zwei abschaltbaren Leistungshalbleitern, IGBTs, aufweisen, denen jeweils eine Freilaufdiode gegensinnig parallel geschaltet ist. Die Submodule 8 sind bipolar und weisen daher zwei Ausgangsklemmen auf. Die Verschaltung der Leistungshalbleiter und des Kondensators ist derart gewählt, dass an den Ausgangsklemmen jedes Submoduls entweder die an dem Kondensator abfallende Kondensatorspannung oder aber eine Nullspannung erzeugbar ist. Durch zweckmäßige Ansteuerung der Submodule 8 ist es somit möglich, die an den Leistungshalbleiterventilen 3 abfallende Spannung stufenweise einzustellen. Die Anzahl der Submodule liegt bei Anwendungen im Bereich der Hochspannungsgleichstromübertragung zwischen 20 und mehreren hundert.

Die Vorrichtung 1 weist ferner einen Transformator 9 als Netzanschlusseinheit auf, wobei der Transformator 9 eine Pri-

märwicklung 10, die mit einem Wechselspannungsnetz 11 verbunden ist, sowie eine Sekundärwicklung 11 aufweist, die galvanisch mit den Wechselspannungsanschlüssen 4 des Umrichters 1 verbunden ist. Das Wechselspannungsnetz 11 ist dreiphasig
5 ausgestaltet. Dies gilt entsprechend für die Anzahl der Wechselspannungsanschlüsse 4 sowie für einen Leiterabschnitt 13 zur galvanischen Verbindung der Sekundärwicklung 12 mit den Wechselspannungsanschlüssen 4. Der Leiterabschnitt 13 kann auch als Potenzialpunkt zwischen der Netzanschlusseinheit 9
10 und den Wechselspannungsanschlüssen 4 des Umrichters 2 bezeichnet werden.

Zur Symmetrierung der positiven Gleichspannung und der negativen Gleichspannung, also mit anderen Worten zur Symmetrierung der Pole des Gleichspannungszwischenkreises 7 gegenüber
15 dem Erdpotenzial, ist ein Sternpunktreaktor 14 vorgesehen. Der Sternpunktreaktor 14 verfügt über drei Drosselspulen 15, die zu einem Sternpunkt 16 verschaltet sind. Der Sternpunkt 16 ist über einen Ohmschen Widerstand 17 mit dem Erdpotenzial
20 verbunden. Jede Drosselspule 15 ist an ihrer vom Sternpunkt 16 abgewandten Seite mit einer Phase des Leiterabschnittes 13 und somit galvanisch mit einem Wechselspannungsanschluss 4 des Umrichters 2 verbunden.

Die Drosselspulen 15 sind so ausgelegt, dass diese für die Grundfrequenz der Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes 11, die in dem gewählten Ausführungsbeispiel 50 Hz beträgt, einen Strompfad mit hoher Impedanz darstellen. Hierzu verfügt
jede Drosselspule 15 über einen Eisenkern. Zur Vermeidung einer vorzeitigen Sättigung des Eisenkerns ist innerhalb jedes
30 Eisenkerns der Drosselspulen 15 ein Luftspalt vorgesehen. Der Sternpunktreaktor ist wie ein marktüblicher Entladewandler aufgebaut, wobei die Sekundärwicklungen des Entladewandlers weggelassen wurden. Die Drosselspulen 15 des Sternpunktreak-

tors sind auf zweckmäßigen Isolatoren, beispielsweise solche Isolatoren, die für 39 kV ausgelegt sind, aufgestellt. Mit Hilfe des Sternpunktreaktors 14 ist somit eine wechselfspannungsseitige Potenzialanbindung des Umrichters 2 ermöglicht, mit einer Symmetrierung der Pole des Gleichspannungszwischenkreises 7 im Gefolge. Erste Tests haben ergeben, dass trotz extremer Anregung des Sternpunktreaktors mit der dritten Harmonischen der Grundschwingung der Wechselspannung das System stabil bleibt. Kreisströme sind weitestgehend vermieden. Darüber hinaus treten im Gegensatz zur gleichspannungsseitigen Potenzialanbindung deutlich reduzierte Energieverluste auf. Der von seinem Aufbau her einem induktiven Spannungswandler ähnliche Sternpunktreaktor ist als Standardprodukt am Markt erhältlich, so dass die erfindungsgemäße Vorrichtung kostengünstig ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Umrichten einer elektrischen Größe im Bereich der Energieübertragung und -verteilung mit

- 5 - einem zwischen einem Wechselspannungsnetz (11) und einem Gleichspannungskreis (7) schaltbaren Umrichter (2), der Leistungshalbleiterventile (3) aufweist, die sich zwischen einem Wechselspannungsanschluss (4) und einem Gleichspannungsanschluss (5,6) erstrecken, wobei jedes Leistungs-
- 10 halbleiterventil (3) eine Reihenschaltung aus bipolaren Submodulen (8) umfasst, die jeweils einen Energiespeicher sowie eine Leistungshalbleiterschaltung aufweisen, und
- einer mit dem Wechselspannungsanschluss (4) verbundenen Netzanschlusseinheit (9) zum Verbinden mit dem Wechsel-
- 15 spannungsnetz (11),

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

- einen mit einem Potentialpunkt (13) zwischen der Netzanschlusseinheit (9) und dem Umrichter (2) verbundenen Sternpunktreaktor (14), der zu einem geerdeten Sternpunkt (16)
- 20 verschaltete Drosselspulen (15) aufweist, wobei die Drosselspulen (15) so ausgestaltet sind, dass diese für Wechselstrom mit der Grundschiebungsfrequenz des Wechselspannungsnetzes (11) einen Strompfad mit hoher Impedanz zum Erdpotenzial und für einen Gleichstrom einen Strompfad mit niedriger Impedanz
- 25 zum Erdpotenzial darstellen.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass jede Drosselspulen (15) mit ihrer vom Sternpunkt (16) abgewandten Seite mit einem zugeordneten Wechselspannungsanschluss (4) des Umrichters (2) verbunden ist.
- 30

3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

der Sternpunkt (16) des Sternpunktreaktors (14) über einen Ohmschen Widerstand (17) mit dem Erdpotenzial verbunden ist.

4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
jede Drosselspule (15) einen magnetisierbaren Kern aufweist.

5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
10 der Kern einen Luftspalt begrenzt.

6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
jedes Submodul (8) eine Vollbrückenschaltung mit vier ab-
15 schaltbaren Leistungshalbleitern aufweist, die so mit dem
Energiespeicher verschaltet sind, dass an Ausgangsklemmen des
Submoduls eine an dem Energiespeicher abfallende Energiespei-
cherspannung, eine Nullspannung oder aber die inverse Ener-
giespeicherspannung erzeugbar ist.

20

7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
jedes Submodul eine Halbbrückenschaltung mit zwei abschaltba-
ren Leistungshalbleitern aufweist, die so mit dem Energie-
25 speicher verschaltet sind, dass an Ausgangsklemmen des Submo-
duls eine an dem Energiespeicher abfallende Energiespeicher-
spannung oder eine Nullspannung erzeugbar ist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Netzanschlusseinheit ein Transformator (9) ist.

9. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

die Netzanschlusseinheit eine in Reihe mit dem Wechselspannungsnetz (11) verbindbare Induktivität aufweist.

10. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Drosselpulen (15) des Sternpunktreaktors (14) auf Isolatoren montiert sind.

11. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
der Umrichter (2) einen nicht geerdeten Umrichtersternepunkt aufweist und die Drosselpulen (15) am Umrichtersternepunkt angeordnet sind.

