

(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
29. März 2007 (29.03.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/033841 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02J 1/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/060264

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2006 (24.02.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 047 686.4
23. September 2005 (23.09.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). **TRANSOCEAN OFFSHORE DEEPWATER DRILLING INC.** [US/US]; 4 Greenway Plaza, Houston, TX 77252-2765 (US).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOURGEAU, Ed**

[US/US]; Transocean Offshore Deepwater Drilling Inc., 4 Greenbay Placa (77046), P.O.Box 2756, Houston, TX 77252-2765 (US). **FLOTTEMESCH, Jörg** [DE/DE]; Jahnstr. 7, 91088 Bubenreuth (DE). **MOSER, Jürgen** [DE/DE]; Donauschwabenstr.17, 91301 Forchheim (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; P.O. Box 22 16 34, 80506 München (DE).

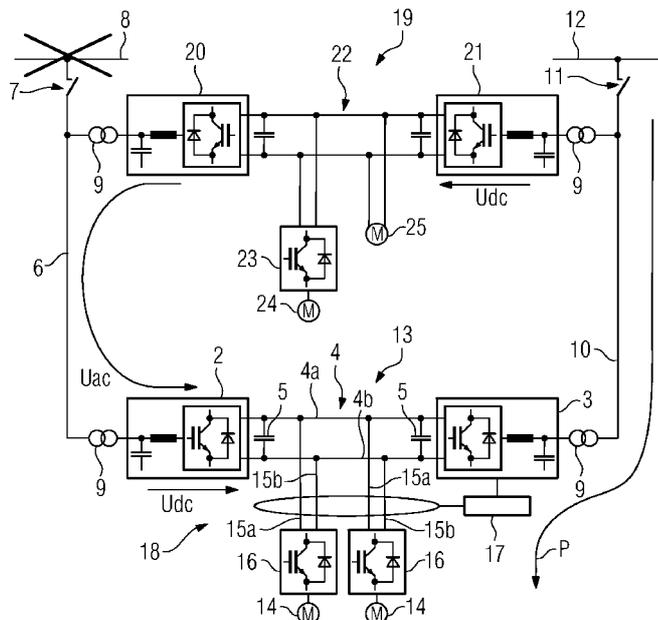
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR REDUNDANTLY SUPPLYING POWER TO AT LEAST ONE LOAD

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR REDUNDANTEN ENERGIEVERSORGUNG WENIGSTENS EINER LAST



(57) Abstract: The invention relates to a device for redundantly supplying power to at least one load (14) comprising a first power converter (2) that can be connected to a first AC mains (8) via a first terminal (7), a second power converter (3) which can be connected to a second AC mains (12) via a second terminal (11), and a DC link (4) that connects the first power converter (2) to the second power converter (3) on the direct voltage side. In order to create a device which allows power to be supplied redundantly, the DC link (4) is provided with at least one load terminal for supplying power to a load (14).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/033841 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Um eine Vorrichtung zur redundanten Energieversorgung wenigstens einer Last (14) mit einem ersten Stromrichter (2), der über einen ersten Anschluss (7) mit einem ersten Wechselspannungsnetz (8) verbindbar ist, einem zweiten Stromrichter (3), der über einen zweiten Anschluss (11) mit einem zweiten Wechselspannungsnetz (12) verbindbar ist, und einem Gleichspannungszwischenkreis (4), der den ersten Stromrichter (2) gleichspannungsseitig mit dem zweiten Stromrichter (3) verbindet, bereitzustellen, mit der eine redundante Energieversorgung ermöglicht ist, wird vorgeschlagen, dass der Gleichspannungszwischenkreis (4) wenigstens einen Lastanschluss zur Energieversorgung einer Last (14) aufweist.

Beschreibung

Vorrichtung zur redundanten Energieversorgung wenigstens einer Last

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur redundanten Energieversorgung wenigstens einer Last mit einem ersten Stromrichter, der über einen ersten Anschluss mit einem ersten Wechselspannungsnetz verbindbar ist, einem zweiten Stromrichter, der über einen zweiten Anschluss mit einem zweiten Wechselspannungsnetz verbindbar ist, und einem Gleichspannungszwischenkreis, der den ersten Stromrichter gleichspannungsseitig mit dem zweiten Stromrichter verbindet.

15 Eine solche Vorrichtung ist bereits aus der DE 103 40 625 A1 bekannt. Die dort gezeigte Vorrichtung weist einen ersten Pulsstromrichter sowie einen zweiten Pulsstromrichter auf, wobei die Pulsstromrichter über einen Gleichspannungszwischenkreis miteinander verbunden sind. Jeder Pulsstromrichter besteht aus einer so genannten 6-Puls-Brückenschaltung mit abschaltbaren Leistungshalbleitern. Solche auch Kurzkupplung genannten Vorrichtungen dienen im Bereich der Energieverteilung zur Kopplung von Energieverteilungsübertragungsnetzen, wobei die Energieverteilungsnetze unterschiedliche Frequenzen, Spannungsebenen, Sternpunktbehandlung oder Phasenlagen aufweisen können.

Vorrichtungen zur redundanten Energieversorgung gelangen beispielsweise auf Bohrschiffen oder auf Bohrplattformen zum Einsatz. So sind Bohrschiffe und Bohrplattformen bekannt, die bei Bohrvorgängen in größeren Wassertiefen nicht verankert sind, sondern mittels so genannter Thruster dynamisch positioniert werden. Die Thruster sind als drehzahl- und azimutverstellbare Antriebe ausgelegt, so dass eine genaue Positionie-

5 rung der Bohrschiffe oder Bohrplattformen ohne Verankerung ermöglicht ist. Ein Ausfall der Energieversorgung von mehr als 45 Sekunden kann zu hohen Kosten führen, da in einem solchen Falle das zum Durchführen der Bohrung notwendige Bohrge-
10 stänge mechanisch entkoppelt und nach erneuter Positionierung des Bohrschiffes oder der Bohrplattform wieder zusammengekoppelt werden müsste. Zum Antrieb solcher Motoren oder Antriebe ist daher eine sichere Energieversorgung erforderlich. Aus diesem Grunde sind Bohrschiffe und/oder Bohrplattformen übli-
15 cherweise mit einem redundanten Energieversorgungsnetz ausgerüstet. Zusätzlich zu diesen beiden Energieversorgungsnetzen ist üblicherweise ein Notnetz vorhanden, auf das im Fehlerfall umgestellt werden kann. Jedes Energieversorgungsnetz wird über eigene Generatoren mit Energie gespeist. Zur Kupp-
20 lung der Energieversorgungsnetze dient beispielsweise ein mechanischer Schalter. Dieser Kopplung haftet jedoch der Nachteil an, dass das fehlerbehaftete Energieversorgungsnetz das fehlerfreie Energieversorgungsnetz nachteilig beeinflussen kann. Diese Beeinflussung ist jedoch unerwünscht. Ferner ist
25 bekannt, anstelle eines Schalters einen drehzahlveränderbaren Antrieb über Umschalter auf beide Energieversorgungsnetze zu schalten. Eine solche Zuschaltung eines Antriebs ist jedoch zeitbehaftet, so dass es in der Übergangsphase der Umschal-
tung zu Fehlpositionierungen kommen kann.

25 Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung der ein-
gangs genannten Art bereitzustellen, mit der eine redundante Energieversorgung ermöglicht ist.

30 Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass der Gleichspannungszwischenkreis wenigstens einen Lastanschluss zur Energieversorgung einer Last aufweist.

Erfindungsgemäß dient die beispielsweise unter dem Begriff Kurz-
kuppelung bekannte Vorrichtung nicht mehr länger zur Kopp-
lung zweier Netze. Vielmehr wird durch das Vorsehen eines
Lastanschlusses, der mit dem Gleichspannungszwischenkreis
5 verbunden ist, die redundante Energieversorgung einer an den
Lastanschluss anschließbaren Last ermöglicht. Eine solche
Vorrichtung eignet sich daher insbesondere für eine Installa-
tion auf Bohrschiffen oder Bohrinnseln, die mit drehzahl- und
azimutverstellbaren Antrieben, wie beispielsweise den so ge-
10 nannten Thrustern, zur Positionierung der Bohrschiffe oder
Bohrinseln in großen Wassertiefen ausgerüstet sind. So ist
beispielsweise die Energieversorgung der an dem Gleichspan-
nungszwischenkreis angeschlossenen Lasten aus dem zweiten
Wechselspannungsnetz im Normalbetrieb möglich, wobei bei ei-
15 nem Zusammenbruch der Wechselspannung in dem besagten zweiten
Wechselspannungsnetz die Versorgung der Lasten von dem ersten
Wechselspannungsnetz übernommen wird. Die Stromrichter weisen
erfindungsgemäß zweckmäßigerweise abschaltbare Leistungshal-
bleiter wie beispielsweise GTOs oder IGBTs auf. Die abschalt-
20 baren Leistungshalbleiter werden beispielsweise im Kiloherz-
bereich durch eine Pulsweitenmodulation getaktet, so dass
entsprechend kurze Übergangszeiten beim Umschalten vom zwei-
ten auf das erste Wechselspannungsnetz ermöglicht sind. Bei
solch kurzen Umschaltzeiten sind Fehlpositionierungen sicher
25 vermieden.

Die Regelung der Stromrichter, die in diesem Fall auch als
Umrichter bezeichnet werden können, ist im Rahmen der Erfin-
dung grundsätzlich beliebig.

30 Gemäß einer zweckmäßigen Weiterentwicklung weist jedoch der
erste Stromrichter eine erste Gleichspannungsregelung zur Re-
gelung einer Gleichspannung eines Gleichspannungszwischen-

kreises auf. Der erste Umrichter dient dann zum Aufbau einer zweckmäßigen Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis.

Gemäß einer zweckmäßigen Weiterentwicklung weist der zweite
5 Stromrichter eine Leistungsregelung zur Regelung des Leistungsflusses über den zweiten Stromrichter auf, wobei die Leistungsregelung auf eine negative Sollgleichleistung erfolgt, deren Betrag dem Betrag der von allen Lasten aufgenommen Leistung entspricht. Gemäß dieser vorteilhaften Weiter-
10 entwicklung erfolgt die Energieversorgung der an dem Gleichspannungszwischenkreis angeschlossenen Lasten durch das zweite Wechselspannungsnetz, wobei die Leistungsregelung auf eine negative Sollgleichleistung erfolgt. Insbesondere bei dem Einsatz von Motoren als Last, deren aufgenommene Leistung
15 sich über die Zeit hinweg fortwährend ändert, ist es daher zweckmäßig, Messsensoren zum Messen der lastseitig aufgenommenen Leistung einzusetzen. So sind beispielsweise dem Lastanschluss geeichte Spannungs- und Stromwandler vorgeschaltet, mit deren Ausgangssignalen die durch die Lasten aufgenommene
20 Leistung messbar ist. Aus der gemessenen verbrauchten Leistung wird durch die Regelung die negative Sollgleichleistung gleichen Betrages bestimmt und als Sollwert bei der Leistungsregelung verwendet. Somit kommt es zur Versorgung der Lasten durch das zweite Versorgungsnetz. Der erste Stromrich-
25 ter dient hingegen zur Aufrechterhaltung der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis sowie zur gleichzeitigen Steuerung der Blindleistung in dem ersten Wechselspannungsnetz. Bei einem Ausfall des zweiten Wechselspannungsnetzes regelt der erste Stromrichter die Gleichspannung des Gleichspannungszwischenkreises trotz der fehlenden Leistungsversorgung
30 nahezu verzögerungsfrei nach, so dass es trotz des Zusammenbruches des zweiten Wechselspannungsnetzes zu keiner merklichen Unterbrechung der Energieversorgung der Lasten kommt. Ein Zusammenbruch des ersten Wechselspannungsnetzes

hätte jedoch bei dieser Ausgestaltung der Erfindung den Zusammenbruch der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis im Gefolge, so dass ein weiterer Antrieb der Lasten ausgeschlossen wäre.

5

Aus diesem Grunde sieht eine Weiterentwicklung der Erfindung vor, dass der zweite Stromrichter eine zweite Spannungsregelung zur Regelung der Spannung im Gleichspannungszwischenkreis aufweist. Da gemäß dieser Weiterentwicklung beide
10 Stromrichter die Gleichspannung des Gleichspannungszwischenkreises regeln, sind sämtliche Lasten gleichermaßen aus beiden Netzen versorgbar. Der Ausfall eines Netzes - und zwar egal welchen Netzes - hätte somit keinen nachhaltigen Einfluss auf den Antrieb, da das jeweils intakte Wechselspannungsnetz die Versorgung der Lasten übernimmt. Die Zeitdauer
15 des Überganges der Energieversorgung von einem Wechselspannungsnetz zum anderen Wechselspannungsnetz liegt erfindungsgemäß im Bereich einiger Millisekunden. Eine gegenseitige Beeinflussung der Stromrichter durch Schwingungen im Gleichspannungszwischenkreis ist durch eine geeignete Auswahl der
20 Regelparameter verhinderbar. Daher sind die Stromregler zweckmäßigerweise so ausgelegt, dass ein Überschwingen und eine gegenseitige Beeinflussung der Stromrichter verhindert ist. Solche Regelungen sind dem Fachmann bekannt.

25

Gemäß einer diesbezüglichen zweckmäßigen Weiterentwicklung weist der Gleichspannungszwischenkreis Gleichstromunterbrecher auf. Solche Gleichstromunterbrecher sind beispielsweise als eine übliche Sicherung, eine Sprengsicherung oder aber
30 ein elektronischer Schalter realisiert. Der Gleichspannungszwischenkreis besteht vorteilhafterweise aus mehreren Gleichstromzweigen, wobei jeder Gleichstromzweig, der auch als Leistungsblock bezeichnet werden kann, einzeln überwacht und durch die Gleichstromunterbrecher geschützt wird. Ein Gleich-

stromunterbrecher ermöglicht dann eine selektive Unterbrechung des jeweils betroffenen Gleichstromzweiges im Fehlerfall, ohne dass der Betrieb der anderen Gleichstromzweige beeinträchtigt ist.

5

Vorteilhafterweise ist jeder Stromrichter aus in Reihe geschalteten Leistungsblöcken zusammengesetzt. Solche Leistungsblöcke werden gemäß dem Stand der Technik auch als Power Electronic Building Block bezeichnet und sind dem Fachmann als solche bekannt, so dass an dieser Stelle hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht. Die Leistungsblöcke ermöglichen einen modularen Aufbau der Stromrichter und auf diese Weise die Anpassung des Stromrichters an beliebige Spannungsebenen. Zweckmäßigerweise sind die Stromrichter und der Gleichspannungszwischenkreis für Mittelspannungen und zum Antrieb entsprechender Lasten ausgelegt, wobei der Mittelspannungsbereich zwischen 1 kV und 52 kV liegt.

Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung ist jeder Leistungsblock über eine Unterbrechereinheit mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden. Auf diese Weise ist der Austausch eines Leistungsblockes ermöglicht, ohne die Verbindung der übrigen Leistungsblöcke mit dem Gleichspannungszwischenkreis zu unterbrechen, so dass die Wartung und die Instandhaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vereinfacht sind.

Vorteilhafterweise ist jeder Lastanschluss über einen Wechselrichterantrieb mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden. Durch den Einsatz eines Wechselrichterantriebes ist der Antrieb von Wechselstrommotoren ermöglicht, wobei die Antriebsfrequenz der Lasten beliebig einstellbar ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Vorrichtung einen ersten Parallelstromrichter, der über einen erste Anschlusszweig mit dem ersten Anschluss und dem ersten Stromrichter verbunden ist, und einen zweiten Parallelstromrichter auf der über einen zweiten Anschlusszweig mit dem zweiten Anschluss und dem zweiten Stromrichter verbunden ist, wobei der erste Parallelstromrichter und der zweite Parallelstromrichter über einen Parallelgleichspannungszwischenkreis miteinander verbunden sind. Mit anderen Worten sind gemäß dieser Weiterentwicklung zwei Kurzkupplungen parallel oder besser antiparallel zwischen das erste Wechselspannungsnetz und das zweite Wechselspannungsnetz anschließbar. Dabei kann die Parallelkurzkupplung für geringere Spannungen und daher kostengünstiger als die Hauptkurzkupplung ausgelegt sein. Bei der Parallelkurzschlusskupplung handelt es sich beispielsweise um eine Niederspannungskurzkupplung mit entsprechend ausgelegten Stromrichtern. Die Parallelstromrichter der Parallelkurzkupplung dienen grundsätzlich der Bereitstellung einer Wechselspannung für den ersten Stromrichter bei Ausfall des Wechselstromnetzes, so dass eine Energieversorgung auch dann bereitgestellt ist, wenn das erste Wechselspannungsnetz fehlerbedingt ausfällt. Im Normalbetrieb und bei Ausfall des zweiten Wechselspannungsnetzes arbeitet die Parallelkurzkupplung jedoch im Leerlauf. Wesentlich ist, dass bei einem Ausfall oder bei einem Fehler im ersten Wechselspannungsnetz, das fehlerbehaftete erste Wechselspannungsnetz gegenüber dem ersten Parallelstromrichter also gegenüber der Parallelkurzkupplung verriegelt ist. Die Verriegelung erfolgt beispielsweise durch einen Schalter, der zwischen dem ersten Wechselspannungsnetz und dem ersten Parallelstromrichter und dem ersten Stromrichter angeordnet ist. Durch den Schalter ist beispielsweise der erste Anschluss realisiert. Für den Normalbetrieb weist die Parallelkurzkupplung zweckmäßigerweise eine Statik auf, die geringer

ist als die Statik der in das erste Wechselspannungsnetz ein-
speisenden Generatoren. Ansonsten würde die Parallelkurzkupp-
lung gegen das erste Wechselspannungsnetz arbeiten, das im
Normalbetrieb gegenüber dem ersten Stromrichter nicht verrie-
5 gelt ist.

Vorteilhafterweise weist der zweite Parallelstromrichter eine
Parallelgleichspannungsregelung zur Regelung der Gleichspan-
nung des Parallelgleichspannungszwischenkreises auf. Gemäß
10 einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung weist der
erste Parallelstromrichter eine Wechselspannungsregelung zur
Regelung der Wechselspannung in dem ersten Anschlusszweig
auf. Die Regelung der parallel zum ersten und zweiten Strom-
richter angeordneten ersten beziehungsweise zweiten Parallel-
15 stromrichter ist genau umgekehrt zum ersten bzw. zweiten
Stromrichter. Dies hängt selbstverständlich mit dem Zweck der
Parallelkurzkupplung zusammen, die zur Bereitstellung einer
geeigneten Wechselspannungsversorgung in dem ersten An-
schlusszweig vorgesehen ist, wenn in dem verriegelten ersten
20 Wechselspannungsnetz ein Fehler vorliegt.

Vorteilhafterweise sind der erste Anschluss und/oder der
zweite Anschluss Unterbrechungseinheiten. Unterbrechungsein-
heiten sind beispielsweise als solche bekannte Schaltanlagen
25 oder Schalter, die mit dem Wechselspannungsnetz verbindbar
sind. Die Schalter können mechanische Schalter oder elektro-
nische Schalter sein.

Zweckmäßigerweise sind der erste Stromrichter und/oder der
30 erste Parallelstromrichter jeweils über einen ersten Trans-
formator mit dem ersten Anschlusszweig und der zweite Strom-
richter und/oder der zweite Parallelstromrichter jeweils über
einen zweiten Transformator mit dem zweiten Anschlusszweig
verbunden. Auf diese Weise ist eine galvanische Entkopplung

zwischen der Vorrichtung und den Wechselspannungsnetzen während des Betriebs bereitgestellt. Selbstverständlich ist es im Rahmen der Erfindung auch möglich, dass an dem Parallelgleichspannungszwischenkreis Parallellastanschlüsse angeschlossen sind, die mit einer Last verbindbar sind.

Weitere Vorteile entstehen, wenn Wechselspannungsantriebe den Lastanschlüssen vorgeschaltet sind. Ein Anschluss von Lasten an dem Parallellastanschluss bietet sich schon deswegen an, da die Parallelkurzkupplung im Normalbetrieb quasi im Leerlauf arbeitet. Sind der erste Parallelstromrichter und der zweite Parallelstromrichter für geringere Spannungen ausgelegt, können auch für entsprechende Spannungen ausgelegte Lasten redundant mit Energie versorgt werden. Die Verwendungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung vergrößern sich daher beträchtlich.

Die Erfindung betrifft ferner ein System mit einem ersten Wechselspannungsnetz und einem zweiten Wechselspannungsnetz, somit einer Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleich wirkende Bauteile verweisen und wobei

Figur 1 eine Kurzkupplung gemäß dem Stand der Technik zur Kopplung zweier Wechselspannungsnetze,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Darstellung,

- Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Darstellung,
- 5 Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Darstellung,
- Figur 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Darstellung und
- 10
- Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Darstellung zeigen.
- 15

Figur 1 zeigt eine Kurzschlusskupplung 1 als Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik. Die vorbekannte Kurzschlusskupplung 1 weist einen ersten Stromrichter 2 sowie einen zweiten Stromrichter 3 auf, die über einen Gleichspannungszwischenkreis 4 gleichspannungsseitig miteinander verbunden sind. Der Gleichspannungszwischenkreis 4 umfasst Energiespeicher, in diesem Falle Kondensatoren 5, zur Aufrechterhaltung der Gleichspannung. Der Aufbau der Stromrichter 2 und 3 ist dem Fachmann bestens bekannt, so dass an dieser Stelle hierauf nicht genauer eingegangen zu werden braucht. Sie bestehen im Wesentlichen aus einer 6-Puls-Brückenschaltung mit abschaltbaren Leistungshalbleitern, in diesem Fall IGBTs, wobei eine gegensinnig angeordnete Freilaufdiode jedem abschaltbaren Leistungshalbleiter parallel geschaltet ist. Der Stromrichter 2 ist wechsellspannungsseitig über einen ersten Anschlusszweig 6 mit einem ersten Schalter 7 verbunden, der als Anschluss zum Anschließen eines ersten Wechselspannungsnetzes 8 dient. Zur induktiven Kopplung des ersten Stromrichters 2 mit dem ersten Wech-

20

25

30

selspannungsnetz 8 bei eingeschaltetem Schalter 7 ist ein Transformator 9 vorgesehen.

Der zweite Stromrichter 3 ist ebenfalls über einen Transformator 9 und einem zweiten Anschlusszweig 10 mit einem zweiten Schalter 11 als zweiten Anschluss verbunden. Durch Einschalten des Schalters 11 ist der zweite Stromrichter 3 daher mit einem zweiten Wechselspannungsnetz 12 induktiv koppelbar.

10 Durch eine zweckmäßige Regelung der Stromrichter 2 beziehungsweise 3 ist eine beliebige Leistungsübertragung von dem ersten Wechselspannungsnetz 8 zum zweiten Wechselspannungsnetz 12 oder von dem zweiten Wechselspannungsnetz 12 in das erste Wechselspannungsnetz 8 ermöglicht. In der schematischen
15 Darstellung weisen der erste und der zweite Stromrichter 2, 3 nur schematisch angedeutete Kapazitäten und Induktanzen auf, deren Verschaltung und Wirkungsweise dem Fachmann ebenfalls bekannt ist.

20 Die Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 13 in einer schematischen Darstellung. Die dargestellte Vorrichtung 13 weist ebenfalls einen ersten Stromrichter 2 sowie einen zweiten Stromrichter 3 auf, die mit einem Gleichspannungszwischenkreis 4 gleichspannungsseitig miteinander verbunden sind. Über einen ersten Anschlusszweig 6 sowie über einen ersten Schalter 7 ist der erste Stromrichter 2 mit einem ersten Wechselspannungsnetz 8 verbindbar, wohingegen der zweite Stromrichter 3 über einen zweiten Anschlusszweig 10 und einen zweiten Schalter 11 mit
25 einem zweiten Wechselspannungsnetz 12 koppelbar ist. Die Wechselspannungsnetze 8 und 12 weisen jeweils eine eigene Energieversorgung, hier in Form eines Generators, auf und sind unter anderem zur Energieversorgung so genannter Thruster 14 vorgesehen, die zur Positionierung eines Bohrschiffes einge-

richtet sind, wenn das Bohrschiff Bohrungen in tiefen Gewässern durchführt. Wie bereits erläutert wurde, sind Thruster drehzahl- und azimutveränderbare Motoren. Da auch nur ein kurzzeitiger Ausfall der Energieversorgung der Thruster hohe Kosten im Gefolge haben würde, ist neben dem zweiten Wechselspannungsnetz 12 das im Normalbetrieb die von den Thrustern 14 benötigte Leistung bereitstellt, ein erstes Wechselspannungsnetz 8 vorgesehen, auf das bedarfsweise umgestellt werden soll.

10

Hierzu ist der Gleichspannungszwischenkreis 4 mit zwei Lastanschlüssen verbunden. Die Verbindung zwischen Gleichspannungszwischenkreis und den Lastanschlüssen erfolgt mittels Lastanschlussleitungen 15a und 15b, die mit der positiven Verbindungsleitung 4a des Gleichspannungszwischenkreises 4 beziehungsweise mit der negativen Verbindungsleitung 4b des Gleichspannungszwischenkreises 4 galvanisch verbunden sind. Dem Lastanschluss sind zwei Antriebswechselrichter 16 vorgeschaltet, die zur Umwandlung der Gleichspannung in eine Wechselspannung eingerichtet sind. Auch die Antriebswechselrichter 16 sind als solche dem Fachmann bestens bekannt, so dass an dieser Stelle hierauf nicht eingegangen zu werden braucht. Die Antriebswechselrichter 16 erzeugen eine Wechselspannung beziehungsweise einen Wechselstrom mit gewünschter Spannungsamplitude, Phasenlage und Frequenz.

Die Steuerung des ersten Stromrichters 2 erfolgt durch eine Gleichspannungsregelung, die eine als Sollwert der Regelung vorgegebene Sollgleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis 4 einstellt. Die Gleichspannungsregelung ist in Figur 2 durch den Pfeil mit U_{dc} versehenen schematisch angedeutet. Durch die Gleichspannungsregelung ist ferner eine Regelung der Blindleistung Q des ersten Wechselspannungsnetzes 8 er-

möglichst. Dies ist in Figur 2 durch den mit Q bezeichneten Pfeil angedeutet.

Der zweite Stromrichter 3 weist hingegen eine Leistungsregelung 17 auf, die mit schematisch angedeuteten Messeinheiten 18 verbunden ist, wobei die Messeinheiten 18 Spannungswandler umfassen, die ein zu dem Gleichstrom und/oder dem Wechselstrom und der Gleichspannung und/oder Wechselspannung jeweils proportionales Ausgangssignal erzeugen, das unter Gewinnung von Abtastwerten durch eine Abtasteinheit abgetastet und mittels eines Analog-/Digitalwandlers in digitale Gleichstromwerte beziehungsweise Gleichspannungswerte umgewandelt wird. Die Gleichspannungsregelung verfügt ferner über eine parametrisierbare Sollgleichleistung, die der Gleichspannungsregelung als Sollwert dient, woraufhin die Leistungshalbleiter, in diesem Fall die IGBTs, des zweiten Stromrichters 3 so gezündet werden, dass die durch die Sollgleichleistung vorgegebene Leistung durch den zweiten Stromrichter 3 übertragen wird. Im Rahmen der Erfindung wird eine negative Sollgleichleistung vorgegeben, die vom Betrag her der Leistung entspricht, die von den Thrustern 14 aufgenommen wird. Mit anderen Worten wird aufgrund der negativen Sollgleichspannung ein Leistungsfluss in Richtung des mit P bezeichneten Pfeiles von dem zweiten Wechselspannungsnetz 12 zu den Thrustern 14 bereitgestellt. Das erste Wechselspannungsnetz 8 dient hingegen zum Aufrechterhalten der Gleichspannung U_{dc} im Gleichspannungszwischenkreis 4.

Bei einem Ausfall des zweiten Wechselspannungsnetzes 12 übernimmt das erste Wechselspannungsnetz 8 ohne wesentliche zeitliche Verzögerung die Energieversorgung der Thruster 14. Dabei wird trotz des Ausfalles des zweiten Wechselspannungsnetzes 12 die Gleichspannung U_{dc} im Gleichspannungszwischenkreis durch den ersten Stromrichter 2 aufrechterhalten. Eine Blind-

leistungssteuerung im ersten Wechselspannungsnetz 2 ist jedoch in diesem Fall nicht mehr möglich.

Liegt allerdings ein Fehler im ersten Wechselspannungsnetz 8 vor, ist das Aufrechterhalten der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis 4 nicht mehr möglich. Die Energieversorgung der Thruster 14 ist dann unterbrochen.

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, das auch bei einem Ausfall des ersten Wechselspannungsnetzes 8 die Energieversorgung der Thruster 14 sicherstellt. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Kurzschlusskupplung 13 eine Parallelkurzschlusskupplung 19 gewissermaßen antiparallel geschaltet. Hierzu ist ein erster Parallelstromrichter 20 induktiv mittels eines Transformators 9 mit dem ersten Anschlusszweig 6 gekoppelt. Gleichspannungsseitig ist der erste Parallelstromrichter 20 mit einem zweiten Parallelstromrichter 21 über einen ebenfalls bipolaren Parallelgleichspannungszwischenkreis 22 verbunden. Der zweite Stromrichter 21 ist mittels des zweiten Transformators 9 mit dem zweiten Anschlusszweig 10 verbunden und weist eine Parallelgleichspannungsregelung zum Steuern der Gleichspannung des Parallelgleichspannungszwischenkreises 22 auf, die in Figur 3 lediglich durch den mit UDC bezeichneten Pfeil angedeutet ist.

25

Der erste Parallelstromrichter 20 weist eine Wechselspannungsregelung auf, mit der eine in dem ersten Anschlusszweig 6 erzeugbare Wechselspannung steuerbar ist. Auf diese Weise erzeugt die Parallelkurzschlusskupplung 19 eine Wechselspannung in dem Anschlusszweig 6, mit welcher der Betrieb des ersten Stromrichters 2 trotz Ausfall des ersten Wechselspannungsnetzes 8 ermöglicht bleibt. Zur Verriegelung des ersten Wechselspannungsnetzes 8 gegenüber dem ersten Anschlusszweig 6 dient der erste Schalter 7. Auf diese Weise ist eine Versorgung der

30

Motoren oder Thruster 14 auch dann möglich, wenn ein Fehler im ersten Wechselspannungsnetz 8, wie in Figur 3 durch das Kreuz angedeutet, vorliegt. Wichtig ist jedoch, dass im Fehlerfall der Schalter 7 geöffnet ist, um das erste Wechselspannungsnetz 8 von der ersten Anschlussverbindung 6 und somit von dem ersten Stromrichter 2 abzukoppeln. Für einen reibungslosen Normalbetrieb ist ferner darauf zu achten, dass die Statik der Spannungsregelung durch den ersten Parallelstromrichter 20 geringer ist als die Statik der in das erste Wechselspannungsnetz 8 einspeisenden figürlich nicht dargestellten Generatoren. Ansonsten würde der erste Parallelstromrichter 20 gegen das erste Wechselspannungsnetz 8 arbeiten. Dies ist jedoch unerwünscht.

Die Parallelkurzkupplung 19 und die Kurzkupplung 13 können für beliebige Spannungsbereiche ausgebildet sein. In dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen ist die Kurzkupplung 13 für den Mittelspannungsbereich, also für Spannungen zwischen 1 kV und 52 kV, ausgelegt, wohingegen die Parallelkurzkupplung 21 für den Niederspannungsbereich eingerichtet ist. Auf diese Weise ist ein redundanter Antrieb sowohl größerer 14 als auch kleinerer Lasten oder Motoren 24, 25 ermöglicht. Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass die Kosten einer für die Niederspannung ausgelegten Parallelkurzkupplung 19 geringer sind als für die Kurzkupplung 13, die für die Mittelspannung ausgelegt ist.

Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei an dem Parallelstromkreis 22 ein figürlich nicht dargestellter Parallellastanschluss angeschlossen ist, dem ein Parallelantriebswechselrichter 23 zum Antrieb einer Zusatzlast 24 vorgeschaltet ist. Ferner ist ein Gleichspannungsmotor 25 direkt mit dem Parallelgleichspannungszwischenkreis 22 verbunden.

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung, das weitestgehend dem in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht. In diesem Fall ist jedoch der Parallelgleichspannungszwischenkreis 22 über
5 Gleichspannungsleitungen 26a und 26b gleichspannungsseitig mit einem Notstromrichter 27 verbunden, wobei der Notstromrichter 27 wechsellspannungsseitig über einen Notschalter 28 mit einem Wechsellspannung führenden Notstromnetz 29 verbunden. Ein weiterer Notstromrichter, der gleichstromseitig mit
10 dem Gleichspannungszwischenkreis 4 und wechsellspannungsseitig mit einem weiteren Notstromnetz oder mit demselben Notstromnetz 29 verbunden ist, ist aus Übersichtsgründen figürlich nicht dargestellt. Durch das Notstromnetz 29 beziehungsweise
15 durch die Notstromnetze ist die Ausfallwahrscheinlichkeit der Energieversorgung für die Lasten noch weiter herabgesetzt. Das erste und zweite Wechsellspannungsnetz sowie das oder die Notstromnetze können im Rahmen der Erfindung unabhängig voneinander beliebig viele Phasen aufweisen.

20 Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das im Wesentlichen dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispielen entspricht, wobei jedoch der zweite Stromrichter 3 ebenfalls eine Gleichspannungsregelung aufweist, die unabhängig von der Gleichspannungsregelung des ersten Stromrichters 2 ist. Dabei
25 erfolgt die Regelung des ersten Stromrichters 2 und des zweiten Stromrichters 3 auf eine Weise, dass eine gegenseitige Beeinflussung der Stromrichter 2 und 3 beispielsweise durch Schwingungen im Gleichspannungszwischenkreis 4 verhindert sind. Die Stromrichter 2 und 3 sind beispielsweise modular
30 aufgebaut und weisen Leistungsblöcke auf, die auch als Power Electronic Building Blocks bezeichnet werden. Power Electronic Building Blocks sind dem Fachmann als solche bekannt, so dass an dieser Stelle hierauf nicht genauer eingegangen zu werden braucht.

Aus Sicherheitsgründen weist der Gleichspannungszwischenkreis 4 in dem gezeigten Ausführungsbeispiel Unterbrechereinheiten 30 auf, die im Fehlerfall die Unterbrechung des Stromflusses im Gleichspannungszwischenkreis 4 herbeiführen. Bei den Unterbrechereinheiten 30 handelt es sich beispielsweise um Sicherungen, elektrische Schalter oder dergleichen.

Figur 7 zeigt das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6, wobei jedoch entsprechend Figur 4 eine zusätzliche antiparallel geschaltete Parallelkurzkupplung 19 zur Stromversorgung kleinerer Lasten 24, 25 vorgesehen ist. Die Regelung der Stromrichter 2, 3 der Kurzkupplung 13 erfolgt wie im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel der Figur 6 erläutert. Die Regelung der Parallelkurzkupplung 19 erfolgt wie im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 erläutert, wobei wieder ein mit einem Notstromnetz 29 verbindbarer Notstromrichter 27 für beide Kurzkupplungen 13, 19 vorgesehen ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur redundanten Energieversorgung wenigstens einer Last (14) mit einem ersten Stromrichter (2), der über
5 einen ersten Anschluss (7) mit einem ersten Wechselspannungsnetz (8) verbindbar ist, einem zweiten Stromrichter (3), der über einen zweiten Anschluss (11) mit einem zweiten Wechselspannungsnetz (12) verbindbar ist, und einem Gleichspannungszwischenkreis (4), der den ersten Stromrichter (2) gleichspannungsseitig mit dem zweiten Stromrichter (3) verbindet,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Gleichspannungszwischenkreis (4) wenigstens einen Lastanschluss zur Energieversorgung einer Last (10) aufweist.

15 2. Vorrichtung 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 der erste Stromrichter (2) eine erste Gleichspannungsregelung zur Regelung einer Gleichspannung des Gleichspannungszwischenkreises (4) aufweist.

20 3. Vorrichtung 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 zweite Stromrichter (3) eine Leistungsregelung zur Regelung des Leistungsflusses über den zweiten Stromrichter (3)
25 aufweist, wobei die Leistungsregelung auf eine negative Sollgleichleistung erfolgt, deren Betrag dem Betrag der von allen Lasten aufgenommenen Leistung entspricht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der zweite Stromrichter (3) eine zweite Spannungsregelung zur Regelung der Spannung im Gleichspannungszwischenkreis (4) aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
in dem Gleichspannungszwischenkreis (4) angeordnete Gleich-
stromunterbrecher (30).

5

6. Vorrichtung 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
jeder Stromrichter (23) aus in Reihe geschalteten Leistungs-
blöcken zusammengesetzt ist.

10

7. Vorrichtung nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
jeder Leistungsblock über eine Unterbrechungseinheit mit dem
Gleichspannungszwischenkreis (4) verbunden ist.

15

8. Vorrichtung 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
jeder Lastanschluss über einen Wechselrichterantrieb (16) mit
dem Gleichspannungszwischenkreis (4) verbunden ist.

20

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
einen ersten Parallelstromrichter (20), der über einen ersten
Anschlusszweig (6) mit dem ersten Anschluss (7) und dem ers-
25 ten Stromrichter (2) verbunden ist, und einem zweiten Paral-
lelstromrichter (21), der über einen zweiten Anschlusszweig
mit dem zweiten Anschluss (11) und dem zweiten Stromrichter
(3) verbunden ist, wobei der erste Parallelstromrichter (20)
und der zweite Parallelstromrichter (21) über einen Parallel-
30 gleichspannungszwischenkreis (22) miteinander verbunden sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

der zweite Parallelstromrichter (21) eine Parallelgleichspannungsregelung zur Regelung der Gleichspannung des Parallelgleichspannungszwischenkreises (22) aufweist.

5 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
der erste Parallelstromrichter (21) eine Wechselspannungsregelung zur Regelung einer Wechselspannung in dem ersten Anschlusszweig aufweist.

10

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
der Parallelgleichspannungszwischenkreis (22) wenigstens einen Parallellastanschluss zum Anschluss einer Zusatzlast
15 (24,25) aufweist.

20

13. Vorrichtung 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
der erste Anschluss und/der zweite Anschluss Unterbrechungseinheiten (7,8) sind.

25

14. Vorrichtung 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
der erste Stromrichter (2) und der erste Parallelstromrichter
(20) über einen ersten Transformator (9) mit dem ersten Anschlusszweig und der zweite Stromrichter (3) und/oder der
zweite Parallelstromrichter (21) über einen zweiten Transformator (9) mit dem zweiten Anschlusszweig (16) verbunden sind.

30

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
der Gleichspannungszwischenkreis (4) mittels eines Notstromrichters mit einem Wechselspannung führenden Notstromnetz
verbindbar ist.

16. System mit einem ersten Wechselspannungsnetz (8) und einem zweiten Wechselspannungsnetz (12) sowie mit einer Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

FIG 3

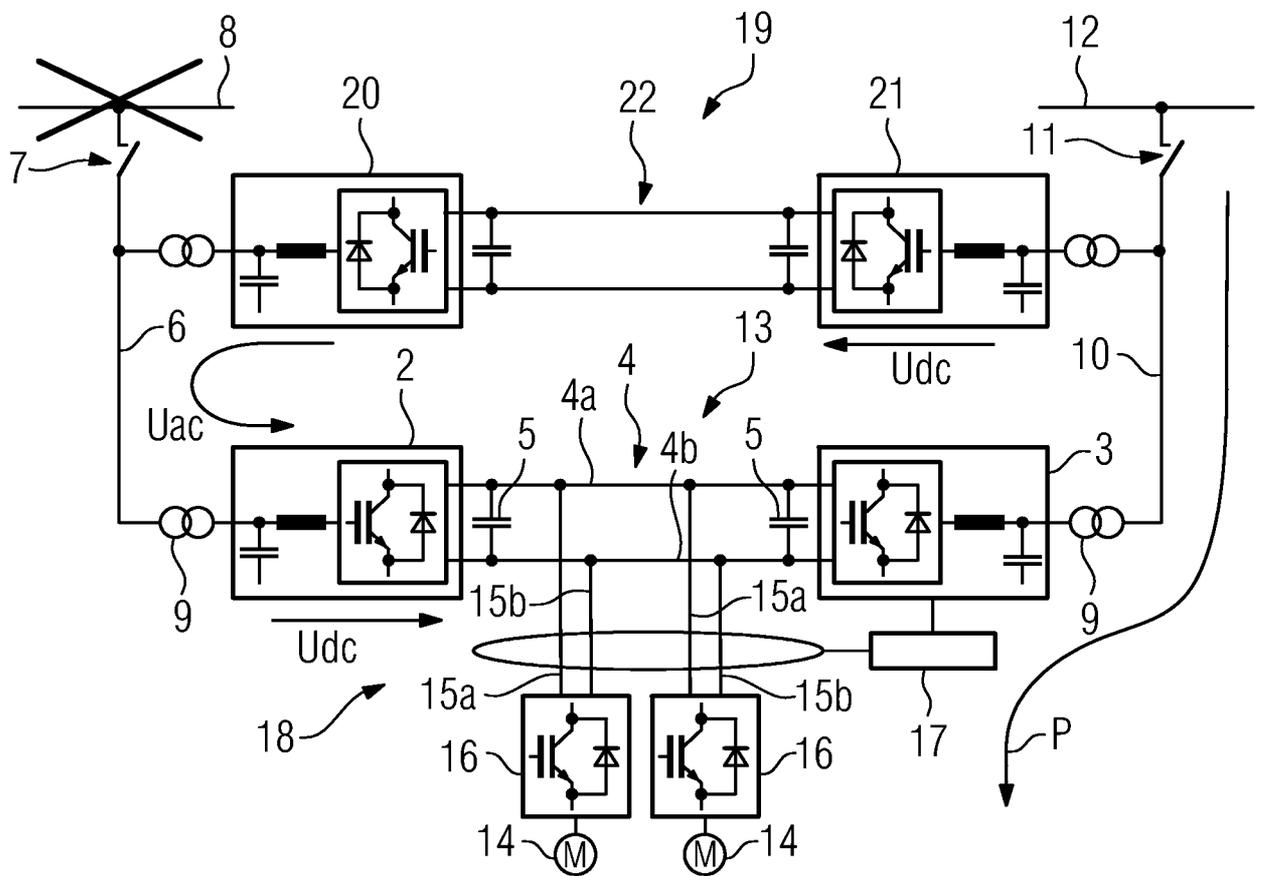


FIG 4

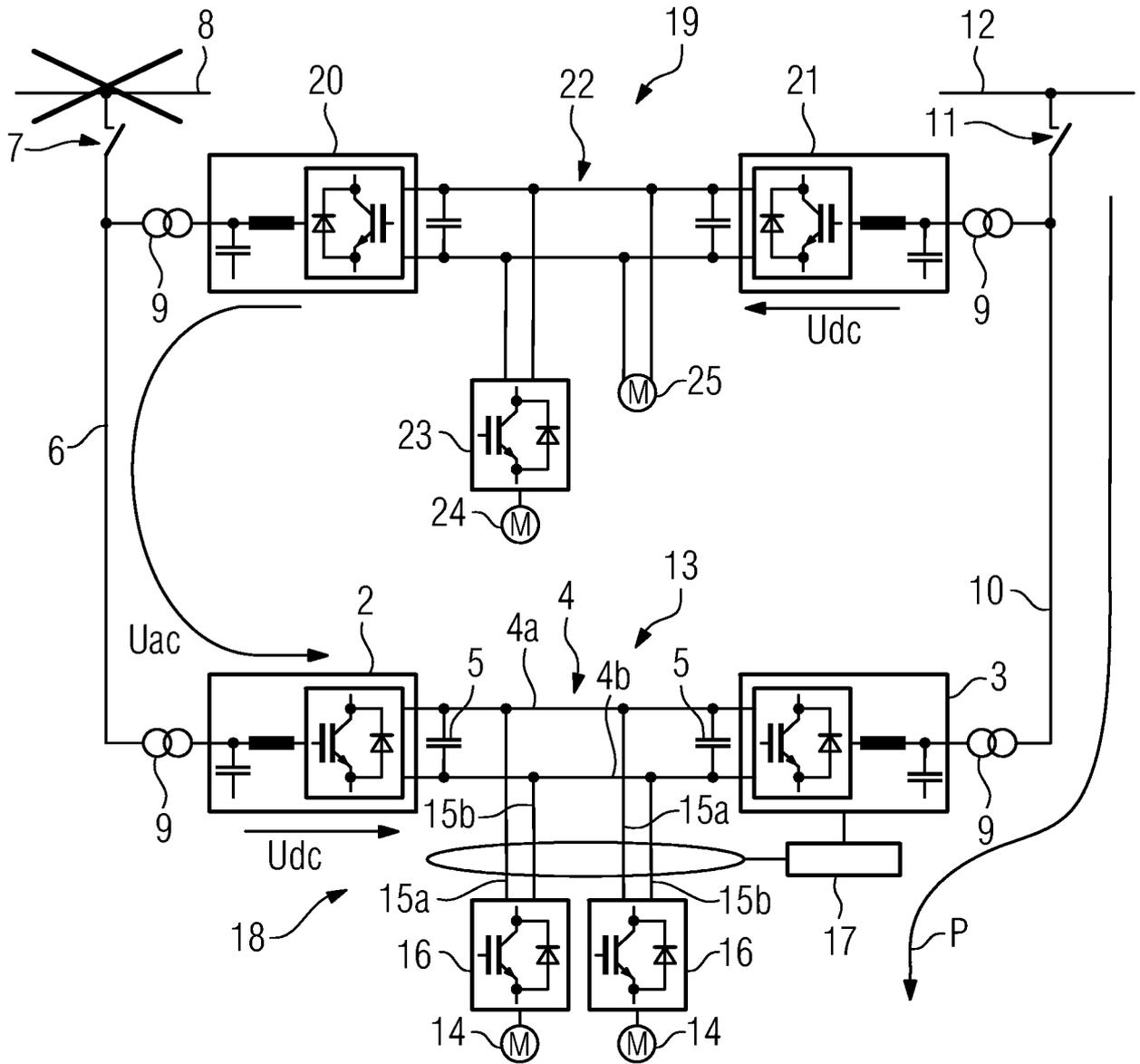


FIG 5

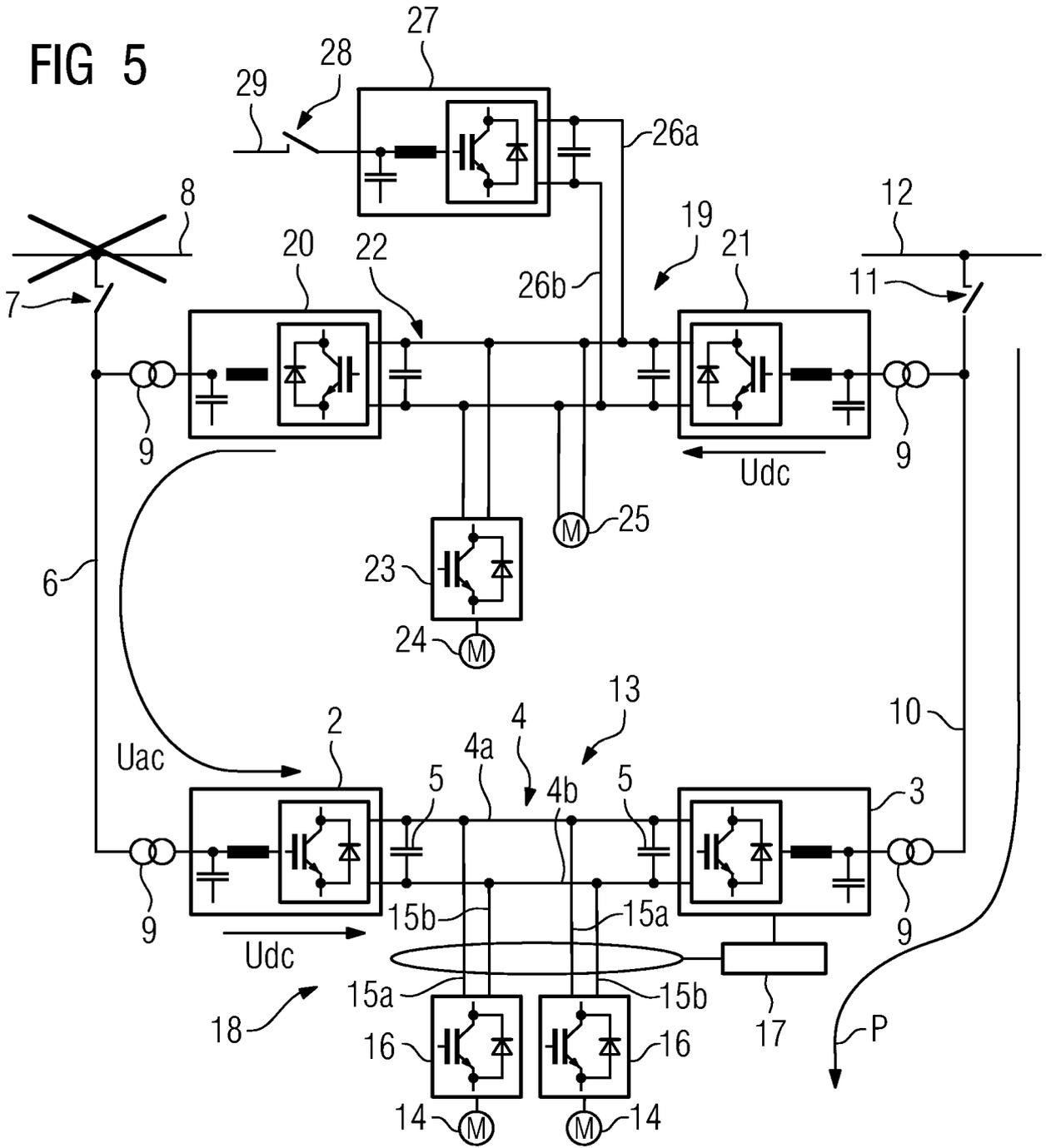


FIG 6

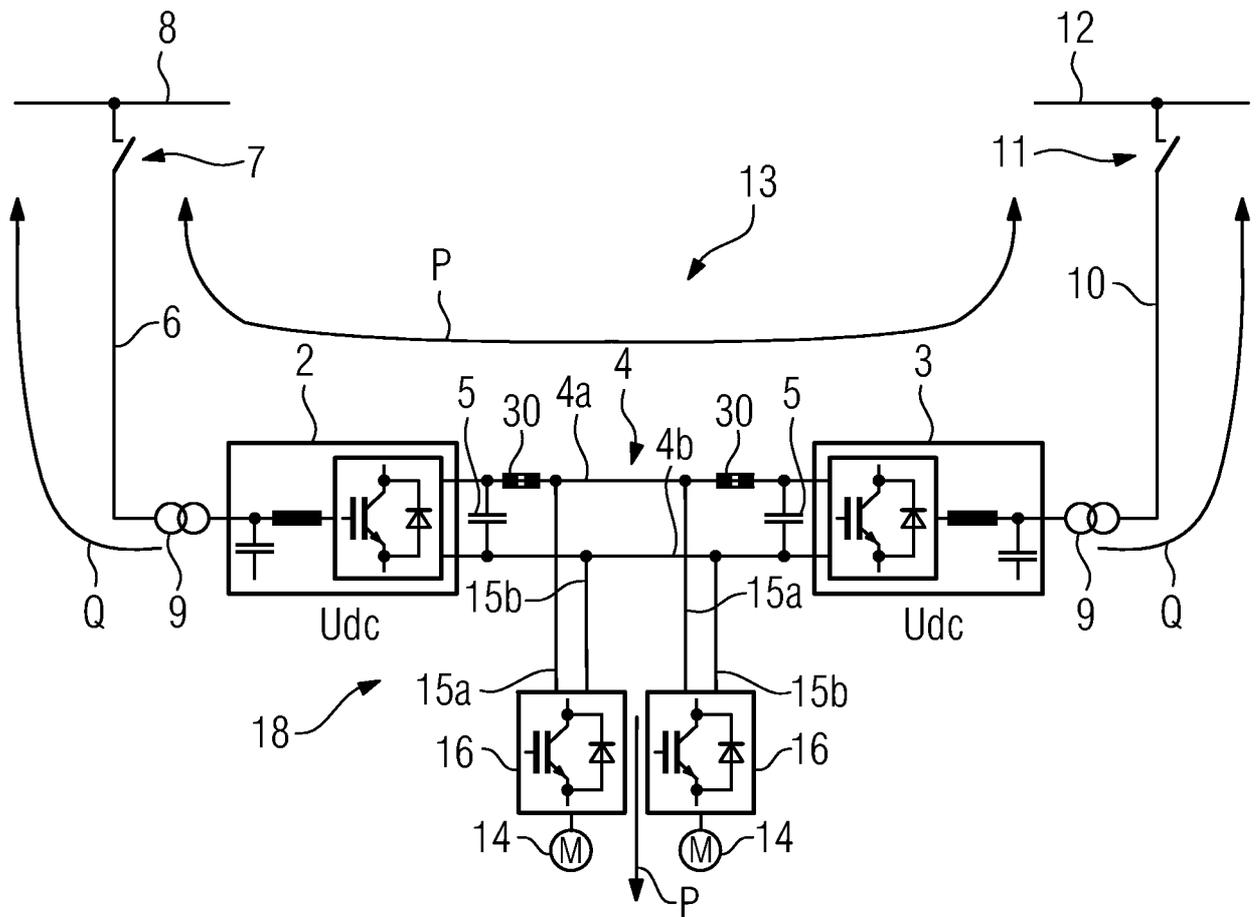
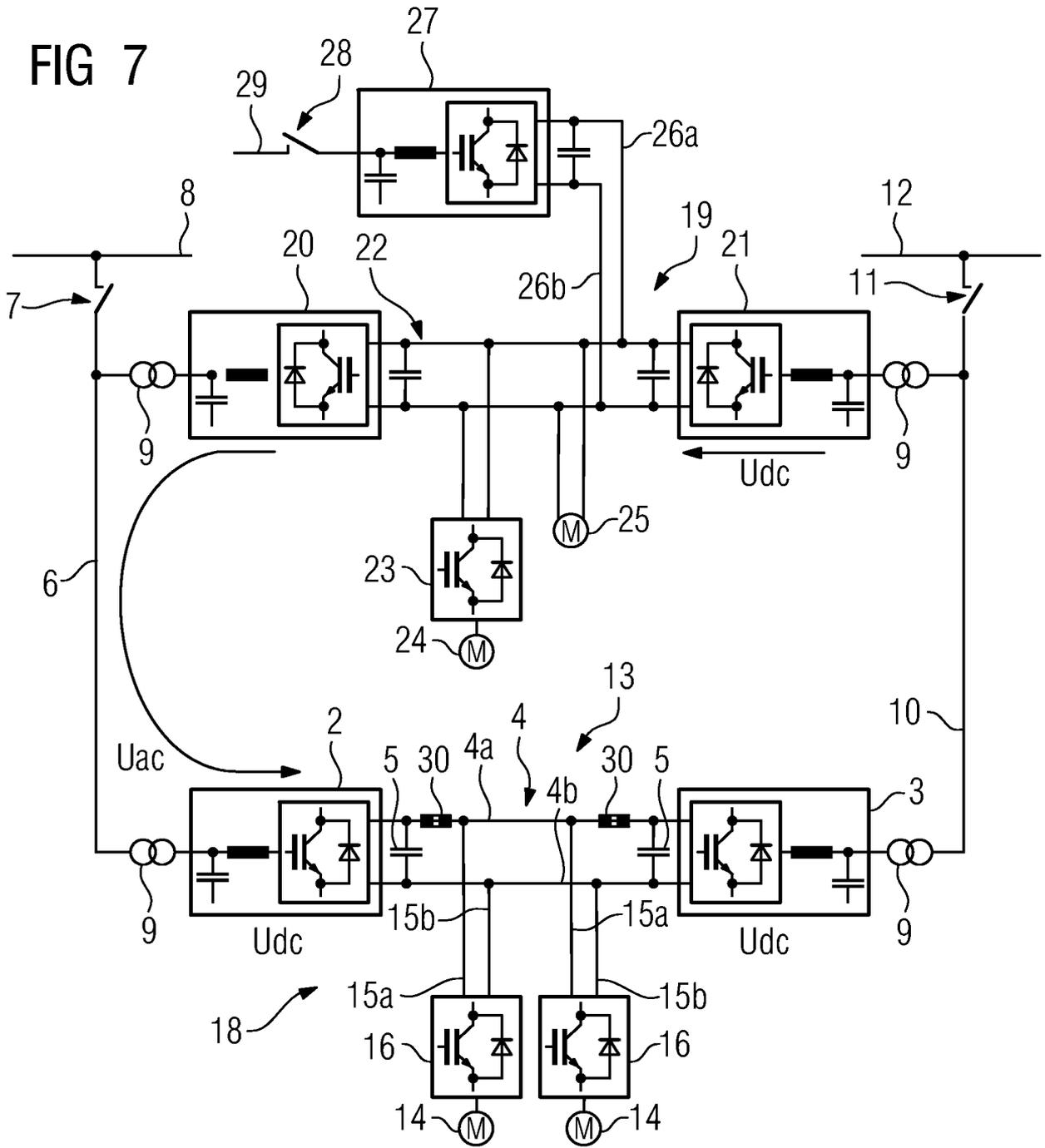


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/060264

| | | | | |
|---|---|-----------------------|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02J1/10 | | | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J | | | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal | | | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | | |
| X | US 2004/036359 A1 (GRIFFITH BRIAN J ET AL) 26 February 2004 (2004-02-26) | 1,16 | | |
| Y | paragraphs [0002], [0005], [0016], [0017], [0022], [0036], [0047] abstract figures 1,2 | 2,4,5 | | |
| X | ----- US 6 449 173 B1 (BRUNER ROBERT WILLIAM) 10 September 2002 (2002-09-10) the whole document | 1 | | |
| Y | ----- US 6 465 909 B1 (SOO DAVID HENRY ET AL) 15 October 2002 (2002-10-15) abstract figures 1,3 | 2,4,5 | | |
| ----- | | | | |
| -/-- | | | | |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</td> </tr> </table> | | | <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | | |
| * Special categories of cited documents : | | | | |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family | | | |
| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report | | | |
| 30 May 2006 | | | | |
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Krasser, Bernhard | | | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/060264

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | US 5 612 581 A (KAGEYAMA ET AL) 18 March 1997 (1997-03-18) abstract figures 1-4 ----- | 1,9 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2006/060264

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See supplemental sheet

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1, 2, 3, 4, 5, 16

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
 - The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
 - No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box III

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1, 2, 3, 4, 5 and 16:

a DC voltage supply with a common bus and a control system for the selective distribution of power.

2. Claims 6, 7, 8, 13 and 14:

an arrangement of the components in order to achieve redundant operation.

3. Claims 9, 10, 11, 12 and 15:

improved reliability consequent upon the addition of further components.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/060264

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| US 2004036359 | A1 | 26-02-2004 | NONE |
| US 6449173 | B1 | 10-09-2002 | NONE |
| US 6465909 | B1 | 15-10-2002 | US 2002163255 A1 07-11-2002 |
| US 5612581 | A | 18-03-1997 | JP 8205422 A 09-08-1996 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060264

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02J1/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | US 2004/036359 A1 (GRIFFITH BRIAN J ET AL) 26. Februar 2004 (2004-02-26) | 1,16 |
| Y | Absätze [0002], [0005], [0016], [0017], [0022], [0036], [0047] Zusammenfassung Abbildungen 1,2 | 2,4,5 |
| X | US 6 449 173 B1 (BRUNER ROBERT WILLIAM) 10. September 2002 (2002-09-10) das ganze Dokument | 1 |
| Y | US 6 465 909 B1 (SOO DAVID HENRY ET AL) 15. Oktober 2002 (2002-10-15) Zusammenfassung Abbildungen 1,3 | 2,4,5 |
| | ----- -/-- | |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| | |
|---|--|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| 30. Mai 2006 | 15.09.06 15.09.06 |

| | |
|---|--|
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Krasser, Bernhard |
|---|--|

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/060264

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | US 5 612 581 A (KAGEYAMA ET AL) 18. März 1997 (1997-03-18) Zusammenfassung Abbildungen 1-4 ----- | 1,9 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/060264

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:
1, 2, 3, 4, 5, 16

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1,2,3,4,5,16

DC-Spannungsversorgung mit gemeinsamen Bus und Regelung zur gezielten Leistungsaufteilung

2. Ansprüche: 6,7,8,13,14

Anordnung der Komponenten um einen redundanten Betrieb zu erreichen

3. Ansprüche: 9,10,11,12,15

Verbesserung der Zuverlässigkeit durch Hinzufügen weiterer Komponenten

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060264

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2004036359 | A1 | 26-02-2004 | KEINE |
| US 6449173 | B1 | 10-09-2002 | KEINE |
| US 6465909 | B1 | 15-10-2002 | US 2002163255 A1 07-11-2002 |
| US 5612581 | A | 18-03-1997 | JP 8205422 A 09-08-1996 |