

(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
1. September 2011 (01.09.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/104285 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H02J 3/38 (2006.01) *H02M 5/458* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2011/052700
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
23. Februar 2011 (23.02.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2010 009 056.5
23. Februar 2010 (23.02.2010) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** KENERSYS GMBH [DE/DE]; Hafenplatz 4, 48155 Münster (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** BUECKER, Andreas [DE/DE]; Lührmannweg 17a, 49205 Hasbergen (DE).
- (74) **Anwalt:** MICHALSKI HÜTTERMANN & PARTNER; Neuer Zollhof 2, 40221 Düsseldorf (DE).
- (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.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, 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, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR COMPENSATING FOR FLUCTUATIONS IN THE POWER OUTPUT AND A CORRESPONDING CONVERTER SYSTEM AND WIND ENERGY INSTALLATION

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM AUSGLEICHEN VON SCHWANKUNGEN DER WIRKLEISTUNGSABGABE SOWIE ENTSPRECHENDES UMRICHTERSYSTEM UND WINDENERGIEANLAGE

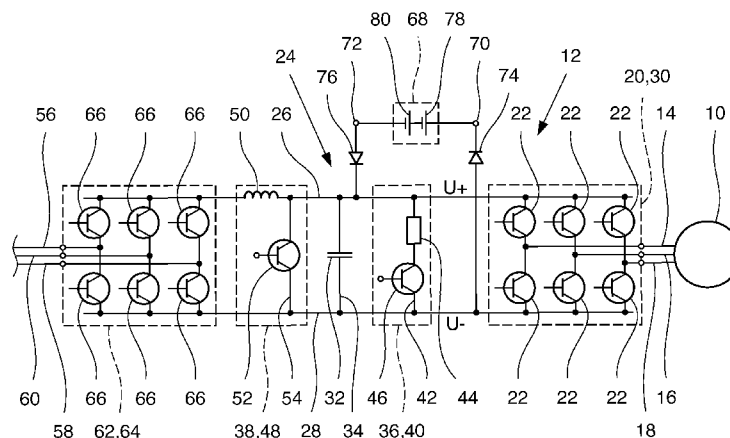


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for compensating for fluctuations in the power output by an electrical machine (10), which operates as a generator, to a power supply network by means of an electrical energy storage system (68) with rechargeable energy storage means (78, 80), wherein a converter system (12) is electrically interconnected between the electrical machine (10) and the network, and the converter system (12) has a network-end converter (64) and a DC voltage intermediate circuit (24) with at least one device for influencing the intermediate circuit voltage (36, 38). Provision is made for the energy storage system (68) to be coupled to the intermediate circuit voltage potential (U+, U-) of the DC voltage intermediate circuit (24), and for the energy storage means (78, 80) to be charged and discharged by controlling and/or regulating the intermediate circuit voltage by means of the network-end converter (64) and the device for influencing the intermediate circuit voltage (36, 38). The invention also relates to a corresponding converter system (12) and a wind energy installation having a converter system.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/104285 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen der Wirkleistungsabgabe einer als Generator arbeitenden elektrischen Maschine (10) an ein Energieversorgungsnetzwerk mittels eines elektrischen Energiespeichersystems (68) mit wiederaufladbaren Energiespeichern (78, 80), wobei ein Umrichtersystem (12) elektrisch zwischen die elektrische Maschine (10) und das Netzwerk zwischengeschaltet ist und das Umrichtersystem (12) einen netzwerkseitigen Umrichter (64) und einen Gleichspannungszwischenkreis (24) mit mindestens einer Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (36, 38) aufweist. Es ist vorgesehen, dass das Energiespeichersystem (68) an die Zwischenkreisspannungspotentiale (U^+ , U^-) des Gleichspannungszwischenkreises (24) gekoppelt ist und dass ein Laden und Entladen der Energiespeicher (78, 80) durch Steuerung und/oder Regelung der Zwischenkreisspannung mittels des netzwerkseitigen Umrichters (64) und der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (36, 38) erfolgt. Die Erfindung betrifft weiterhin ein entsprechendes Umrichtersystem (12) und eine Windenergieanlage mit Umrichtersystem.

5

10

Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen der Wirkleistungsabgabe sowie entsprechen-
des Umrichtersystem und Windenergieanlage

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen der Wirkleistungs-
abgabe einer als Generator arbeitenden elektrischen Maschine an ein Energieversorgungs-
netzwerk mittels eines elektrischen Energiespeichersystems mit wiederaufladbaren Energie-
speichern, wobei ein Umrichtersystem elektrisch zwischen die elektrische Maschine und das
Netzwerk zwischengeschaltet ist, das einen netzwerkseitigen Umrichter und einen Gleich-
spannungszwischenkreis mit mindestens einer Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischen-
kreisspannung aufweist.

20

25

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Umrichtersystem zur elektrischen Kopplung einer als
Generator betreibbaren elektrischen Maschine an ein Energieversorgungsnetzwerk, wobei das
Umrichtersystem einen netzwerkseitigen Umrichter und einen Gleichspannungszwischenkreis
mit mindestens einer Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung aufweist,
und schließlich eine Windenergieanlage mit einem Umrichtersystem und einer als Generator
betreibbaren elektrischen Maschine.

30

Windenergieanlagen (WEA) weisen in der Regel als Synchron- oder Asynchronmaschinen
ausgebildete elektrische Maschinen auf, deren Leistung drehzahlvariant eingespeist wird. Ein
seit langem verwendeter Typ von Windenergieanlagen ist ein Windenergieanlagentyp mit
fremderregter Synchronmaschine und einem als „Vollumrichter“ ausgebildeten

Umrichtersystem. Zur elektrischen Maschine hin wird - statt eines selbstgeführten Frequenzumrichters, wie bei doppeltgespeisten Asynchronmaschinen üblich - alternativ auch ein Diodengleichrichter mit Hochsetzsteller verwendet. Weiterhin sind auch Windenergieanlagen mit permanenterregter Synchronmaschine und Vollumrichter im Einsatz. Hier ist der hohe Wirkungsgrad der Synchronmaschine aufgrund ihres wicklungslosen Läufers das heraushe-
5 bende Merkmal. Allerdings sind die höheren Herstellkosten der Maschine zu berücksichtigen und es fallen im Vollumrichter wiederum höhere Verluste an als bei der doppeltgespeisten Asynchronmaschine.

10 Die Windenergieanlage erzeugt ihre Energie in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit mittels der elektrischen Maschine. Die von der Windenergieanlage in ein Energieverbundnetz des Energieversorgungsnetzwerkes eingespeiste Wirkleistung ist den Schwankungen der Windgeschwindigkeit unterworfen und kann nur bedingt vorhergesagt und garantiert werden. Daher
15 müssen in dem Netzwerk Kraftwerke eingebunden sein, die im Stand-by-Betrieb laufen um auch kurzfristig eine stets bedarfsgerechte Energieversorgung gewährleisten zu können.

Mit großen Batteriesystemen oder anderen elektrischen Energiespeichersystemen im Energieverbundnetz kann man Leistung zwischenspeichern und zu Spitzenlastzeiten ins Netz einspeisen und zu Schwachlastzeiten die Batterien aufladen. Die Batteriesysteme werden in großen
20 Einheiten mit eigenen Lade- und Endladeschaltungen betrieben.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren, ein Umrichtersystem und eine Windenergieanlage zum Ausgleichen von Schwankungen der Wirkleistungsabgabe einer elektrischen Maschine an ein Energieversorgungsnetzwerk mittels eines elektrischen Energiespeichersystems anzugeben,
25 die einfach und kostengünstig umsetzbar sind.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1, 4 und 11. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen der Wirkleistungsabgabe ist vorgesehen, dass das Energiespeichersystem an die Zwischenkreisspannungspotentiale des Gleichspannungszwischenkreises gekoppelt ist und dass ein Laden und Entladen der Energiespeicher durch Steuerung und/oder Regelung der Zwischenkreisspannung mittels des netzwerkseitigen Umrichters (netzseitigen Umrichters) und der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung erfolgt. Dies hat den Vorteil, dass vorhandene Komponenten und/oder Anordnungen des Umrichtersystems mitgenutzt werden können. Weiterhin erfolgt die Einspeisung „überschüssiger“ Leistung in unmittelbarer Nähe zur elektrischen Maschine, die die Leistung erbringt. Unter der Zwischenkreisspannung ist die Differenz der (beiden) Zuzwischenkreispotentiale U_+ , U_- zu verstehen.

Bevorzugt ist weiterhin eine entsprechende Steuer-/Regelvorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Zwischenkreisspannung mittels der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung vorgesehen. Mit Vorteil weist die Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung einen Brems-Chopper und/oder einen Hochsetzsteller auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerung und/oder Regelung in Abhängigkeit einer von der Drehzahl und/oder dem Drehmoment und/oder der Leistungsabgabe der elektrischen Maschine abhängigen Größe erfolgt. Diese Größen beschreiben den Ist-Zustand der elektrischen Maschine.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuerung und/oder Regelung in Abhängigkeit einer von der Frequenz und/oder von der Spannung des Netzwerkes abhängigen Größe erfolgt. Diese Größen beschreiben den Ist-Zustand des Netzwerkes. Insbesondere erfolgt die Steuerung und/oder Regelung in Abhängigkeit einer Differenz zwischen der Frequenz und einer Soll-Frequenz und/oder in Abhängigkeit einer Differenz zwischen der Spannung und der Soll-Spannung des Energieversor-

gungsnetzwerks oder zumindest des Teilbereichs des Energieversorgungsnetzwerks, in das die elektrische Maschine über das Umrichtersystem eingebunden ist.

5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Energiespeicher bei einem Wert der Zwischenkreisspannung unterhalb einer Spannungsschwelle entladen werden und bei einem Wert der Zwischenkreisspannung oberhalb dieser Spannungsschwelle geladen werden.

Das erfindungsgemäße Umrichtersystem weist ein Energiespeichersystem mit wiederauflad-
10 baren Energiespeichern auf, wobei das Energiespeichersystem elektrisch an die Zwischenkreisspannungspotentiale des Gleichspannungszwischenkreises gekoppelt ist. Zum Ausgleich von Schwankungen der Wirkleistungsabgabe der elektrischen Maschine an das Netzwerk kann dabei das Laden und Entladen der Energiespeicher durch Steuerung und/oder Regelung der Zwischenkreisspannung gesteuert/geregelt werden. Das Umrichtersystem ist ein
15 Umrichtersystem, das geeignet für eine Windenergieanlage ist. Insbesondere sind die Komponenten der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung solche Komponenten, die auch bei bekannten Windenergieanlagen genutzt werden, insbesondere Leistungselektronik-Komponenten. Das Laden und Entladen der Energiespeicher erfolgt über eine Steuerung und/oder Regelung der Höhe der Zwischenkreisspannung mittels des netzwerksei-
20 tigen Umrichters (kurz: netzseitiger Umrichter) und der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung. Ist die Zwischenkreisspannung größer als die Spannung des elektrischen Energiespeichersystems, so werden die Energiespeicher geladen, ist die Spannung kleiner als die Spannung des elektrischen Energiespeichersystems, so werden die Energiespeicher entladen.

25

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Energiespeichersystem über Dioden (Koppeldioden) elektrisch an die Zwischenkreisspannungspotentiale gekoppelt. Die Dioden bilden dabei einen Verpolungsschutz.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung einen Brems-Chopper und/oder einen Hochsetzsteller aufweist.

5

Insbesondere ist vorgesehen, dass das Energiespeichersystem ein Batteriesystem mit wiederaufladbaren Batterien (Akkumulatoren) ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das
10 Umrichtersystem – vom Zwischenkreis aus betrachtet neben dem netzwerkseitigen Umrichter
auch einen maschinenseitigen Umrichter aufweist. Der maschinenseitige Umrichter ist ein
Gleichrichter, der netzwerkseitige Umrichter ist ein Wechselrichter. Jeder der Umrichter kann
als passiver oder aktiver Umrichter ausgebildet sein. Ein als passiver Umrichter ausgebildeter
Umrichter ist insbesondere mit Dioden realisiert, ein als aktiver Umrichter ausgebildeter Um-
15 richter ist insbesondere mit Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (engl.: insulated-
gate bipolar transistors IGBTs) realisiert.

Weiterhin ist mit Vorteil vorgesehen, dass das Umrichtersystem mindestens einen Netzfilter
aufweist. Der Netzfilter ist bevorzugt mit dem netzwerkseitigen Umrichter elektrisch verbun-
20 den. Insbesondere schließt sich in Netzrichtung an den netzwerkseitigen Umrichter ein (drei-
phasiger) Transformator an, der elektrisch zwischen den netzwerkseitigen Umrichter und das
Netzwerk zwischengeschaltet ist.

Die erfindungsgemäße Windenergieanlage (WEA) weist das vorgenannte Umrichtersystem
25 und eine als Generator betreibbare elektrische Maschine auf. Die elektrische Maschine ist als
Synchronmaschine (Synchrongenerator) oder als Asynchronmaschine (Asynchrongenerator)
ausgebildet. Das Energiespeichersystem ist insbesondere ein Batteriesystem mit parallel
und/oder seriell verschalteten wiederaufladbaren Batterien. Zweckmäßigerweise wird das

Energiespeichersystem in der Nähe der WEA installiert, insbesondere in einem maximal in der Größenordnung des Ausmaßes der Windenergieanlage liegenden Bereich der WEA.

5 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die Windenergieanlage einen Turm auf, in und/oder an dessen Turmfuß das Energiespeichersystem angeordnet ist. Aufgrund des hohen Gewichts des Energiespeichersystems ergibt sich ein niedriger Schwerpunkt.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

10

Es zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung aus einem Generator und einem Umrichtersystem einer Windenergieanlage und

15

Fig. 2 ein Diagramm, bei dem die Zwischenkreisspannung über dem Lade- bzw. Entladestrom aufgetragen ist.

Die Figur 1 zeigt die Anordnung einer als Generator arbeitenden elektrischen Maschine 10 und einem Umrichtersystem 12 einer Windenergieanlage (WEA). Die mehrphasige elektrische Maschine 10 ist dabei zum Beispiel als Synchrongenerator ausgebildet, könnte jedoch auch als Asynchrongenerator ausgebildet sein. Die Anzahl der Phasen kann dabei zum Beispiel drei oder sechs sein.

25 Die elektrische Maschine 10 ist über drei Leitungen 14, 16, 18 mit einem maschinenseitigen Umrichter 20 des Umrichtersystems 12 elektrisch verbunden. Innerhalb des maschinenseitigen Umrichters 20 sind die Leitungen 14, 16, 18 über Transistoren 22 (insbesondere Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode - engl.: insulated-gate bipolar transistors

IGBTs) mit zwei die Zwischenkreispotentiale eines Gleichspannungszwischenkreises 24 des Umrichtersystems 12 aufweisenden Potentialträgern 26, 28 verbunden. Der maschinenseitigen Umrichter 20 ist als aktiver Gleichrichter 30 ausgebildet.

- 5 Der Zwischenkreis 24 weist neben einem Zwischenkreiskondensator 32 in einem die beiden Potentialträger 26, 28 verbindenden Strompfad 34 auch zwei Einrichtungen zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung 36, 38 auf. Die eine der Einrichtungen 36 umfasst ein Brems-Chopper 40, der in einem die Potentialträger 26, 28 ebenfalls elektrisch verbindenden weiteren Strompfad 42 einen Widerstand (Bremswiderstand) 44 und ein Schalttransistor 46 aufweist, die seriell angeordnet sind. Die andere der Einrichtungen 38 weist einen Hochsetzsteller 48 auf, der ein induktives Element 50 im Potentialträger 26 mit dem höheren Potential und einen weiteren Schalttransistor 52 in einem die beiden Potentialträger 26, 28 ebenfalls verbindenden anderen Strompfad 54 aufweist.
- 10
- 15 Zwischen dem Zwischenkreis 24 und drei Anschlussleitungen 56, 58, 60 für ein nicht gezeigtes Netzwerk weist das Umrichtersystem 12 einen als Wechselrichter 62 ausgebildeten netzseitigen Umrichter 64 auf. Innerhalb des netzwerkseitigen Umrichters 64 sind die Potentialträger 26, 28 über Transistoren 66 (insbesondere IGBT's) mit den drei Leitungen 56, 58, 60 verbunden. Der netzwerkseitige Umrichter 64 ist somit als aktiven Wechselrichter 62 ausgebildet.
- 20

Das Umrichtersystem 12 weist weiterhin ein als Batteriesystem ausgebildetes Energiespeichersystem 68 auf, dessen Pole 70, 72 über jeweilige Dioden 74, 76 elektrisch an die Potentialträger 26, 28 mit den Zwischenkreisspannungspotentialen U^+ , U^- gekoppelt ist. Das Energiespeichersystem 68 weist insbesondere mehrere Energiespeicher 78, 80 auf, die in Serie und/oder parallel verschaltet sind. Die Energiespeicher 78, 80 sind bei einem als Batteriesystem ausgebildeten elektrischen Energiespeichersystem 68 wiederaufladbare Batterien (oder Akkumulatoren) beziehungsweise Batteriezellen.

25

Das Laden und Entladen der wiederaufladbaren Energiespeicher 78, 80 erfolgt über eine Steuerung und/oder Regelung der Höhe der Zwischenkreisspannung mittels der mindestens einen Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung 36, 38 und einer Steuer-
5 /Regelvorrichtung (nicht gezeigt) zur Steuerung und/oder Regelung der Zwischenkreisspannung mittels der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung 36, 38 und dem netzwerkseitigen Umrichter 64.

Ist die Zwischenkreisspannung größer als die zwischen den Polen 70, 72 anliegende Spannung des elektrischen Energiespeichersystems 68, so werden die Energiespeicher 78, 80 geladen,
10 ist die Spannung kleiner als die Spannung des elektrischen Energiespeichersystems 68, so werden die Energiespeicher 78, 80 entladen. Über den netzwerkseitigen Umrichter 64 wird die Energie ins Netzwerk abgegeben. Die Zwischenkreisspannung ($U = U^+ - U^-$) ist so zu dimensionieren, dass sie auch beim Entladen der Energiespeicher 78, 80 noch hoch genug ist
15 um die Energie ins Netz einzuspeisen. Beim Laden der Energiespeicher 78, 80 darf die Spannung nicht zu groß werden, um die Sperrschicht der als IGBT's ausgebildeten Transistoren 22, 66 und der sonstigen verwendeten Bauteile 44, 46, 50, 52 nicht zu zerstören.

Die Figur 2 zeigt eine entsprechende Graphik, bei der die Zwischenkreisspannung über dem
20 Lade- bzw. Entladestrom aufgetragen ist. Eine Spannungsschwelle V_s , die den Ladebereich vom Entladebereich trennt, liegt zum Beispiel bei 1000 V. Die Energiespeicher 78, 80 werden somit bei einem Wert der Zwischenkreisspannung unterhalb dieser Spannungsschwelle V_s entladen (Bereich I) und bei einem Wert der Zwischenkreisspannung oberhalb der ersten Spannungsschwelle V_{s1} geladen (Bereich II). Typische Werte der Zwischenkreisspannung
25 sind 950 V DC zum Entladen und 1050 V DC zum Laden.

Die Zwischenkreisspannung wird

- mittels des Hochsetzstellers 48 angehoben,

- über den netzseitigen Umrichter 64 geregelt und durch Leistungsabgabe in das Netzwerk gesenkt,

5

- durch den maschinenseitigen Umrichter 20 geladen, wobei die Zwischenkreisspannung bei Energiezufuhr ansteigt und

10

- mittels des Brems-Choppers 40 gegebenenfalls abgesenkt, um die Zwischenkreisspannung in einem vorgegebenen Bereich zu halten. Diese Option wird benötigt, wenn zum Beispiel durch einen Netzspannungseinbruch im Netzwerk die Zwischenkreisenergie nicht über den netzwerkseitigen Umrichter 64 in das Netzwerk abgegeben werden kann.

15

Insbesondere erfolgt die Steuerung und/oder Regelung in Abhängigkeit einer von der Drehzahl und/oder dem Drehmoment und/oder der Leistungsabgabe der elektrischen Maschine 10 abhängigen Größe und/oder in Abhängigkeit einer von der Frequenz und/oder Spannung des Netzwerks abhängigen Größe.

20

Zweckmäßig wird das Batterie System in der Nähe der WEA installiert, zum Beispiel im Turmfuß der Anlage.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|----|------------------------------|
| | 10 | elektrische Maschine |
| | 12 | Umrichtersystem |
| 5 | 14 | Leitung |
| | 16 | Leitung |
| | 18 | Leitung |
| | 20 | Umrichter |
| | 22 | Transistor |
| 10 | 24 | Gleichspannungszwischenkreis |
| | 26 | Potentialträger |
| | 28 | Potentialträger |
| | 30 | Gleichrichter |
| | 32 | Zwischenkreiskondensator |
| 15 | 34 | Strompfad |
| | 36 | Einrichtung |
| | 38 | Einrichtung |
| | 40 | Brems-Chopper |
| | 42 | Strompfad |
| 20 | 44 | Widerstand |
| | 46 | Schalttransistor |
| | 48 | Hochsetzsteller |
| | 50 | induktives Element |
| | 52 | Schalttransistor |
| 25 | 54 | Strompfad |
| | 56 | Leitung |
| | 58 | Leitung |
| | 60 | Leitung |
| | 62 | Wechselrichter |
| 30 | 64 | Umrichter |
| | 66 | Transistor |

| | | |
|---|----|---|
| | 68 | Energiespeichersystem |
| | 70 | Pol |
| | 72 | Pol |
| | 74 | Diode |
| 5 | 76 | Diode |
| | 78 | Energiespeicher |
| | 80 | Energiespeicher |
| | U+ | oberes Zwischenkreisspannungspotential |
| | U- | unteres Zwischenkreisspannungspotential |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen der Wirkleistungsabgabe einer als Generator arbeitenden elektrischen Maschine (10) an ein Energieversorgungsnetzwerk mittels eines elektrischen Energiespeichersystems (68) mit wiederaufladbaren Energiespeichern (78, 80), wobei ein Umrichtersystem (12) elektrisch zwischen die elektrische Maschine (10) und das Netzwerk zwischengeschaltet ist, das einen netzwerkseitigen Umrichter (64) und einen Gleichspannungszwischenkreis (24) mit mindestens einer Einrichtung (36, 38) zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Energiespeichersystem (68) an die Zwischenkreisspannungspotentiale ($U+$, $U-$) des Gleichspannungszwischenkreises (24) gekoppelt ist und dass ein Laden und Entladen der Energiespeicher (78, 80) durch Steuerung und/oder Regelung der Zwischenkreisspannung mittels des netzwerkseitigen Umrichters (64) und der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (36, 38) erfolgt.
5
10
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung und/oder Regelung in Abhängigkeit einer von der Drehzahl und/oder dem Drehmoment und/oder der Leistungsabgabe der elektrischen Maschine (10) abhängigen Größe erfolgt.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung und/oder Regelung in Abhängigkeit einer von der Frequenz und/oder von der Spannung des Netzwerks abhängigen Größe erfolgt.
4. Umrichtersystem zur elektrischen Kopplung einer als Generator betreibbaren elektrischen Maschine (10) an ein Energieversorgungsnetzwerk, wobei das Umrichtersystem (12) einen netzwerkseitigen Umrichter (64) und einen Gleichspannungszwischenkreis (24) mit mindestens einer Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (36, 38) aufweist, gekennzeichnet durch ein Energiespeichersystem (68) mit wiederaufladbaren Energie-
25

speichern (78, 80), wobei das Energiespeichersystem (68) elektrisch an die Zwischenkreisspannungspotentiale (U+, U-) des Gleichspannungszwischenkreises (24) gekoppelt ist.

5. Umrichtersystem nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Steuer-/Regelvorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Zwischenkreisspannung mittels des netzwerkseitigen Umrichters (64) und der Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (36, 38).
6. Umrichtersystem nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Energiespeichersystem (68) über Dioden (74, 76) elektrisch an die Zwischenkreisspannungspotentiale (U+, U-) gekoppelt ist.
7. Umrichtersystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (36) einen Brems-Chopper (40) aufweist.
8. Umrichtersystem nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Einrichtung zur Beeinflussung der Zwischenkreisspannung (38) einen Hochsetzsteller (48) aufweist.
9. Umrichtersystem nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Energiespeichersystem (68) ein Batteriesystem mit wiederaufladbaren Batterien ist.
10. Umrichtersystem nach einem der Ansprüche 4 bis 9, gekennzeichnet durch einen maschinenseitigen Umrichter (20).
11. Windenergieanlage mit dem Umrichtersystem (12) nach einem der Ansprüche 4 bis 7 und einer als Generator betreibbaren elektrischen Maschine (10).

12. Windenergieanlage nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen Turm in und/oder an dessen Turmfuß das Energiespeichersystem (68) angeordnet ist.

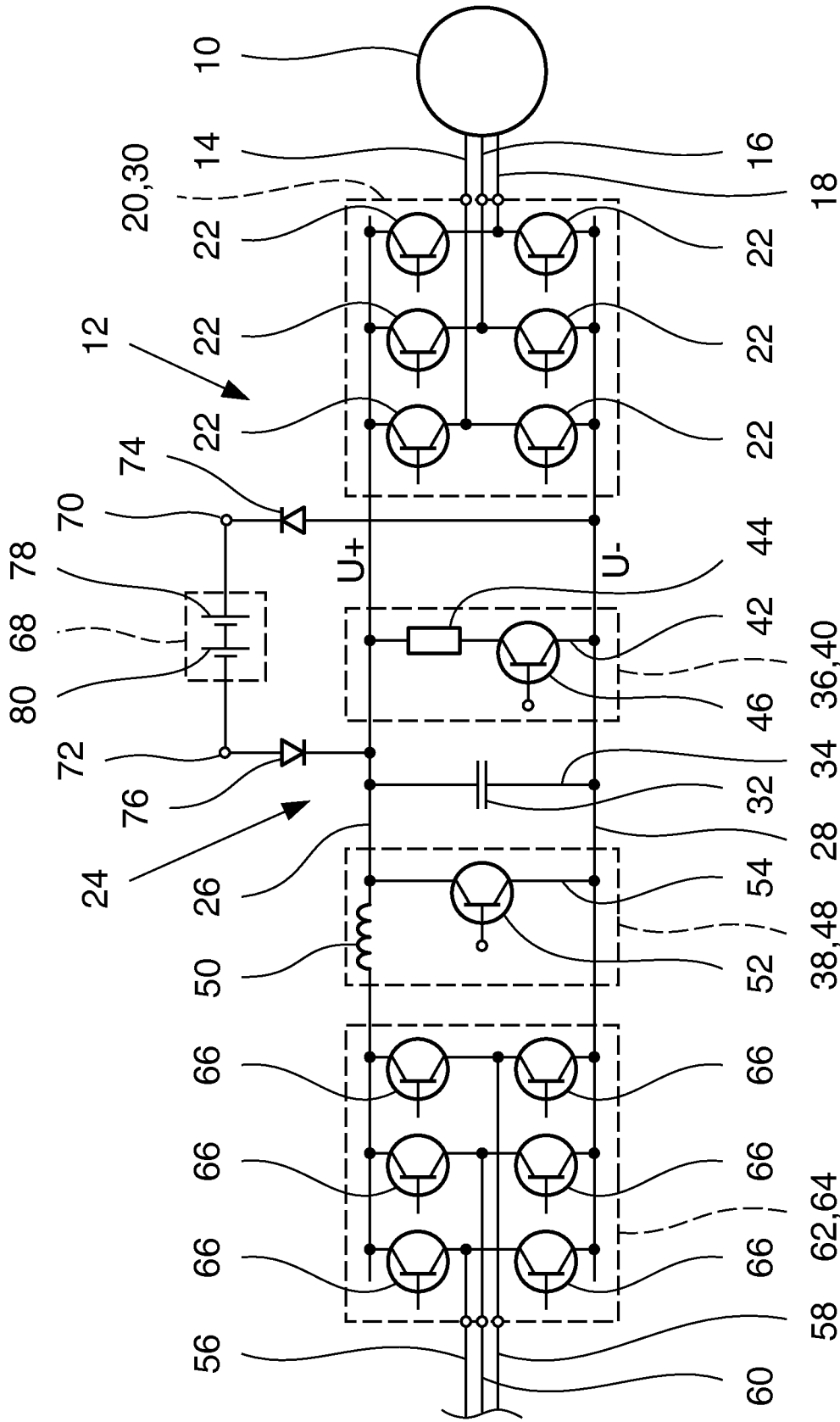


FIG. 1

18

38,48 28 34 36,40

58 62,64

2 / 2

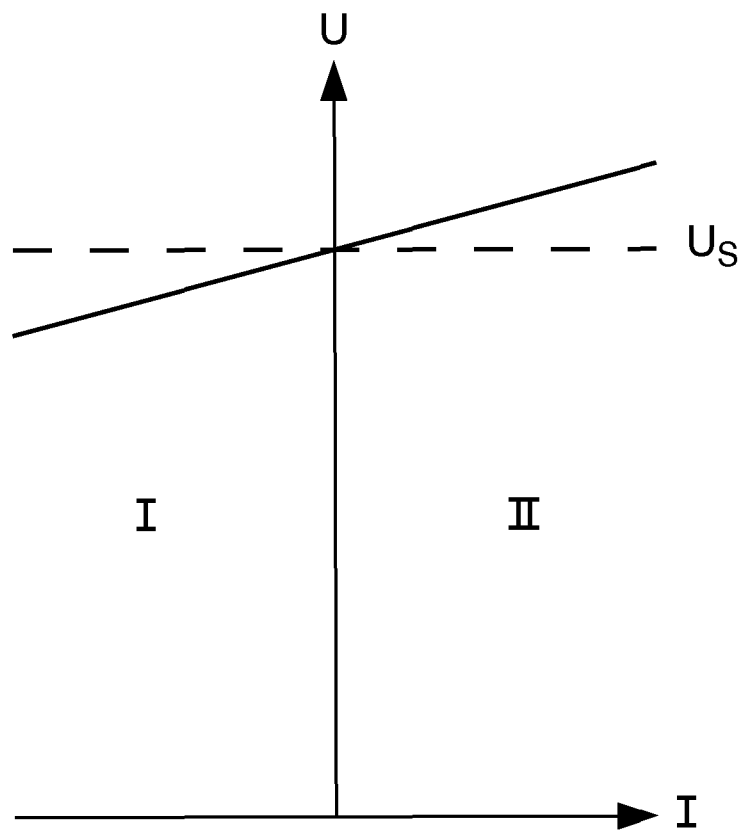


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/052700

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02J3/38 H02M5/458
ADD.
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 H02M

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 | WO 03/023933 A1 (MADE TECNOLOGIAS RENOVABLES S [ES]; COSTALES ORTIZ GONZALO [ES]; LARA) 20 March 2003 (2003-03-20) figure 3 page 22, line 27 - page 27, line 10 abstract | 1-6,9-12 |
| X | WO 2008/104017 A1 (NEWCASTLE INNOVATION LTD [AU]; COATES COLIN EDWARD [AU]; MACREADY ALIS) 4 September 2008 (2008-09-04) figure 2 paragraph [0032] - paragraph [0033] abstract | 4,6-8, 10-12 |
| A | US 6 005 362 A (ENJETI PRASAD N [US] ET AL) 21 December 1999 (1999-12-21) figure 5 | 6 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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 3 May 2011 | Date of mailing of the international search report 11/05/2011 |
|---|--|

| | |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Despis, Enguerran |
|--|---|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/052700

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date | |
|--|------------------|-------------------------|---|--|
| WO 03023933 | A1 | 20-03-2003 | BR 0206033 A ES 2190735 A1 | 06-07-2004 01-08-2003 |
| WO 2008104017 | A1 | 04-09-2008 | AU 2008221226 A1 CN 101711454 A EP 2122821 A1 US 2010308584 A1 | 04-09-2008 19-05-2010 25-11-2009 09-12-2010 |
| US 6005362 | A | 21-12-1999 | NONE | |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02J3/38 H02M5/458
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02J H02M

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 | WO 03/023933 A1 (MADE TECNOLOGIAS RENOVABLES S [ES]; COSTALES ORTIZ GONZALO [ES]; LARA) 20. März 2003 (2003-03-20) Abbildung 3 Seite 22, Zeile 27 - Seite 27, Zeile 10 Zusammenfassung | 1-6,9-12 |
| X | WO 2008/104017 A1 (NEWCASTLE INNOVATION LTD [AU]; COATES COLIN EDWARD [AU]; MACREADY ALIS) 4. September 2008 (2008-09-04) Abbildung 2 Absatz [0032] - Absatz [0033] Zusammenfassung | 4,6-8, 10-12 |
| A | US 6 005 362 A (ENJETI PRASAD N [US] ET AL) 21. Dezember 1999 (1999-12-21) Abbildung 5 | 6 |



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

3. Mai 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/05/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Despis, Enguerran

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/052700

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| WO 03023933 | A1 | 20-03-2003 | BR 0206033 A 06-07-2004 ES 2190735 A1 01-08-2003 |
| WO 2008104017 | A1 | 04-09-2008 | AU 2008221226 A1 04-09-2008 CN 101711454 A 19-05-2010 EP 2122821 A1 25-11-2009 US 2010308584 A1 09-12-2010 |
| US 6005362 | A | 21-12-1999 | KEINE |