

(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
21. April 2011 (21.04.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/045048 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2010/006265
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 13. Oktober 2010 (13.10.2010)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:** 10 2009 049 339.5
14. Oktober 2009 (14.10.2009) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** CONPOWER ENERGIEANLAGEN GMBH & CO KG [DE/DE]; Brunhamstrasse 21, 81249 München (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** WIMMER, Franz [DE/DE]; Bräunleinstrasse 5, 82110 Germering (DE).
RIEBESELL, Helmut [DE/DE]; Kasseler Straße 17, 34246 Vellmar (DE).
- (74) **Anwalt:** SCHMIDT, Karl-Michael; Buchenweg 65, 47447 Moers (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, 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, 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).

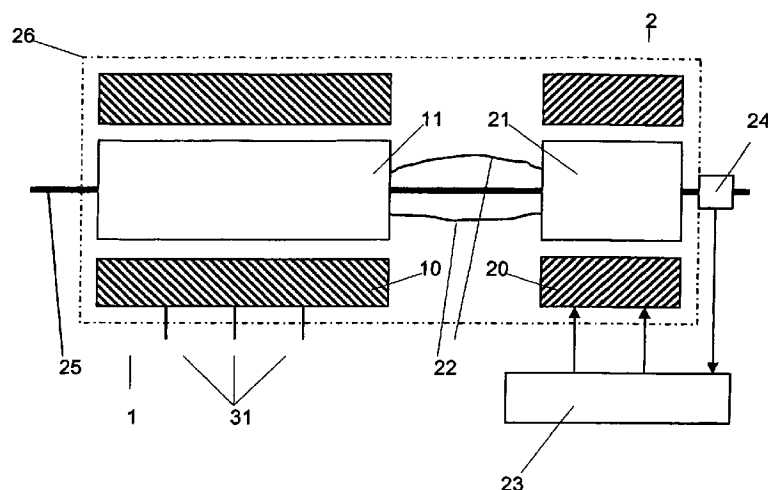
Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** GENERATOR DEVICE FOR GENERATING ELECTRIC ENERGY, IN PARTICULAR IN SYSTEMS FOR UTILISING RENEWABLE FORMS OF ENERGY

(54) **Bezeichnung :** GENERATOREINRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG ELEKTRISCHER ENERGIE, INSBESONDERE BEI ANLAGEN ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEFORMEN



(57) **Abstract:** The invention relates to a generator device for generating electric energy in systems for utilising renewable forms of energy, according to the preamble of patent claim 1, in order to generate a speed-independent voltage at a fixed mains frequency; according to the invention, the generator is provided with two axial sections mounted on a shaft, each having a stator and a rotor, the rotors having field windings interconnected in such a way that a rotary field having a frequency F_v can be fed to the stators, such that the rotary frequency on the output of the stator is independent from the rotational speed of the rotor shaft.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/045048 A2



Veröffentlicht:

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

Die Erfindung betrifft eine Generatoreinrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie bei Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energieformen, gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1, um eine drehzahlunabhängige Spannung bei fester Netzfrequenz zu erzeugen, ist erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass der Generator mit zwei auf einer Welle angeordneten axialen Sektionen mit jeweils einem Stator und jeweils einem Rotor versehen ist, dass die Rotoren Feldwicklungen enthalten, die miteinander so verschaltet sind, dass an dem Statoren ein Drehfeld mit einer Frequenz F_v einspeisbar ist, so dass die Drehfrequenz am Ausgang des Stators unabhängig von der Drehzahl der Rotorwelle ist.

5

10

**Generatoreinrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie,
insbesondere bei Anlagen zur Nutzung erneuerbarer
Energieformen**

15

Die Erfindung betrifft eine Generatoreinrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie, insbesondere bei Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energieformen, mit mindestens einem mit elektrischen Wicklungen versehenen Stator und mindestens einem innerhalb des Stators auf einer Rotorwelle drehenden Rotor, wobei in einem Stator eine Drehspannung der Frequenz F_{netz} abnehmbar ist, gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

25

Es sind Generatoren bekannt, die beim Einsatz bspw der Windenergie keine konstante Drehzahl an der Rotorwelle haben. Dies wird entweder aufwändig über Getriebe gelöst oder über nachgeschaltete Frequenzumformer.

30

Nachteilig ist bei der Verwendung von Getrieben, dass dabei die gesamte Primärenergie, die in das System eingespeist wird, über dieses Getriebe geführt werden muss. Die Getriebe müssen also entsprechend stark ausgeführt werden, was nicht nur zu erheblichen Kosten,

35

sondern primärseitig schon zu erheblichen Reibungsverlusten und demzufolge zu Wirkungsgradverlusten führt.

5 Auch bei der Frequenzumrichtung der gesamten anliegenden erzeugten elektrischen Energieleistung am Umrichter fallen dort dementsprechend große Verluste an, und es werden sehr leistungsstarke Elektronik-Bauteile benötigt, die mit hohen Kosten verbunden sind.

10

Gerade im Einsatz bei erneuerbaren Energien kommt dem Wirkungsgrad aber besondere Bedeutung zu.

15

So tritt dasselbe Problem auch bei Turbinen/Propellor-Generator-Kopplungen bei ORC-Anlagen auf, wo nicht feste Drehzahlen vorliegen, vor allem nicht netzsynchrone Drehzahlen.

20

Für die direkte Einspeisung ins Wechselstrom oder Drehstromnetz muss die Frequenz bei exakt 50 Hertz liegen. Dies entspräche bei Synchronmaschinen mit einem Polpaar einer Drehzahl von 3.000 Umdrehungen pro Minute.

25

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Generatoreinrichtung dahingehend weiter zu entwickeln, dass eine von der Rotordrehzahl unabhängige Frequenz am Spannungsausgang des Generators mit einfachen Mittel realisierbar ist, die sich besonders für Anlagen im Bereich der erneuerbaren Energien eignet.

30

Die gestellte Aufgabe ist bei einer Generatoranordnung der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Kern der Erfindung ist, dass der Generator mit zwei auf
5 einer Welle angeordneten axialen Sektionen mit jeweils einem Stator und jeweils einem Rotor versehen ist, dass die beiden Rotoren Feldwicklungen enthalten, die miteinander so verschaltet sind, dass an den Statoren ein Drehfeld mit einer Frequenz F_v einspeisbar ist, so dass
10 die Drehfrequenz am Ausgang des Stators unabhängig von der Drehzahl der Rotorwelle ist.

D.h. die Feldwicklungen beider

15 So gelingt es mit einer nur kleinen elektrischen Energie, die nur ein Bruchteil der am Spannungsausgang des Generators liegenden Energie entspricht, das Rotorfeld selbst bei einer Drehzahl über 3.000 Umdrehungen so entgegenlaufen zu lassen, dass das resultierende Feld in
20 der Statorwicklung des Energieausgangs 50 Hertz aufweist.

Dies erfolgt auf eine Weise, dass durch die gegenläufige Verschaltung der beiden Rotorwicklungen, die Drehzahl die über 3000 Umdrehungen pro Minute liegt, so gegensteuert
25 wird, dass am Ausgang des Generators immer konstant eine Frequenz von 50 Hertz anliegt.

Da bei bürstenlosen Synchronmaschinen regulär Permanentmagnete im Rotor eingesetzt werden, die ein
30 rotierendes Drehfeld synchron mit der aktuellen Drehzahl der Rotorwelle erzeugen, wird dieser vorgegebene Zusammenhang bei der Erfindung durch ein entsprechend rotierbares Rotorfeld kompensiert. Dies genau auf Netzfrequenz, d.h. unabhängig von der Drehzahl der

Rotorwelle, und ohne einen üblichen Frequenzumrichter am Spannungs- oder Energieausgang des Generators.

5 Da das zu induzierende Drehfeld im Rotor nur bei kleiner Leistung liegt, sind die dafür notwendigen Mittel auch einfacher und kostengünstiger. So wird mit nur kleinem Energieeinsatz eine effektive und verlustarme drehzahlunabhängige Synchronisierung der Ausgangsspannung auf die Netzfrequenz erreicht.

10

Es entfallen die üblichen Umrichter am Generatorausgang, die die gesamte elektrische Generatorleistung umrichten müssten, was zu Verlusten führen würde.

15 In vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die eingespeiste Frequenz F_v 50 Hertz ist.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der oder die Rotorwicklungen mit einer Anzahl ganzzahliger Vielfacher von drei ($N \cdot 3$) Erregerwicklungen versehen ist bzw sind.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die ,Generatoreinrichtung eine Steuereinrichtung
25 enthält, in welcher die auf die Ständerwicklung eingespeiste Spannung in Amplitude und Frequenz einstellbar ist. Damit kann zu jedem Zeitpunkt eine derartige Frequenz eingestellt und auf den Rotor eingespeist werden, dass die resultierende
30 Ausgangsfrequenz am Ausgang des Stators, an dem die erzeugte elektrische Energie anliegt bei konstant 50 Hertz liegt, unabhängig von der Drehzahl der Welle.

Weiterhin ist vorteilhaft ausgestaltet, dass die
35 Generatoreinrichtung auf der Rotorwelle einen

Drehzahlgeber enthält, der signaltechnisch mit der Steuereinrichtung verschaltet ist. Mit dem kann die Steuereinrichtung mit überwacht werden.

5 Weiterhin ist vorteilhaft ausgestaltet, dass die beiden Generatorsektionen in einem gemeinsamen Generatorgehäuse angeordnet sind. Dies ist die kompakteste Realisierung.

10 Alternativ dazu ist ausgestaltet, dass die Rotorwelle aus drehfest gekoppelten Teilwellen besteht, und jeweils eine Teilwelle durch einen der Generatorsektionen hindurch verläuft.

15 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Wicklungen des einen Rotors mit der Wicklung des anderen Rotors elektrisch so gekreuzt verschaltet ist, dass die Drehrichtung im Rotor des Hauptgenerators umgekehrt zur Drehrichtung im anderen Rotor läuft.

20 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das über die Steuereinrichtung am Stator eingespeiste Erregerfeld eine Festfrequenz von 50 Hertz aufweist.

25 Ein Ausführungsbeispiel ist in schematischer Darstellung in der Zeichnung enthalten.

Die Abbildung zeigt eine schematische Schnittdarstellung durch den erfindungsgemäßen Generator. Innerhalb eines Generatorgehäuses 26 sind in diesem
30 Ausgestaltungsbeispiel zwei Generatorsektionen 10, 11, und 20 21 auf einer gemeinsamen Welle 25 angeordnet. Die erste Generatorsektion 10, 11 ist der eigentliche Hauptgenerator 1, der auch die elektrische Energie aus

der über die Welle eingespeisten mechanischen Energie erzeugt.

Dieser Hauptgenerator 1 besteht aus Stator 10 mit Statorwicklung und dem Rotor 11. Anders als bei bekannten Anordnungen hat der Rotor keinen Permanentmagneten, sondern ist mit einer Rotorwicklung bzw mit Rotorwicklungen versehen.

Auf derselben Welle 25 ist eine weitere Generatorsektion 20, 21 angeordnet. Dies besteht aus einem Stator 20 und einem Rotor 21 der ebenfalls mit einer Rotorwicklung bzw mit Rotorwicklungen versehen ist.

Diese Generatorsektion 20, 21 lässt sich als Hilfsgenerator 2 bezeichnen.

Haupt- und Hilfsgenerator liegen aber gemeinsam auf einer Welle.

Der Stator 10 weist den elektrischen Ausgang 31 auf, an dem die erzeugte elektrische Energie ausgespeist, und in Netz eingespeist wird. Die Ausspeisung erfolgt dabei bei konstant 50 Hertz, unabhängig von der jeweils an der Welle anliegenden Drehzahl. Einzige Bedingung ist nur, dass diese höher als 3.000 Umdrehung pro Minute liegt, bei der Annahme nur eines Polpaares.

Über die Steuerung 23 wird nun eine kleine elektrische Energie dem Stator 2 des Hilfsgenerators zugeführt. Dabei wird bspw mit der festen Frequenz 50 Hertz eingespeist. Dabei wird in dem Rotor 21 eine Spannung erzeugt.

Erfindungsgemäß sind nun die Wicklungen der beiden Rotoren 11 und 21 miteinander verschaltet. Und zwar in der Weise, dass die Wicklung des Rotors 11 so mit der Wicklung des Rotors 21 „gekreuzt“ verbunden ist, dass

sich die Drehrichtung in der Wicklung des Rotors 11 umkehrt.

5 Dabei weist das über die Steuerung 23 und den Stator 20 im Rotor 21 eingespeiste Erregerfeld die entgegengesetzte Drehfeldrichtung auf, in Bezug zur Drehrichtung der Welle 25. D.h. die Erregerfeldrichtung und die Drehrichtung der Welle sind gegenläufig.

10 Im Ergebnis regelt sich die Frequenz am Ausgang 31 somit automatisch auf die gewünschte Netzfrequenz, wenn am Hilfsgenerator mit 50 Hertz eingespeist wird.

Anschaulich heisst dies mit Hilfe der Darstellung:

15

F21 = Rotormagnetdrehfeldzahl des Rotors 21

F23 = eingespeistes Drehfeld (Frequenz Fv)

F11 = Rotormagnetdrehfeldzahl des Rotors 11

F31 = Frequenz oder Drehfeld am Ausgang des

20

Hauptgenerators

N = aktuelle Drehzahl der Welle 25

Formal heisst das oben Ausgeführte dann anschaulich:

25

$$F21 = -F23+N$$

Die unterschiedlichen Vorzeichen besagen, dass das eingespeiste Drehfeld und die Welle des Generators entgegengesetzten Drehsinn aufweisen.

30

$$F11 = -F21 = -(-F23+N)$$

Und

35

$$F31 = F11+N = -(-F23+N)+N = F23-N+N = F23$$

D.h. am Ausgang 31 liegt dann eine drehzahlunabhängige Frequenz an, die der am Hilfsgenerator eingespeisten Frequenz, d.h. der Netzfrequenz entspricht!

5

Damit kann man nunmehr die Frequenz der elektrischen Ausgangsenergie am Ausgang 31 direkt mit der Frequenz über die Steuereinrichtung 23 synchronisieren, ohne dass regelnde oder umrichtende Bauteile notwendig sind.

10

Da der Hauptgenerator 1 bei einer Drehzahl unterhalb der Netzfrequenz eine dem Netz entgegengesetzte Drehrichtung generiert, darf die über die Steuereinrichtung 23 dem Stator 20 zugeführte Erregerspannung erst ab einer Drehzahl der Welle 25 größer als Netzdrehfeldfrequenz (bei 50 Hertz sind dies 3.000 Umdrehungen, bei einem Polpaar) anliegen.

15

Insgesamt ergibt sich eine Generatoranordnung, die keinen Rotor mit Permanentmagneten verwendet. Außerdem ist auch dieser Generatortyp bürstenlos, weil die elektrische Spannung bzw das Drehfeld zunächst über den Stator 20 und dann über Induktion dem Rotor 21 zugeführt wird. Die Wicklungen des Rotors 21 sind wiederum starr, d.h. über Drahtverbindungen oder dergleichen mit den Wicklungen des Rotors 11 verbunden.

20

25

Es entsteht eine besondere Eignung für Generatoren beim Einsatz der Energieerzeugung in Anlagen, die regenerative Energieformen verwenden. Der Grund dafür liegt darin, dass dort oftmals sogenannte ORC-Anlagen zum Einsatz kommen. Die darin verwendeten Turbinen können Drehzahlen von 20.000 Umdrehungen aufweisen.

30

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Generators werden
Verluste über Umrichtungen vermieden. Dies erhöht den
resultierenden Effekt der Wirkungsgradoptimierung, die
insbesondere bei der Nutzung regenerativer Energieformen
5 ein Rolle spielt.

So eignet sich der erfindungsgemäße Generator ganz
besonders für kleine und mittlere
Energieerzeugungsanlagen.

10

Bezugszeichen:

	1	Hauptgenerator (1. Generatorsektion)
	2	Hilfsgenerator (2. Generatorsektion)
5	10	Stator des Hauptgenerators
	11	Rotor des Hauptgenerators
	20	Stator des Hilfsgenerators
	21	Rotor des Hilfsgenerators
10	22	Elektrische Verbindungen
	23	Steuereinrichtung
	24	Drehzahlgeber
	25	Welle
	26	Gehäuse
15		

Patentansprüche:

1. Generatoreinrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie im Einsatz bei Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energieformen, mit mindestens einem mit elektrischen Wicklungen versehenen Stator und mindestens einem innerhalb des Stators auf einer Rotorwelle drehenden Rotor, wobei in einem Stator eine Drehspannung der Frequenz F_{netz} abnehmbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Generator mit zwei auf einer Welle angeordneten axialen Sektionen mit jeweils einem Stator (10, 20) und jeweils einem Rotor (11, 21) versehen ist, dass die beiden Rotoren (11, 21) Feldwicklungen enthalten, die miteinander so verschaltet sind, dass an dem Stator (20) ein Drehfeld mit einer Frequenz F_v einspeisbar ist, so dass die Drehfrequenz am Ausgang (31) des Stators (10) unabhängig von der Drehzahl der Rotorwelle (25) ist.
2. Generatoreinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die eingespeiste Frequenz F_v 50 Hertz ist.
3. Generatoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der oder die Rotorwicklungen (11, 21) mit einer Anzahl ganzzahliger Vielfacher von drei ($N*3$) Erregerwicklungen versehen ist bzw sind.
4. Generatoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Generatoreinrichtung eine Steuereinrichtung (23) enthält, in welcher die auf die Statorwicklung (20) eingespeiste Spannung in Amplitude und Frequenz

einstellbar ist.

5. **Generatoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,**

5 dass die Generatoreinrichtung auf der Rotorwelle (25) einen Drehzahlgeber (24) enthält, der signaltechnisch mit der Steuereinrichtung (23) verschaltet ist.

- 10 6. **Generatoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,**

15 dass die beiden Generatorsektionen (10, 11) und (20, 21) in einem gemeinsamen Generatorgehäuse (26) angeordnet sind.

7. **Generatoreinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,**

20 dass die Rotorwelle (25) einstückig durch beide Generatorsektionen hindurch verläuft.

8. **Generatoreinrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,**

25 dass die Rotorwelle (25) aus drehfest gekoppelten Teilwellen besteht, und jeweils eine Teilwelle durch eines der Generatorgehäuse hindurch verläuft.

9. **Generatoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,**

30 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Wicklungen des Rotors (11) mit der Wicklung des Rotors (21) elektrisch so gekreuzt verschaltet ist, dass die Drehrichtung im Rotor (11) umgekehrt zur Drehrichtung im Rotor (21) läuft.

35

10. Generatoreinrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das über die Steuereinrichtung (23) am Stator
(20) eingespeiste Erregerfeld eine Festfrequenz von
50 Hertz aufweist.

5

