

(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  
 12. Januar 2017 (12.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/005452 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02J 3/36 (2006.01) H02J 3/38 (2006.01)  
 H02M 7/757 (2006.01) H02M 7/493 (2007.01)  
 F03D 9/00 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/063176

(22) Internationales Anmeldedatum:  
 9. Juni 2016 (09.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
 10 2015 212 562.9 6. Juli 2015 (06.07.2015) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
 [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: CHRIST, Timo; Hollergasse 14, 91336  
 Heroldsbach (DE). SEMAN, Slavomir; Fasanenweg 7,  
 90480 Nürnberg (DE). ZUROWSKI, Rainer; Langgasse  
 26 A, 91301 Forchheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
 jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
 AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,  
 KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,  
 MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
 OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,  
 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.

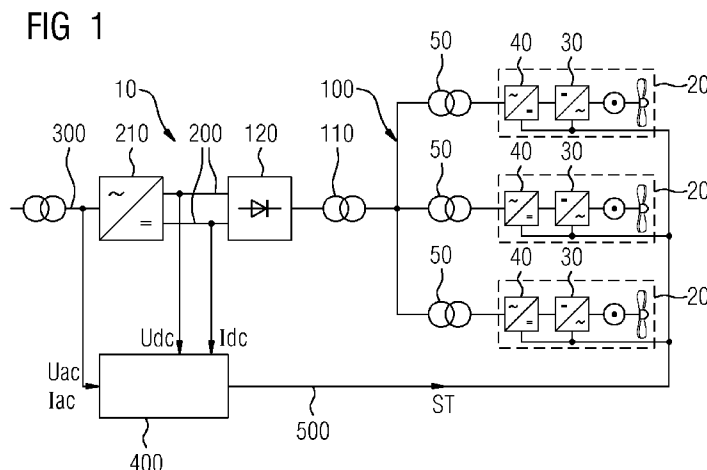
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
 jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
 GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
 SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,  
 KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
 CY, CZ, DE, DK, EE, ES, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
 3)

(54) Title: ENERGY GENERATION SYSTEM AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung : ENERGIEERZEUGUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB



(57) Abstract: The invention relates among other things to an energy generation system (10) comprising: at least one generator (20), which has a converter (30) on the generator side and a converter (40) on the network side and which is connected via said converters to an alternating voltage network (100) on the power plant side; a rectifier which connects the alternating voltage network (100) on the power plant side to a DC transmission line (200); and an inverter on the energy network side, which connects the DC transmission line (200) to an energy network (300) operating on the basis of alternating voltage. According to the invention, the energy generation system (10) has a control unit (400) which is configured to control the converter (30) on the generator side and the converter (40) on the network side of the at least one generator (20), at least on the basis of DC current and/or DC voltage measurement values ( $I_{dc}$ ,  $U_{dc}$ ) measured on the DC transmission line (200).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/005452 A1



---

Die Erfindung bezieht sich unter anderem auf eine Energieerzeugungsanlage (10) mit zumindest einem Generator (20), der einen generatorseitigen Umrichter (30) und einen netzseitigen Umrichter (40) aufweist und über diese mit einem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz (100) in Verbindung steht, einem Gleichrichter, der das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz (100) mit einer Gleichstromübertragungsleitung (200) verbindet, und einem energienetzseitigen Wechselrichter, der die Gleichstromübertragungsleitung (200) mit einem auf Wechselspannungsbasis arbeitenden Energienetz (300) verbindet. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Energieerzeugungsanlage (10) eine Steuereinrichtung (400) aufweist, die derart ausgestaltet ist, dass sie die Ansteuerung des generatorseitigen Umrichters (30) und des netzseitigen Umrichters (40) des zumindest einen Generators (20) zumindest auch anhand von an der Gleichstromübertragungsleitung (200) gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerten ( $I_{dc}$ ,  $U_{dc}$ ) vornimmt.

Beschreibung

Energieerzeugungsanlage und Verfahren zu deren Betrieb

5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Energieerzeugungsanlage mit zumindest einem Generator, der einen generatorseitigen Umrichter und einen netzseitigen Umrichter aufweist und über diese mit einem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz in Verbindung steht, einem Gleichrichter, der das kraftwerksei-  
10 tige Wechselspannungsnetz mit einer Gleichstromübertragungsleitung verbindet, und einem energienetzseitigen Wechselrichter, der die Gleichstromübertragungsleitung mit einem auf Wechselspannungsbasis arbeitenden Energienetz verbindet. Derartige Energieerzeugungsanlagen mit kraftwerkseitigem Wechselspannungsnetz sowie Gleichstromübertragungsleitung sind  
15 bekanntermaßen beispielsweise als Windkraftanlagen in Betrieb.

Bei herkömmlichen Energieerzeugungsanlagen wird das Problem  
20 schwankender Leistungsaufnahme durch das Energienetz dadurch gelöst, dass an die Gleichstromübertragungsleitung zuschaltbare Energieverbrauchseinrichtungen und/oder zuschaltbare Energiespeichereinrichtungen angeschlossen sind, die bei Bedarf bzw. bei fehlender Leistungsaufnahme durch das Energie-  
25 netz zugeschaltet werden und somit einen zusätzlichen Energieverbrauch und/oder eine zusätzliche Energiespeicherung im Bereich der Gleichstromübertragungsleitung ermöglichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Energieerzeugungsanlage anzugeben, die im Falle von Schwankungen der  
30 Leistungsaufnahme des Energienetzes besser als herkömmliche Energieerzeugungsanlagen arbeitet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Energieerzeugungsanlage mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst.  
35 Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage sind in Unteransprüchen angegeben.

Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Energieerzeugungsanlage eine Steuereinrichtung aufweist, die derart ausgestaltet ist, dass sie die Ansteuerung des generatorseitigen Umrichters und des netzseitigen Umrichters des zumindest einen Generators zumindest auch anhand von an der Gleichstromübertragungsleitung gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerten vornimmt.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage ist darin zu sehen, dass durch die erfindungsgemäß vorgesehene unmittelbare Steuerung der netzseitigen Umrichter und der generatorseitigen Umrichter die Energieerzeugung durch die Generatoren und damit die Energieeinspeisung ins kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz zeitnah nachgeregelt werden kann, so dass eine Übererzeugung von Energie durch die Generatoren und eine übermäßige Einspeisung von Energie in das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz vermieden wird. Auf den Einsatz zuschaltbarer Energieverbrauchseinrichtungen und/oder zuschaltbarer Energiespeichereinrichtungen, wie sie bei vorbekannten Energieerzeugungsanlagen vorhanden sind, kann somit verzichtet werden.

Bezüglich der Ausgestaltung der Steuereinrichtung wird es als vorteilhaft angesehen, wenn diese bei der Ansteuerung des generatorseitigen Umrichters und des netzseitigen Umrichters des zumindest einen Generators zusätzlich an dem Energienetz gemessene Wechselstrom- und/oder Wechselspannungsmesswerte berücksichtigt.

Bei dem Gleichrichter handelt es sich vorzugsweise um einen Diodenbrückengleichrichter.

Die Steuereinrichtung ist darüber hinaus bevorzugt derart ausgestaltet, dass sie anhand der an der Gleichstromübertragungsleitung gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerte und der an dem Energienetz gemessenen Wechselstrom- und/oder Wechselspannungsmesswerte die von dem Energienetz aufgenommene Leistung ermittelt und bei Unterschrei-

ten eines vorgegebenen Mindestleistungswerts den generatorseitigen Umrichter und den netzseitigen Umrichter des zumindest einen Generators derart ansteuert, dass dieser weniger, insbesondere keine Leistung mehr, in das kraftwerkseitige  
5 Wechselspannungsnetz einspeist und/oder der Gleichrichter in einen nichtleitenden Zustand gebracht wird.

Mit Blick auf minimale Kosten der Energieerzeugungsanlage wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die Gleichstromübertragungsleitung frei von zuschaltbaren Energieverbrauchseinrichtungen und/oder Energiespeichereinrichtungen ist. Wie bereits erwähnt, kann durch die Arbeitsweise der Steuereinrichtung auf Energieverbrauchseinrichtungen und/oder Energiespeichereinrichtungen im Bereich der Gleichstromübertragungsleitung  
10  
15 verzichtet werden.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Energieerzeugungsanlage eine Vielzahl an Generatoren aufweist, die jeweils mit dem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz über einen eigenen generatorseitigen Umrichter und einen eigenen netzseitigen Umrichter in Verbindung stehen, und die Steuereinrichtung derart ausgestaltet ist, dass sie die Ansteuerung der generatorseitigen Umrichter und der netzseitigen Umrichter zumindest auch anhand von den an der Gleichstromübertragungsleitung gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerten vornimmt.  
20  
25

Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung derart ausgestaltet, dass sie bei der Ansteuerung der generatorseitigen Umrichter und der netzseitigen Umrichter zusätzlich jeweils auch die an dem Energienetz gemessenen Wechselstrom- und/oder Wechselspannungsmesswerte berücksichtigt.  
30

Bei der Energieübertragungsanlage handelt es sich vorzugsweise um eine Windkraftanlage; in diesem Fall werden die Generatoren durch Windräder gebildet.  
35

Bezüglich der Verbindung zwischen der Steuereinrichtung und den Umrichtern der Generatoren wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die Steuereinrichtung mit dem oder den generatorseitigen Umrichtern und dem oder den netzseitigen Umrichtern über eine oder mehrere Lichtwellenleiter in Verbindung steht und über diesen oder diese Steuersignale zur Ansteuerung des oder der generatorseitigen Umrichter und des oder der netzseitigen Umrichter überträgt.

10 Bezüglich der Anordnung der einzelnen Komponenten der Energieerzeugungsanlage wird es als besonders vorteilhaft angesehen, wenn der oder die Generatoren auf See positioniert sind und sich der energienetzseitige Wechselrichter an Land befindet.

15

Bei dem Energienetz handelt es sich vorzugsweise um ein Energieverteilnetz oder ein Energieübertragungsnetz.

Die Erfindung bezieht sich darüber hinaus auf ein Verfahren zum Betreiben einer Energieerzeugungsanlage mit zumindest einem Generator, der mit einem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz über einen generatorseitigen Umrichter und einen netzseitigen Umrichter in Verbindung steht, einem Gleichrichter, der das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz mit einer Gleichstromübertragungsleitung verbindet, und einem energienetzseitigen Wechselrichter, der die Gleichstromübertragungsleitung mit einem auf Wechselspannungsbasis arbeitenden Energienetz verbindet.

30 Erfindungsgemäß ist bezüglich eines solchen Verfahrens vorgesehen, dass die Ansteuerung des generatorseitigen Umrichters und des netzseitigen Umrichters zumindest auch anhand von an der Gleichstromübertragungsleitung gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerten vorgenommen wird.

35

Bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens sei auf die obigen Erläuterungen im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Energieerzeugungsanlage verwiesen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert; dabei zeigen beispielhaft:

- 5 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Energieerzeugungsanlage, anhand derer auch eine erfindungsgemäße Verfahrensvariante beispielhaft erläutert wird, und
- 10 Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Energieerzeugungsanlage, anhand derer eine andere erfindungsgemäße Verfahrensvariante beispielhaft beschrieben wird.

15 Die Figur 1 zeigt eine Energieerzeugungsanlage 10, die eine Vielzahl an Generatoren in Form von Windrädern 20 umfasst. Jedes der Windräder 20 ist jeweils mit einem generatorseitigen Umrichter 30 und einem netzseitigen Umrichter 40 ausgestattet und über diese Komponenten sowie einen Transformator

20 50 an ein kraftwerkseitiges Wechselspannungsnetz 100 angeschlossen.

Das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz 100 steht über einen Transformator 110 sowie einen Gleichrichter 120 mit einer

25 Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitung, nachfolgend kurz Gleichstromübertragungsleitung genannt, in Verbindung. Bei dem Gleichrichter 120 handelt es sich vorzugsweise um einen Diodenbrückengleichrichter.

30 Die Gleichstromübertragungsleitung 200 verbindet den Gleichrichter 120 und damit das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz 100 mit einem energienetzseitigen Hochspannungswechselrichter, nachfolgend kurz energienetzseitiger Wechselrichter

35 210 genannt, der eine Verbindung zu einem externen Energienetz 300 herstellt. Bei dem Energienetz 300 kann es sich um ein Energieverteilnetz oder ein Energieübertragungsnetz handeln. Das Energienetz 300 arbeitet vorzugsweise mit einer Spannung 220 kV, 380 kV, 500 kV, 700 kV oder 1.150 kV.

Zur Steuerung der Energieerzeugungsanlage 10 ist eine Steuereinrichtung 400 vorhanden, die über Messeinrichtungen an die Gleichstromübertragungsleitung 200 sowie das Energienetz 300  
5 angeschlossen ist.

Über die Messeinrichtungen erhält die Steuereinrichtung 400 Gleichstrommesswerte  $I_{dc}$  und Gleichspannungsmesswerte  $U_{dc}$ , die den jeweiligen durch die Gleichstromübertragungsleitung  
10 200 fließenden Gleichstrom und die an der Gleichstromübertragungsleitung 200 anliegende Gleichspannung quantitativ angeben.

Von dem Energienetz 300 erhält die Steuereinrichtung 400 Wechselspannungsmesswerte  $U_{ac}$  sowie Wechselstrommesswerte  
15  $I_{ac}$ , die die Wechselspannung bzw. den Wechselstrom im Energienetz 300 und damit den Leistungsfluss in das Energienetz 300 quantitativ beschreiben.

Die Steuereinrichtung 400 ist derart ausgestaltet, dass sie die Gleichstrom- und Gleichspannungsmesswerte  $I_{dc}$  bzw.  $U_{dc}$  sowie die Wechselstrom- und Wechselspannungsmesswerte  $I_{ac}$  bzw.  $U_{ac}$  auswertet und anhand der Messwerte die Steuerung der generatorseitigen Umrichter 30 sowie der netzseitigen Umrichter  
20 25 ter 40 vornimmt.

Die Ansteuerung der generatorseitigen Umrichter 30 und der netzseitigen Umrichter 40 erfolgt bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 mittels Steuersignalen ST, die über eine Datenleitung 500 zu den generatorseitigen Umrichtern 30 und den netzseitigen Umrichtern 40 übertragen werden. Bei der Datenleitung 500 handelt es sich vorzugsweise um eine lichtwellenleiterbasierte Datenleitung, die eine oder mehrere Lichtwellenleiter zur Datenübertragung umfasst.  
30

Im Rahmen der Ansteuerung der generatorseitigen Umrichter 30 und der netzseitigen Umrichter 40 wird die Steuereinrichtung 400 vorzugsweise ermitteln, welche Leistung das Energienetz  
35

300 jeweils aktuell aufnimmt. Stellt die Steuereinrichtung 400 dabei fest, dass die von dem Energienetz 300 aufgenommene Leistung zu klein ist und die Energieproduktion der Windräder 20 zu groß ist, so wird sie die generatorseitigen Umrichter 30 und die netzseitigen Umrichter 40 derart ansteuern, dass diese weniger Leistung, insbesondere keine Leistung mehr, in das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz 100 einspeisen. Beispielsweise kann die Ansteuerung der Umrichter 30 und 40 derart erfolgen, dass der Gleichrichter 120 in einen nichtleitenden Zustand gebracht wird und dadurch die Gleichstromübertragungsleitung 200 von dem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz 100 elektrisch getrennt wird.

Durch die unmittelbare Ansteuerung der generatorseitigen Umrichter 30 und der netzseitigen Umrichter 40 anhand von Messwerten, die sich auf das Energienetz 300 und die Gleichstromübertragungsleitung 200 beziehen, kann die Ansteuerung der Energieerzeugungsanlage 10 sehr verzögerungsarm erfolgen, so dass eine Energieüberproduktion durch die Windräder 20 vermieden werden kann. Zuschaltbare Energieverbrauchseinrichtungen und/oder zuschaltbare Energiespeichereinrichtungen, die üblicherweise sonst im Bereich des kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetzes und/oder der Gleichstromübertragungsleitung 200 erforderlich wären, sind bei der Energieerzeugungsanlage 10 aufgrund der Arbeitsweise der Steuereinrichtung 400 somit verzichtbar.

Die Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Energieerzeugungsanlage 10. Bei diesem Ausführungsbeispiel wertet die Steuereinrichtung 400 lediglich die Gleichstrommesswerte  $I_{dc}$  und die Gleichspannungsmesswerte  $U_{dc}$ , die den jeweiligen durch die Gleichstromübertragungsleitung 200 fließenden Gleichstrom und die an der Gleichstromübertragungsleitung 200 anliegende Gleichspannung angeben, aus und steuert nur anhand dieser Messwerte die generatorseitigen Umrichter 30 und die netzseitigen Umrichter 40 an.

Im Übrigen gelten die obigen Erläuterungen im Zusammenhang mit der Figur 1 für das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 entsprechend.

- 5 Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Bezugszeichenliste

	10	Energieerzeugungsanlage
	20	Windräder / Generatoren
5	30	generatorseitiger Umrichter
	40	netzseitiger Umrichter
	50	Transformator
	100	Wechselspannungsnetz
	110	Transformator
10	120	Gleichrichter
	200	Gleichstromübertragungsleitung
	210	Wechselrichter
	300	Energienetz
	400	Steuereinrichtung
15	500	Datenleitung
	Iac	Wechselstrommesswerte
	Idc	Gleichstrommesswerte
	ST	Steuersignale
20	Uac	Wechselspannungsmesswerte
	Udc	Gleichspannungsmesswerte

## Patentansprüche

1. Energieerzeugungsanlage (10) mit

– zumindest einem Generator (20), der einen generatorseitigen Umrichter (30) und einen netzseitigen Umrichter (40) aufweist und über diese mit einem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz (100) in Verbindung steht,

– einem Gleichrichter, der das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz (100) mit einer Gleichstromübertragungsleitung (200) verbindet, und

– einem energienetzseitigen Wechselrichter, der die Gleichstromübertragungsleitung (200) mit einem auf Wechselspannungsbasis arbeitenden Energienetz (300) verbindet,

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

die Energieerzeugungsanlage (10) eine Steuereinrichtung (400) aufweist, die derart ausgestaltet ist, dass sie die Ansteuerung des generatorseitigen Umrichters (30) und des netzseitigen Umrichters (40) des zumindest einen Generators (20) zumindest auch anhand von an der Gleichstromübertragungsleitung (200) gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerten ( $I_{dc}$ ,  $U_{dc}$ ) vornimmt.

2. Energieerzeugungsanlage (10) nach Anspruch 1,

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

die Steuereinrichtung (400) derart ausgestaltet ist, dass sie bei der Ansteuerung des generatorseitigen Umrichters (30) und des netzseitigen Umrichters (40) des zumindest einen Generators (20) zusätzlich an dem Energienetz (300) gemessene Wechselstrom- und/oder Wechselspannungsmesswerte ( $I_{ac}$ ,  $U_{ac}$ ) berücksichtigt.

3. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche,

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

der Gleichrichter ein Diodenbrückengleichrichter ist.

4. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche,

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

- die Steuereinrichtung (400) derart ausgestaltet ist, dass sie anhand der an der Gleichstromübertragungsleitung (200) gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerte (Idc, Udc) und der an dem Energienetz (300) gemessenen

5

Wechselstrom- und/oder Wechselspannungsmesswerte (Iac, Uac) die von dem Energienetz (300) aufgenommene Leistung ermittelt und

- bei Unterschreiten eines vorgegebenen Mindestleistungswerts den generatorseitigen Umrichter (30) und den netzseitigen Umrichter (40) des zumindest einen Generators (20) derart ansteuert, dass dieser weniger, insbesondere keine Leistung mehr, in das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz (100) einspeist und/oder der Gleichrichter in

10

15

5. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche,

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

20

die Gleichstromübertragungsleitung (200) frei von zuschaltbaren Energieverbrauchseinrichtungen und/oder Energiespeichereinrichtungen ist.

6. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche,

25

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

- die Energieerzeugungsanlage (10) eine Vielzahl an Generatoren (20) aufweist, die jeweils mit dem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz (100) über einen eigenen generatorseitigen Umrichter (30) und einen eigenen netzseitigen Umrichter (40) in Verbindung stehen, und

30

- die Steuereinrichtung (400) derart ausgestaltet ist, dass sie die Ansteuerung der generatorseitigen Umrichter (30) und der netzseitigen Umrichter (40) zumindest auch anhand von den an der Gleichstromübertragungsleitung (200) gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerten (Idc, Udc) vornimmt.

35

7. Energieerzeugungsanlage (10) nach Anspruch 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Steuereinrichtung (400) derart ausgestaltet ist, dass sie  
bei der Ansteuerung der generatorseitigen Umrichter (30) und  
5 der netzseitigen Umrichter (40) zusätzlich jeweils auch die  
an dem Energienetz (300) gemessene Wechselstrom- und/oder  
Wechselspannungsmesswerte ( $I_{ac}$ ,  $U_{ac}$ ) berücksichtigt.
8. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehenden  
10 Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Energieerzeugungsanlage (10) eine Windkraftanlage ist und  
die Generatoren Windräder (20) sind.
- 15 9. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehenden  
Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Steuereinrichtung (400) mit dem oder den generatorseiti-  
gen Umrichtern (30) und dem oder den netzseitigen Umrichtern  
20 (40) über eine oder mehrere Lichtwellenleiter in Verbindung  
steht und über diesen oder diese Steuersignale zur Anstee-  
rung des oder der generatorseitigen Umrichter (30) und des  
oder der netzseitigen Umrichter (40) überträgt.
- 25 10. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehen-  
den Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
der oder die Generatoren (20) auf See positioniert sind und  
sich der energienetzseitige Wechselrichter an Land befindet.  
30
11. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehen-  
den Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
das Energienetz (300) ein Energieübertragungsnetz ist.  
35
12. Energieerzeugungsanlage (10) nach einem der voranstehen-  
den Ansprüche 1-10,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

das Energienetz (300) ein Energieverteilnetz ist.

13. Verfahren zum Betreiben einer Energieerzeugungsanlage (10) mit

- 5 - zumindest einem Generator (20), der mit einem kraftwerkseitigen Wechselspannungsnetz (100) über einen generatorseitigen Umrichter (30) und einen netzseitigen Umrichter (40) in Verbindung steht,
- 10 - einem Gleichrichter, der das kraftwerkseitige Wechselspannungsnetz (100) mit einer Gleichstromübertragungsleitung (200) verbindet, und
- einem energienetzseitigen Wechselrichter, der die Gleichstromübertragungsleitung (200) mit einem auf Wechselspannungsbasis arbeitenden Energienetz (300) verbindet,
- 15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Ansteuerung des generatorseitigen Umrichters (30) und des netzseitigen Umrichters (40) zumindest auch anhand von an der Gleichstromübertragungsleitung (200) gemessenen Gleichstrom- und/oder Gleichspannungsmesswerten ( $I_{dc}$ ,  $U_{dc}$ ) vorgenommen
- 20 wird.

FIG 1

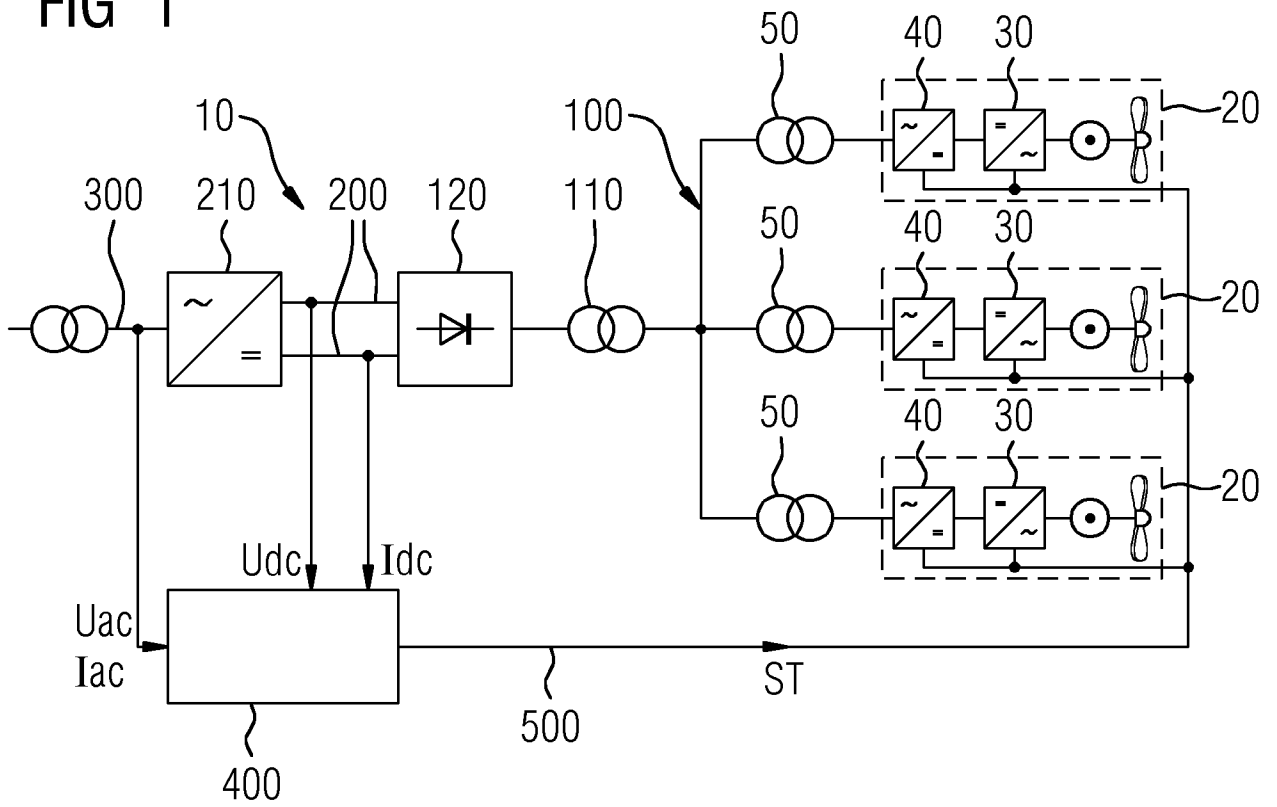
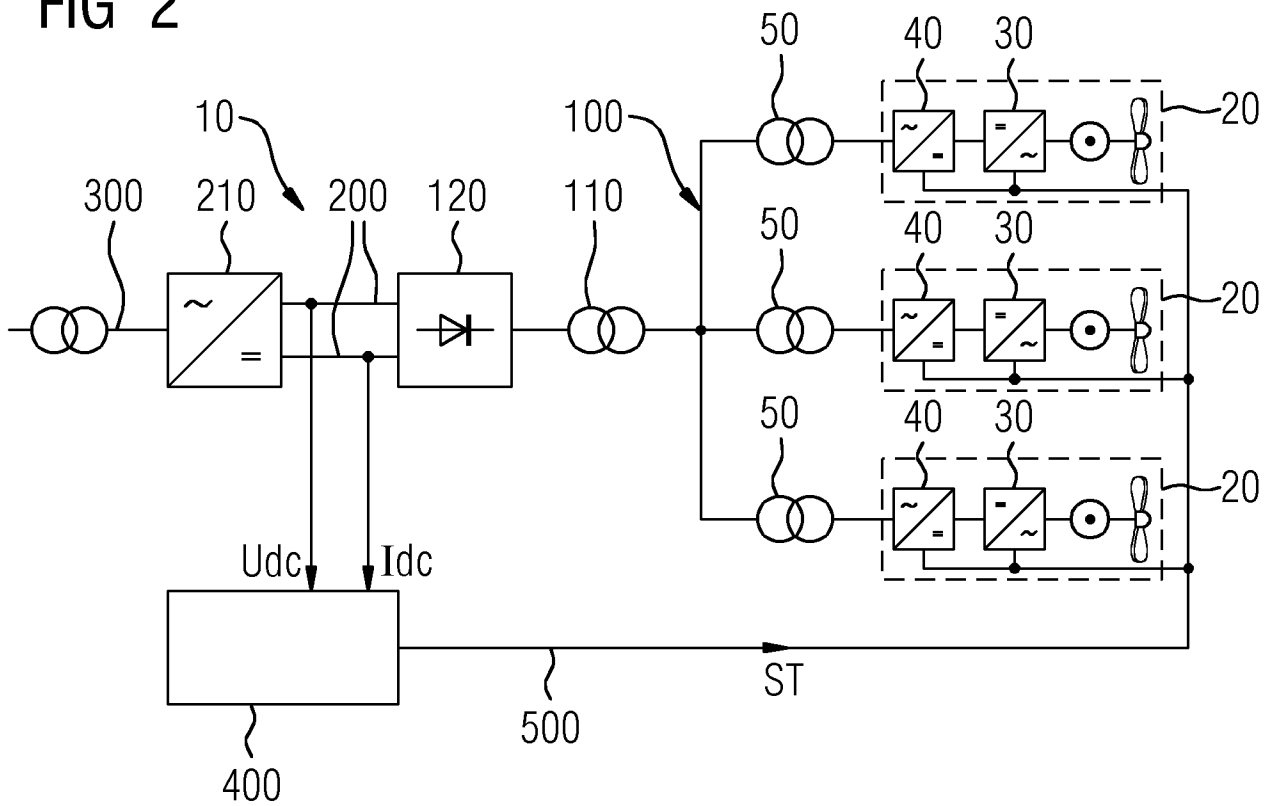


FIG 2



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2016/063176

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. H02J3/36 H02M7/757  
 ADD. F03D9/00 H02J3/38 H02M7/493

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 F03D 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 practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/182230 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; NORRGA STAFFAN [SE]; MARINOPOULOS ANTONIS [SE];) 12 December 2013 (2013-12-12) paragraphs [0001], [0016], [0017], [0020], [0025] - [0027] figures 1, 2	1,13
X	DE 10 2013 208474 A1 (WOBLEN PROPERTIES GMBH [DE]) 13 November 2014 (2014-11-13) figure 3	1,13

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search <b>30 August 2016</b>	Date of mailing of the international search report <b>09/09/2016</b>
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 <b>Bartal, P</b>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/063176

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ZHAOQIANG YUAN ET AL: "The Research on the VSC-HVDC Control System Structure", POWER AND ENERGY ENGINEERING CONFERENCE (APPEEC), 2012 ASIA-PACIFIC, IEEE, 27 March 2012 (2012-03-27), pages 1-4, XP032239792, DOI: 10.1109/APPEEC.2012.6307279 ISBN: 978-1-4577-0545-8 the whole document	1-13
A	----- EP 2 759 699 A2 (RWE INNOGY GMBH [DE]) 30 July 2014 (2014-07-30) paragraphs [0085], [0086]	1-13
A	----- WO 2015/024583 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26 February 2015 (2015-02-26) figure 4	1-13
X,P	----- EP 2 945 254 A1 (LSIS CO LTD [KR]) 18 November 2015 (2015-11-18) figure 1 -----	1,2,13

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/063176

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013182230 A1	12-12-2013	CN 104272547 A	07-01-2015
		EP 2856602 A1	08-04-2015
		US 2015115721 A1	30-04-2015
		WO 2013182230 A1	12-12-2013
-----			
DE 102013208474 A1	13-11-2014	AR 096221 A1	16-12-2015
		AU 2014264720 A1	12-11-2015
		CA 2911333 A1	13-11-2014
		CL 2015003230 A1	08-07-2016
		CN 105191047 A	23-12-2015
		DE 102013208474 A1	13-11-2014
		EP 2994971 A1	16-03-2016
		JP 2016521538 A	21-07-2016
		KR 20160005771 A	15-01-2016
		TW 201509058 A	01-03-2015
		US 2016131109 A1	12-05-2016
		WO 2014180781 A1	13-11-2014
-----			
EP 2759699 A2	30-07-2014	DE 102013001368 A1	31-07-2014
		EP 2759699 A2	30-07-2014
-----			
WO 2015024583 A1	26-02-2015	CA 2921552 A1	26-02-2015
		CN 105474526 A	06-04-2016
		EP 3011668 A1	27-04-2016
		US 2016204612 A1	14-07-2016
		WO 2015024583 A1	26-02-2015
-----			
EP 2945254 A1	18-11-2015	CN 105098809 A	25-11-2015
		EP 2945254 A1	18-11-2015
		JP 2015218730 A	07-12-2015
		KR 20150130154 A	23-11-2015
		US 2015333525 A1	19-11-2015
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H02J3/36	H02M7/757
ADD.	F03D9/00	H02J3/38 H02M7/493
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
H02J F03D 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/182230 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; NORRGA STAFFAN [SE]; MARINOPOULOS ANTONIS [SE];) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) Absätze [0001], [0016], [0017], [0020], [0025] - [0027] Abbildungen 1, 2	1,13
X	DE 10 2013 208474 A1 (WOBBEN PROPERTIES GMBH [DE]) 13. November 2014 (2014-11-13) Abbildung 3	1,13
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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. August 2016		09/09/2016
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  Bartal, P

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ZHAOQIANG YUAN ET AL: "The Research on the VSC-HVDC Control System Structure", POWER AND ENERGY ENGINEERING CONFERENCE (APPEEC), 2012 ASIA-PACIFIC, IEEE, 27. März 2012 (2012-03-27), Seiten 1-4, XP032239792, DOI: 10.1109/APPEEC.2012.6307279 ISBN: 978-1-4577-0545-8 das ganze Dokument	1-13
A	----- EP 2 759 699 A2 (RWE INNOGY GMBH [DE]) 30. Juli 2014 (2014-07-30) Absätze [0085], [0086]	1-13
A	----- WO 2015/024583 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26. Februar 2015 (2015-02-26) Abbildung 4	1-13
X,P	----- EP 2 945 254 A1 (LSIS CO LTD [KR]) 18. November 2015 (2015-11-18) Abbildung 1	1,2,13
	-----	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063176

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013182230 A1	12-12-2013	CN 104272547 A	07-01-2015
		EP 2856602 A1	08-04-2015
		US 2015115721 A1	30-04-2015
		WO 2013182230 A1	12-12-2013
-----			
DE 102013208474 A1	13-11-2014	AR 096221 A1	16-12-2015
		AU 2014264720 A1	12-11-2015
		CA 2911333 A1	13-11-2014
		CL 2015003230 A1	08-07-2016
		CN 105191047 A	23-12-2015
		DE 102013208474 A1	13-11-2014
		EP 2994971 A1	16-03-2016
		JP 2016521538 A	21-07-2016
		KR 20160005771 A	15-01-2016
		TW 201509058 A	01-03-2015
		US 2016131109 A1	12-05-2016
WO 2014180781 A1	13-11-2014		
-----			
EP 2759699 A2	30-07-2014	DE 102013001368 A1	31-07-2014
		EP 2759699 A2	30-07-2014
-----			
WO 2015024583 A1	26-02-2015	CA 2921552 A1	26-02-2015
		CN 105474526 A	06-04-2016
		EP 3011668 A1	27-04-2016
		US 2016204612 A1	14-07-2016
		WO 2015024583 A1	26-02-2015
-----			
EP 2945254 A1	18-11-2015	CN 105098809 A	25-11-2015
		EP 2945254 A1	18-11-2015
		JP 2015218730 A	07-12-2015
		KR 20150130154 A	23-11-2015
		US 2015333525 A1	19-11-2015
-----			