

(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
 15. Januar 2015 (15.01.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/003737 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02M 1/36 (2007.01) *H02J 3/18* (2006.01)
G05F 1/70 (2006.01) *H02M 7/49* (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/064390

(22) Internationales Anmeldedatum:
 8. Juli 2013 (08.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

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

(72) Erfinder: MÜLLER, Sebastian; Jaminstraße 3, 91052
 Erlangen (DE). PIESCHEL, Martin; Salzbrunner Str. 12,
 90473 Nürnberg (DE). WEIGEL, Thilo; Danteweg 18,
 90427 Nürnberg (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, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
 RW, 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, 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).

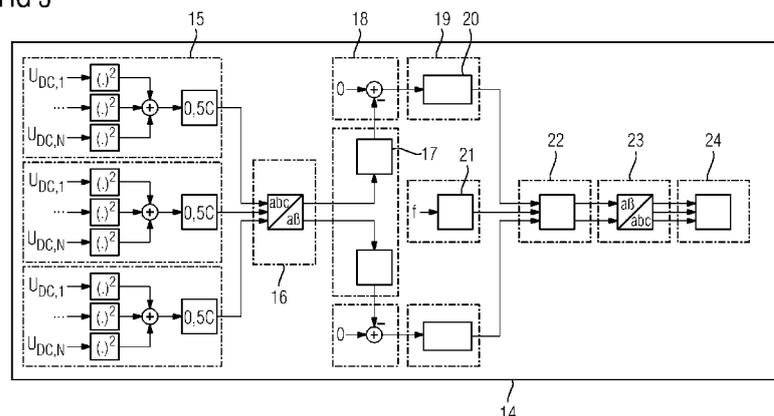
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
 3)

(54) Title: MULTISTAGE CONVERTER FOR POWER FACTOR CORRECTION AND ASSOCIATED OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung : MEHRSTUFIGER STROMRICHTER ZUR BLINDLEISTUNGSKOMPENSATION UND ZUGEHÖRIGES
 BETRIEBSVERFAHREN

FIG 3



(57) Abstract: Method for operating a multistage converter for power factor correction of a polyphase mains voltage, wherein each phase has an associated phase module having a plurality of submodules which are connected in series and each have an electrical energy store, wherein each submodule can be connected to the phase of the mains voltage or disconnected therefrom by means of an electronic switch, and also having a circuit breaker for disconnecting the converter from the mains voltage, wherein the converter has a regulation system by which the voltages of the phase modules are balanced when the circuit breaker is open.

(57) Zusammenfassung: Verfahren für den Betrieb eines mehrstufigen Stromrichters zur Blindleistungskompensation einer mehrphasigen Netzspannung, wobei jeder Phase ein Phasenmodul mit mehreren in Reihe geschalteten, jeweils einen elektrischen Energiespeicher

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/003737 A1



aufweisenden, Submodulen zugeordnet ist, wobei jedes Submodul mittels eines elektronischen Schalters mit der Phase der Netzspannung verbunden oder davon getrennt werden kann, sowie mit einem Leistungsschalter zum Trennen des Stromrichters von der Netzspannung, wobei der Stromrichter eine Regelung aufweist, durch die die Spannungen der Phasenmodule bei geöffnetem Leistungsschalter balanciert werden.

Beschreibung

Mehrstufiger Stromrichter zur Blindleistungskompensation und zugehöriges Betriebsverfahren

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für den Betrieb eines mehrstufigen Stromrichters zur Blindleistungskompensation einer mehrphasigen Netzspannung, wobei jeder Phase ein Phasenmodul mit mehreren in Reihe geschalteten, jeweils einen elektrischen Energiespeicher aufweisenden Submodulen zugeordnet ist, wobei jedes Submodul mittels eines elektronischen Schalters mit der Phase der Netzspannung verbunden oder davon getrennt werden kann, sowie mit einem Leistungsschalter zum Trennen des Stromrichters von der Netzspannung.

15

Stromrichter dieser Art dienen zur Kompensation von Blindleistung in einem Stromnetz. Auf diese Weise wird die Spannungsqualität und Stabilität im Stromversorgungsnetz verbessert, so dass schwankende Energiequellen wie Offshore-Windparks oder Photovoltaikanlagen an ein Stromnetz angeschlossen werden können.

Stromrichter dieser Art werden von der Anmelderin unter der Bezeichnung SVC PLUS angeboten. Es handelt sich dabei um modulare Multilevel-Stromrichter, die in der Lage sind, eine nahezu sinusförmige Spannung zu erzeugen. Der Stromrichter besteht aus mehreren Phasenmodulen, wobei für jede Phase ein Phasenmodul vorgesehen ist. Jedes Phasenmodul umfasst eine Vielzahl von in Reihe geschalteten Energiespeichern, die als Spannungsquelle dienen. Die vielen in Reihe geschalteten Spannungsquellen wirken wie ein Spannungsteiler, durch den die angestrebte Netzspannung mit sinusförmigem Verlauf erzeugt wird. Jede dieser Spannungsquellen kann einen als Kondensator ausgebildeten Energiespeicher und einen als IGBT (insulated gate bipolar transistor) ausgebildeten Schalter aufweisen. Eine Steuerungselektronik schaltet die Leistungstransistoren so, dass der Kondensator nach Bedarf überbrückt

oder aktiviert werden kann, so dass praktisch jede gewünschte Spannung eingestellt werden kann.

Zusätzlich weist der mehrstufige Stromrichter einen Leistungsschalter auf, mit dem eine Trennung des Stromrichters von der Netzspannung erfolgen kann, z. B. wenn ein Fehler in einem an dem Stromrichter angeschlossenen Gerät auftritt. Sobald der Stromrichter von der dreiphasigen Netzspannung getrennt ist, entladen sich die elektrischen Energiespeicher, vorzugsweise Kondensatoren, in den Submodulen der Phasenmodule ungleichmäßig. Diese ungleichmäßige Spannungsaufteilung ist auch beim Wiedereinschalten vorhanden, wodurch der Übergang in einen kontrollierten Betrieb verhindert wird. In der Praxis muss daher mehrere Minuten gewartet werden, bis die elektrischen Energiespeicher in den Submodulen nahezu vollständig entladen sind. In diesem Betriebszustand, nach einer Abschaltung durch den Leistungsschalter, kann der Stromrichter nicht seine Funktion zur Stabilisierung der Netzspannung wahrnehmen. In diesen Fällen muss daher auf andere Geräte zurückgegriffen werden, deren Einsatz jedoch Nachteile wie die Erzeugung starker Netzverzerrungen sowie eine geringe Dynamik aufweisen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für den Betrieb eines mehrstufigen Stromrichters zur Blindleistungskompensation anzugeben, das nach einem Trennen des Stromrichters von der Netzspannung ein schnelles Wiedereinschalten ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Stromrichter eine Regelung aufweist, durch die die Spannung der Phasenmodule bei geöffnetem Leistungsschalter balanciert wird.

35

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass der Stromrichter nach einer Trennung vom Netz schnell wieder eingeschaltet werden kann, wenn die in den Submodulen gespeicherte Energie

gleichmäßig oder symmetrisch verteilt ist. Zum Zeitpunkt der Trennung vom Netz existiert im Allgemeinen aufgrund des zuvor harmonisch überlagerten Verlaufs der Energien ein unsymmetrischer Zustand, der durch die unterschiedliche Verlustleistung
5 der Submodule ursächlich für einen unsymmetrischen Verlauf des Abklingvorgangs ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Balancierung der gespeicherten Energie vorgenommen, wodurch die vorhandene
10 Energie symmetrisch verteilt wird. Dazu dient erfindungsgemäß eine Regelung, die die einzelnen Submodule aktiv ansteuert.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es bevorzugt, dass die Phasenmodule in einer Dreieckschaltung geschaltet sind
15 und bei geöffnetem Leistungsschalter zum Energieausgleich gezielt durch die Regelung mit Spannungen beaufschlagt werden. Wegen der Dreieckschaltung fließt durch die Phasenmodule ein identischer Kreisstrom, dem gezielt gewählte Phasenmodulspannungen überlagert werden. Auf diese Weise wird der gewünschte
20 Energieausgleich zwischen den Phasenmodulen und den elektrischen Energiespeichern der Submodule bewirkt. In der Folge wird eine ungleichmäßige Verteilung der vorhandenen Energie vermieden, so dass sich der Stromrichter permanent in einem gleichmäßig oder symmetrisch geladenen Zustand befindet, wodurch ein erneutes Einschalten des vom Netz getrennten Strom-
25 richters jederzeit möglich ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es besonders bevorzugt, dass die Balancierung der Spannungen der Phasenmodule
30 die folgenden Schritte umfasst:

- Berechnen der in den Energiespeichern der Phasenmodule gespeicherten Energie,
- Berechnen eines Regelfehlers der einzelnen Energiespeicher,
- 35 - Zuführen der Regelfehler zu einem Regler,
- Erzeugen einer sinusförmigen Wechselspannung in einem Funktionsgenerator,

- Zuordnen der Ausgangssignale des Reglers zu der Wechselspannung, und
- Ansteuern der Submodule zum Einstellen der Spannungen.

5 Bei diesem Verfahren wird die in den Energiespeichern der Phasenmodule gespeicherte Energie vorzugsweise als skalierte Summe der einzelnen quadrierten Energiespeicherspannungen er-
10 mittelt, ein Energiespeicher ist vorzugsweise als Kondensator oder Batterie ausgebildet. Der Verfahrensschritt der Berechnung eines Regelfehlers der einzelnen Energiespeicher erfolgt zu einem Sollwert 0, durch die Regelung wird somit die Abwei-
15 chung der Energien der einzelnen Energiespeicher minimiert. Nach der Erzeugung der sinusförmigen Wechselspannung in dem Funktionsgenerator wird diese mit den Ausgangssignalen des
20 Reglers überlagert, so dass Spannungen für die einzelnen Phasen erhalten werden. Vorzugweise wird das erfindungsgemäße Verfahren in einem Stromnetz mit drei Phasen eingesetzt.

20 In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens kann es vorgesehen sein, dass die in den Energiespeichern gespeicherte Energie einer alpha-beta-Transformation unterzogen wird und dass nach dem Zuordnen der Ausgangssignale zu der sinusförmigen Wechselgröße eine Rücktransformation erfolgt, wodurch jeder Phase eine Spannung zugeordnet wird. Durch diese Transformation
25 kann eine dreiphasige Größe, in diesem Fall die Spannungen der drei Phasen, in ein zweiachsiges Koordinatensystem überführt werden.

30 Daneben betrifft die Erfindung einen mehrstufigen Stromrichter zur Blindleistungskompensation einer mehrphasigen Netzspannung, wobei jeder Phase ein Phasenmodul mit mehreren in Reihe geschalteten, jeweils einen elektrischen Energiespeicher aufweisenden Submodulen zugeordnet ist, wobei jedes Submodul mittels eines elektronischen Schalters mit der Phase
35 der Netzspannung verbunden oder davon getrennt werden kann, sowie mit einem Leistungsschalter zum Trennen des Stromrichters von der Netzspannung.

Der erfindungsgemäße Stromrichter zeichnet sich dadurch aus, dass er eine Regelung aufweist, die zum Balancieren der Spannungen der Phasenmodule bei geöffnetem Leistungsschalter ausgebildet ist.

5

Bei dem erfindungsgemäßen Stromrichter ist der elektrische Energiespeicher eines Submoduls vorzugsweise als Kondensator oder Batterie ausgebildet.

10 Weitere Ausgestaltungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Die
15 Zeichnungen sind schematische Darstellungen und zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen Stromrichters, der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

20

Fig. 2 ein Schaltbild eines Submoduls des erfindungsgemäßen Stromrichters; und

Fig. 3 den Ablauf der Regelung bei dem erfindungsgemäßen
25 Verfahren.

Fig. 1 zeigt ein dreiphasiges Stromnetz 1, an das ein mehrstufiger Stromrichter 2 angeschlossen ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Stromnetz 1 drei Phasen 3,
30 4, 5 auf. Zwischen dem Stromrichter 2 und dem Stromnetz 1 ist ein Leistungsschalter 6 geschaltet, so dass der Stromrichter 2 beim Auftreten eines Fehlers, z. B. bei einer Fehlfunktion eines an den Stromrichter 2 angeschlossenen Geräts, vom Stromnetz 1 getrennt werden kann.

35

Der Stromrichter 2 umfasst Phasenmodule 7, 8, 9, von denen jedes einer der Phasen 3, 4, 5 zugeordnet ist. Jedes Phasenmodul 7, 8, 9 umfasst mehrere in Reihe geschaltete Submodule

10, zusätzlich ist jedem Phasenmodul 7, 8, 9 eine Induktivität 11 zugeordnet.

Fig. 2 zeigt das Submodul 10, das in dem dargestellten Ausführungsbeispiel vier Leistungshalbleiter 12 (IGBT) sowie einen Kondensator 13 als elektrischen Energiespeicher aufweist. Das Submodul 10 ist als H-Brücke, die auch als Vollbrücke bezeichnet wird, geschaltet. Durch eine entsprechende Ansteuerung der einzelnen Leistungshalbleiter 12 kann dem Kondensator 13 entweder Energie entnommen oder Energie an ihn übertragen werden, so dass die Spannung des Submoduls 10 exakt eingestellt werden kann.

Da der Stromrichter 2, wie in Fig. 1 gezeigt ist, mehrere oder viele derartige in Reihe geschaltete Submodule 10 aufweist, kann eine bestimmte Spannung schnell und mit hoher Genauigkeit erzeugt werden. Durch eine entsprechende koordinierte Ansteuerung der Submodule 10 der drei Phasenmodule 7, 8, 9 können somit Störungen oder Unsymmetrien der dreiphasigen Netzspannung des Stromnetzes 1 ausgeglichen werden. Primär dient der Stromrichter 2 zur Blindleistungskompensation.

Wenn nach einer Störung der Leistungsschalter 6 geöffnet ist, wodurch der Stromrichter 2 vom Stromnetz 1 getrennt wird, würden sich die Kondensatoren 13 der einzelnen Submodule 10 der Phasenmodule 7, 8, 9 unsymmetrisch entladen, wodurch sich eine ungleichmäßige Energieverteilung einstellen würde. In diesem Zustand kann der Stromrichter 2 nicht eingeschaltet werden, stattdessen müsste man mehrere Minuten abwarten, bis die Kondensatoren 13 weitgehend entladen sind.

Die Phasenmodule 7, 8, 9 des Stromrichters 2 sind in Dreieckschaltung miteinander verbunden, daher fließt zwischen den Phasenmodulen 7, 8, 9 ein identischer Strom.

35

Der Stromrichter 2 weist eine Regelung 14 auf, durch die ein Energieausgleich zwischen den Phasenmodulen 7, 8, 9 bewirkt wird, so dass der Stromrichter nach einem Abschaltvorgang oh-

ne Verzögerung wieder mit dem Stromnetz verbunden werden kann.

Durch die Regelung 14 wird jedes Phasenmodul 7, 8, 9 so ange-
5 steuert, dass sich eine Spannung einstellt, die über die zu-
gehörige Induktivität 11 des jeweiligen Phasenmoduls 7, 8, 9
einen Strom treibt. Bei geöffnetem Leistungsschalter 6 sind
die Ströme zwischen den einzelnen Phasenmodulen 7, 8, 9 iden-
tisch, es handelt sich um einen Kreisstrom. Dieser Kreisstrom
10 ist mit der Nullkomponente der Phasenmodulspannungen steuer-
bar. Durch gezieltes Überlagern weiterer nullsystemfreier
Phasenmodulspannungen, die von der Regelung 14 vorgegeben
werden, wird ein Energieausgleich zwischen den Phasenmodulen
7, 8, 9 und den Kondensatoren 13 der Submodule 10 bewirkt.
15 Dadurch wird eine ungleichmäßige Verteilung der Spannungen
der Kondensatoren 13 vermieden, so dass der Stromrichter 2
sofort wieder eingeschaltet werden kann, um die Blindleistung
in dem Stromnetz 1 zu kompensieren.

20 Die Balancierung der mittleren Kondensatorspannungen zwischen
den Phasenmodulen 7, 8, 9 wird anhand von Fig. 3 erläutert.

Die Balancierung erfolgt durch die Regelung 14, wobei in ei-
nem ersten Schritt 15 die in den Energiespeichern der Phasen-
25 module 7, 8, 9 gespeicherte Energie berechnet wird. Die Be-
rechnung der Phasenmodulenergien erfolgt durch Berechnen der
skalierten Summe der einzelnen quadrierten
Kondensatorspannungen der Kondensatoren 13 der Submodule 10.
Die Ermittlung der Energien wird für jedes Phasenmodul 7, 8,
30 9 separat vorgenommen. Anschließend wird eine alpha-beta-
Transformation 16 vorgenommen, wodurch das drei Größen umfas-
sende System in ein zweiachsiges System überführt wird. Im
nächsten Schritt 17 werden die berechneten Energien einer
Filterung unterzogen. Anschließend wird im nächsten Schritt
35 18 der Regelfehler der einzelnen Energiekomponenten zu dem
Sollwert 0 berechnet. Im Schritt 19 wird der Regelfehler ei-
nem Regler 20 zugeführt, der daraus eine Stellgröße ermit-
telt.

Ein Frequenzgenerator 21 erzeugt eine sinusförmige Wechselspannung mit einer Frequenz f . Diese Frequenz f ist unabhängig von der Frequenz der Netzspannung in dem Stromnetz 1.

5 Durch eine Rotation 22 werden die durch die Regler 20 festgelegten Stellgrößen der von dem Frequenzgenerator 21 erzeugten Frequenz f aufgeprägt. Anschließend findet eine Rücktransformation 23 des alpha-beta-Systems in das dreiphasige Spannungssystem statt. Als Ergebnis werden dreiphasige

10 Konverterspannungen erhalten. Durch eine Steuerungseinrichtung 24 werden die einzelnen Submodule 10 der Phasenmodule 7, 8, 9 eingestellt, wodurch sich die gewünschte symmetrische Energieverteilung ergibt.

15 Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel 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

20 verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren für den Betrieb eines mehrstufigen Stromrichters zur Blindleistungskompensation einer mehrphasigen Netzspannung, wobei jeder Phase ein Phasenmodul mit mehreren in Reihe geschalteten, jeweils einen elektrischen Energiespeicher aufweisenden, Submodulen zugeordnet ist, wobei jedes Submodul mittels eines elektronischen Schalters mit der Phase der Netzspannung verbunden oder davon getrennt werden kann, sowie mit einem Leistungsschalter zum Trennen des Stromrichters von der Netzspannung, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromrichter eine Regelung aufweist, durch die die Spannungen der Phasenmodule bei geöffnetem Leistungsschalter balanciert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenmodule in einer Dreieckschaltung geschaltet sind und bei geöffnetem Leistungsschalter zum Energieausgleich gezielt durch die Regelung mit Spannungen beaufschlagt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Balancierung der Spannungen der Phasenmodule die folgenden Schritte umfasst:
- Berechnen der in den Energiespeichern der Phasenmodule gespeicherten Energie;
 - Berechnen eines Regelfehlers der einzelnen Energiespeicher;
 - Zuführen zu einem Regler;
 - Erzeugen einer sinusförmigen Wechselspannung in einem Funktionsgenerator;
 - Zuordnen der Ausgangssignale des Reglers zu der Wechselspannung; und
 - Ansteuern der Submodule zum Einstellen der Spannungen.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Energiespeichern gespeicherte Energie einer alpha-beta-Transformation unterzogen wird und nach dem Zuordnen der Ausgangssignale eine Rücktransformation erfolgt, so dass jeder Phase eine Spannung zugeordnet wird.

5. Mehrstufiger Stromrichter (2) zur Blindleistungskompensation einer mehrphasigen Netzspannung, wobei jeder Phase (3, 4, 5) ein Phasenmodul (7, 8, 9) mit mehreren in Reihe geschalteten, jeweils einen elektrischen Energiespeicher aufweisenden, Submodulen (10) zugeordnet ist, wobei jedes Submodul (10) mittels eines elektronischen Schalters mit der Phase (3, 4, 5) der Netzspannung verbunden oder davon getrennt werden kann, sowie mit einem Leistungsschalter (6) zum Trennen des Stromrichters (7) von der Netzspannung, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromrichter (2) eine Regelung (14) aufweist, die zum Balancieren der Spannungen der Phasenmodule (7, 8, 9) bei geöffnetem Leistungsschalter (6) ausgebildet ist.

15

6. Stromrichter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiespeicher eines Submoduls (10) als Kondensator (13) oder Batterie ausgebildet ist.

20 7. Stromrichter nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung (14) zum Berechnen der in den Energiespeichern gespeicherten Energie und zum Berechnen eines Regelfehlers ausgebildet ist.

25 8. Stromrichter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung (14) dazu ausgebildet ist, die in den Energiespeichern gespeicherte Energie einer alpha-beta-Transformation zu unterziehen, sowie einer Rücktransformation, um jeder Phase (3, 4, 5) eine Spannung zuzuordnen.

30

FIG 1

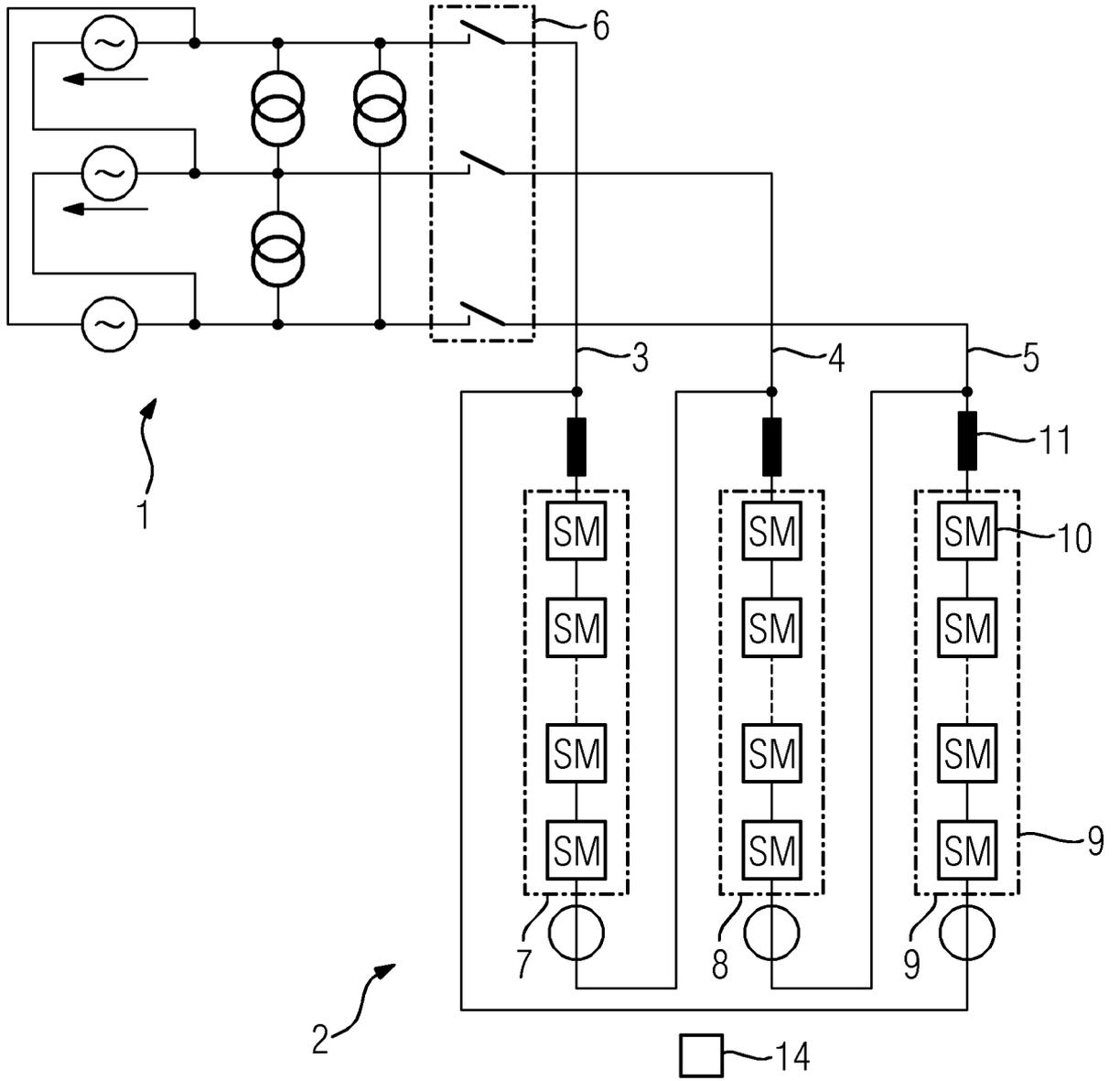


FIG 2

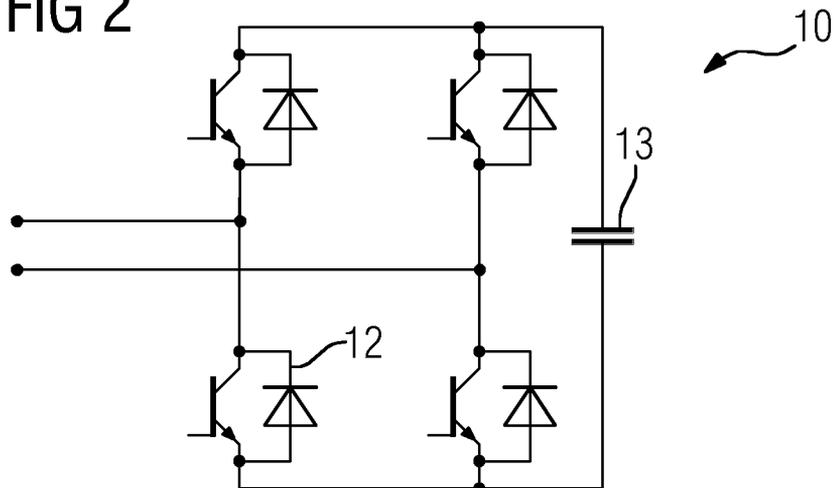
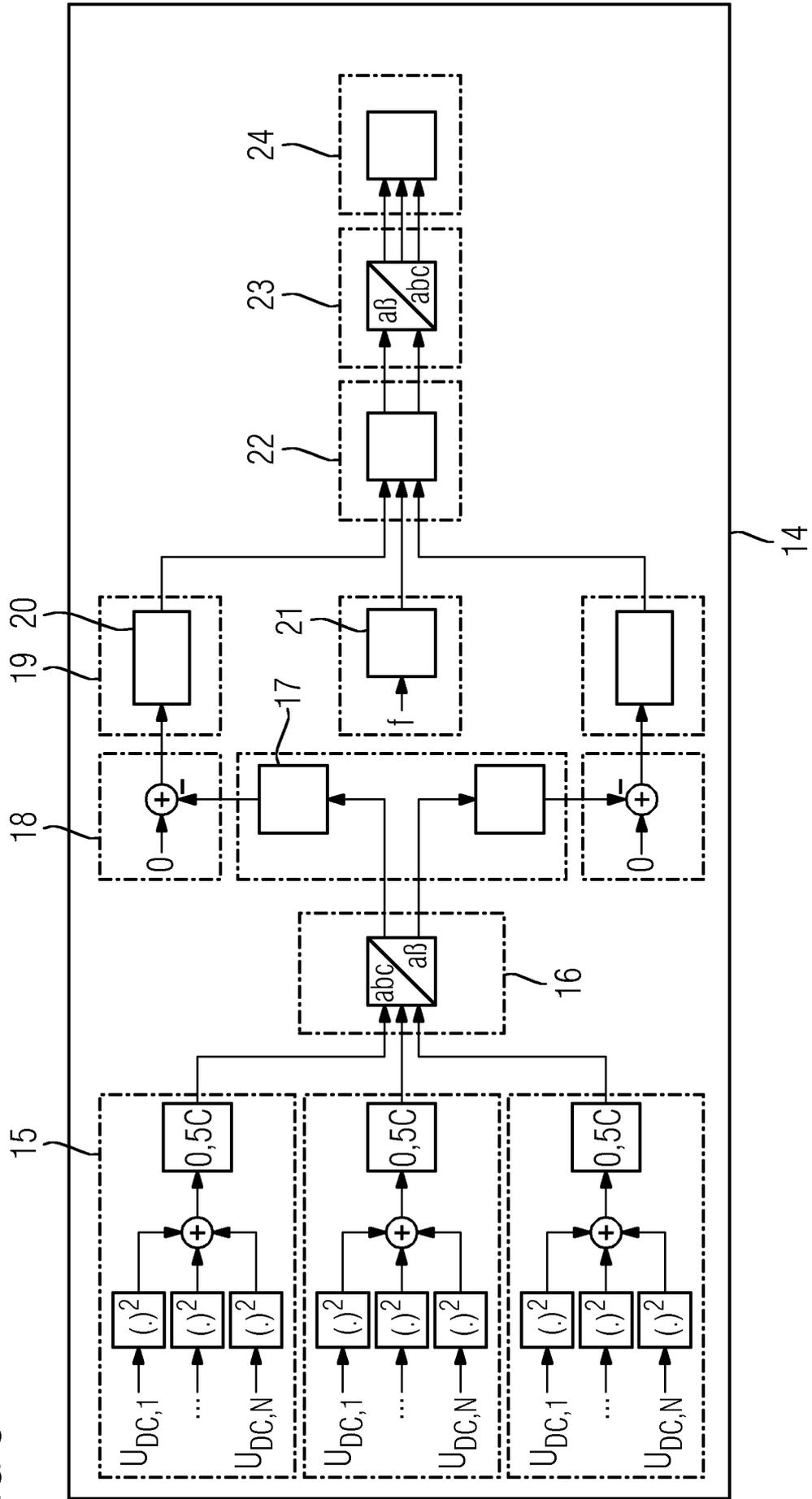


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H02M1/36 G05F1/70 H02J3/18 H02M7/49
 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)
 H02M G05F 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 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 2010/051854 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; SVENSSON JAN R [SE]) 14 May 2010 (2010-05-14) pages 1,6-8; figures 2-5 -----	1,2,5-7
X	WO 2012/167833 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; HASLER JEAN-PHILIPPE [SE]) 13 December 2012 (2012-12-13) pages 1-3 page 7, lines 18-24; figures 1,3 -----	1,5,6
A	HANSON D J ET AL: "STATCOM: a new era of reactive compensation", POWER ENGINEERING JOURNAL, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, HITCHIN, GB, vol. 16, 1 June 2002 (2002-06-01), pages 151-160, XP002514401, ISSN: 0950-3366, DOI: 10.1049/PE:20020308 the whole document -----	1-8

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 application or patent 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

7 April 2014

Date of mailing of the international search report

16/04/2014

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

Hanisch, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/064390

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2010051854	A1	14-05-2010	AU 2008363966 A1	14-05-2010
			CA 2743319 A1	14-05-2010
			CN 102210088 A	05-10-2011
			EP 2342808 A1	13-07-2011
			US 2011205768 A1	25-08-2011
			WO 2010051854 A1	14-05-2010

WO 2012167833	A1	13-12-2012	AU 2011370315 A1	28-11-2013
			CA 2838879 A1	13-12-2012
			CN 103597693 A	19-02-2014
			EP 2719066 A1	16-04-2014
			US 2014077767 A1	20-03-2014
			WO 2012167833 A1	13-12-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/064390

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02M1/36 G05F1/70 H02J3/18 H02M7/49
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02M G05F 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, 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 2010/051854 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; SVENSSON JAN R [SE]) 14. Mai 2010 (2010-05-14) Seiten 1,6-8; Abbildungen 2-5 -----	1,2,5-7
X	WO 2012/167833 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; HASLER JEAN-PHILIPPE [SE]) 13. Dezember 2012 (2012-12-13) Seiten 1-3 Seite 7, Zeilen 18-24; Abbildungen 1,3 -----	1,5,6
A	HANSON D J ET AL: "STATCOM: a new era of reactive compensation", POWER ENGINEERING JOURNAL, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, HITCHIN, GB, Bd. 16, 1. Juni 2002 (2002-06-01), Seiten 151-160, XP002514401, ISSN: 0950-3366, DOI: 10.1049/PE:20020308 das ganze Dokument -----	1-8

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

<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
--	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 7. April 2014	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 16/04/2014
---	---

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 Hanisch, Thomas
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/064390

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010051854 A1	14-05-2010	AU 2008363966 A1	14-05-2010
		CA 2743319 A1	14-05-2010
		CN 102210088 A	05-10-2011
		EP 2342808 A1	13-07-2011
		US 2011205768 A1	25-08-2011
		WO 2010051854 A1	14-05-2010

WO 2012167833 A1	13-12-2012	AU 2011370315 A1	28-11-2013
		CA 2838879 A1	13-12-2012
		CN 103597693 A	19-02-2014
		EP 2719066 A1	16-04-2014
		US 2014077767 A1	20-03-2014
		WO 2012167833 A1	13-12-2012
