

(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
3. Januar 2014 (03.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/001079 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H02M 7/797 (2006.01) *H02M 7/483* (2007.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/062003
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
11. Juni 2013 (11.06.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
102012211122.0 28. Juni 2012 (28.06.2012) DE
- (71) **Anmelder:** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) **Erfinder:** BAKRAN, Mark-Matthias; Josef-Felder-Str.
66, 91052 Erlangen (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.

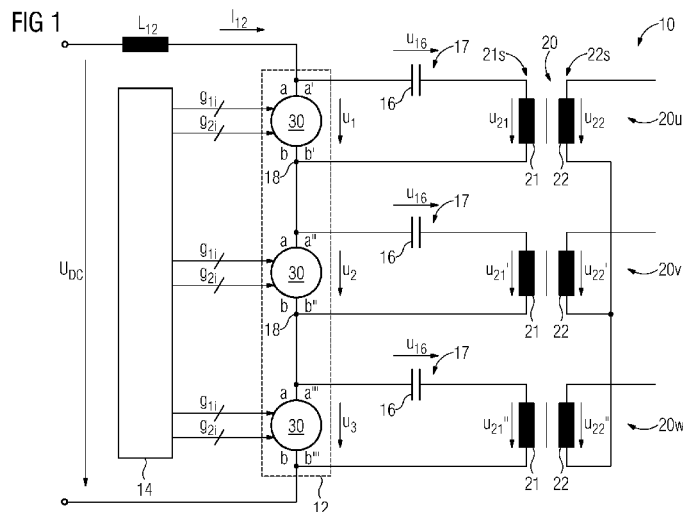
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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:** POWER CONVERTER AND OPERATING METHOD FOR CONVERTING VOLTAGES

(54) **Bezeichnung :** STROMRICHTER UND BETRIEBSVERFAHREN ZUM WANDELN VON SPANNUNGEN



(57) **Abstract:** In order to transmit electrical energy between a DC voltage system and an at least n-phase AC voltage system, a power converter (10) is provided and comprises an n-phase transformer (20) and a power converter circuit (12) with n MMC modules (30), wherein the number n is at least three. The MMC modules (30) are connected in series. The power converter (10) comprises decoupling capacitors (16) for supplying electrical energy to the transformer (20) and/or for removing electrical energy from the transformer (20). Each winding (21) of a first side (21s) of the transformer (20) forms a series circuit (17) with each of the decoupling capacitors (16), wherein each of the series circuits (17) is connected in parallel with each of the MMC modules (30). Operating methods (100, 200) for converting a DC voltage (U_{DC}) into an at least three-phase AC voltage (U_{22} , U_{22}' , U_{22}'') and for converting an at least three-phase AC voltage (U_{22} , U_{22}' , U_{22}'') into a DC voltage (U_{DC}) are also provided.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/001079 A1



Zum Übertragen von elektrischer Energie zwischen einem Gleichspannungssystem und einem mindestens n-phasigen Wechselspannungssystem wird ein Stromrichter (10) bereitgestellt, der einen n-phasigen Transformator (20) und eine Stromrichterschaltung (12) mit n MMC-Modulen (30) umfasst, wobei die Anzahl n mindestens drei beträgt. Die MMC-Module (30) sind in Reihe geschaltet. Der Stromrichter (10) umfasst Auskoppelkondensatoren (16) zum Zuführen von elektrischer Energie zu dem Transformator (20) und/oder zum Entnehmen von elektrischer Energie aus dem Transformator (20). Je eine Wicklung (21) einer ersten Seite (21s) des Transformators (20) bildet mit je einem der Auskoppelkondensatoren (16) eine Serienschaltung (17), wobei jede der Serienschaltungen (17) zu je einem der MMC-Module (30) parallelgeschaltet ist. Außerdem werden Betriebsverfahren (100,200) zum Wandeln einer Gleichspannung (U_{DC}) in eine mindestens dreiphasige Wechselspannung ($U_{22}, U_{22}', U_{22}''$) und zum Wandeln einer mindestens dreiphasigen Wechselspannung ($U_{22}, U_{22}', U_{22}''$) in eine Gleichspannung (U_{DC}) bereitgestellt.

Beschreibung

Stromrichter und Betriebsverfahren zum Wandeln von Spannungen

5 Die Erfindung betrifft einen Stromrichter, der einen n-
phasigen Transformator und eine Stromrichterschaltung mit n
MMC-Modulen umfasst, wobei die Anzahl n mindestens drei be-
trägt. Jedes MMC-Modul umfasst mindestens zwei in Reihe ge-
schaltete Submodule. Jedes Submodul umfasst eine Submodul-
10 Halbbrücke und eine Submodulkapazität, die der Submodul-
Halbbrücke parallelgeschaltet ist. Jeder Submodulzweig jeder
Submodul-Halbbrücke umfasst je einen Halbleiterschalter. Die
MMC-Module sind in Reihe geschaltet und zwischen direkt mit-
einander elektrisch verbundenen MMC-Modulen ist jeweils ein
15 elektrischer Abgriff (18) vorgesehen. Der Stromrichter kann
auch als 'modularer Mehrpunktstromrichter' oder als MMC (*mo-
dular multilevel converter*) bezeichnet werden.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Betriebsverfahren zum
20 Wandeln einer Gleichspannung in eine mindestens dreiphasige
Wechselspannung und ein Betriebsverfahren zum Wandeln einer
mindestens dreiphasigen Wechselspannung in eine Gleichspan-
nung.

25 Aus Rohner, S., "Untersuchung des Modularen Mehrpunktstrom-
richters M2C für Mittelspannungsanwendungen", Diss., TU Dres-
den, 2010, S. 14, Abb. 2.2 ist eine Stromrichterschaltung be-
kannt. Die bekannte Stromrichterschaltung ist komplex und
aufwändig in der Herstellung. Denn dafür sind mindestens
30 sechs MMC-Module zu realisieren, wobei jedes MMC-Modul eine
ausreichenden Anzahl von Submodulen umfassen muss, um eine
ausreichende Spannungsfestigkeit sicherzustellen. Außerdem
wird je MMC-Modul eine Induktivität benötigt, um MMC-interne
Wechselströme zwischen MMC-Modulen zu unterdrücken. Bei einem
35 elektrischen Versorgungsnetz auf Gleichstrombasis oder auch
bei einer Gleichstrom-Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit Spannun-
gen über einem oder mehreren 100 kV besteht öfters die Aufga-
be, an einer Zwischenstelle eine kleine Leistung auszukoppeln

(beispielsweise zu einem Zwischenverbraucher oder zu einer Betriebseinrichtung der Gleichstromverbindung). Alternativ oder zusätzlich kann auch die Aufgabe bestehen, an einer Zwischenstelle eine kleine Leistung einzukoppeln (beispielsweise von einer Energiequelle und/oder von einer Energieübernahmestelle eines anderen Versorgungsnetzes, die an dem Übertragungsweg liegt). Als 'kleine Leistung' wird hier eine Leistung bezeichnet, die deutlich kleiner ist als eine Gesamtübertragungsleistung der Gleichstromübertragung.

10

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Stromrichter auf Basis von MMC-Modulen bereitzustellen, dessen Herstellung (insbesondere für kleine Leistungen) weniger aufwändig ist als die Herstellung des bekannten Stromrichters. Außerdem ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein entsprechendes Betriebsverfahren bereitzustellen. Dies gilt insbesondere für einen Betrieb an einem Gleichstromübertragungssystem mit Spannungen über einem oder mehreren 100 kV.

20

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Stromrichter bereitgestellt wird, der einen n-phasigen Transformator und eine Stromrichterschaltung mit n MMC-Modulen umfasst, wobei die Anzahl n mindestens drei beträgt. Jedes MMC-Modul umfasst mindestens zwei in Reihe geschaltete Submodule. Jedes Submodul umfasst eine Submodul-Halbbrücke und eine Submodulkapazität, die der Submodul-Halbbrücke parallelgeschaltet ist. Jeder Submodulzweig jeder Submodul-Halbbrücke umfasst je einen Halbleiterschalter, wobei die MMC-Module in Reihe geschaltet sind und jeweils ein elektrischer Abgriff zwischen direkt miteinander elektrisch verbundenen MMC-Modulen vorgesehen ist. Der Stromrichter umfasst Auskoppelkondensatoren zum Zuführen von elektrischer Energie zu dem Transformator und/oder zum Entnehmen von elektrischer Energie aus dem Transformator. Je eine Wicklung einer ersten Seite des Transformators bildet mit je einem der Auskoppelkondensatoren eine Serienschaltung, wobei jede der Serienschaltungen zu je einem der MMC-Module parallelgeschaltet ist.

35

In Bezug auf das Betriebsverfahren zum Wandeln einer Gleichspannung in eine mindestens dreiphasige Wechselspannung wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass das Betriebsverfahren folgende Schritte umfasst:

- 5 - Anlegen der Gleichspannung an eine Reihenschaltung von MMC-Modulen, wobei jedes der MMC-Module mindestens zwei in Reihe geschaltete Submodule umfasst, wobei jedes Submodul eine Submodul-Halbbrücke und eine Submodulkapazität umfasst, die der Submodul-Halbbrücke parallelgeschaltet ist, 10 wobei jeder Submodulzweig jeder Submodul-Halbbrücke je einen Halbleiterschalter umfasst;
- phasenversetztes Ansteuern der MMC-Module zum Erzeugen und Bereitstellen mehrerer phasenversetzter Spannungen an Anschlüssen der MMC-Module; und
- 15 - Anlegen der phasenversetzten Spannungen an Wicklungen einer ersten Seite eines mehrphasigen Transformators mittels Auskoppelkondensatoren.

In Bezug auf das Betriebsverfahren zum Wandeln einer mindestens dreiphasigen Wechselspannung in eine Gleichspannung wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass das Betriebsverfahren folgende Schritte umfasst:

- Anlegen der mindestens dreiphasigen Wechselspannung an eine zweite Seite eines Transformators;
- 25 - Auskoppeln mindestens dreiphasiger Spannungen an Wicklungen einer ersten Seite des mehrphasigen Transformators mittels Auskoppelkondensatoren;
- phasenversetztes Ansteuern von in Reihe geschalteten MMC-Modulen zum Erzeugen und Bereitstellen mehrerer phasenversetzter Spannungen an Anschlüssen der MMC-Module, wobei 30 jedes der MMC-Module mindestens zwei in Reihe geschaltete Submodule umfasst, wobei jedes Submodul eine Submodul-Halbbrücke und eine Submodulkapazität umfasst, die der Submodul-Halbbrücke parallelgeschaltet ist, wobei jeder 35 Submodulzweig jeder Submodul-Halbbrücke je einen Halbleiterschalter umfasst.

Einerseits entsteht mit der erfindungsgemäßen Stromrichter-

schaltung (im Vergleich zur bekannten Stromrichterschaltung) zusätzlicher Aufwand für die Auskoppelkondensatoren. Andererseits werden (im Vergleich zur bekannten Stromrichterschaltung) nur halb so viele MMC-Module und (bei gleicher Spannungsfestigkeit je Submodul) nur ein n -tel so viele Submodule benötigt. Die erfindungsgemäße Stromrichterschaltung und der erfindungsgemäße Stromrichter kann in der Herstellung insbesondere dann kostengünstiger sein und eine Nutzung der erfindungsgemäßen Betriebsverfahren zu niedrigeren Kosten erlauben, wenn mit dem Stromrichter nur eine verhältnismäßig geringe Leistung aus einem Gleichspannungssystem auszukoppeln ist oder in ein Gleichspannungssystem einzukoppeln ist, aber aus produkttechnischen Gründen für die MMC-Module eine höhere Mindestleistungsfähigkeit vorgegeben ist. Die hier und im Folgenden beschriebenen Betriebsverfahren sind (ohne Beschränkung der Allgemeinheit) mit der erfindungsgemäßen Stromrichterschaltung und mit einem beliebigen erfindungsgemäßen Stromrichter anwendbar.

Bei symmetrischem Betrieb der MMC-Module wird jedes MMC-Modul so gesteuert, dass ein arithmetischer Mittelwert (d.h. Gleichspannungsanteil) eines Spannungsabfalls an dem MMC-Modul einem n -tel der Gleichspannung zwischen den Gleichspannungsleitungen beträgt. Außerdem beträgt bei symmetrischem Betrieb der MMC-Module die Summe der Wechselspannungsanteile der von den MMC-Modulen bereitgestellten Teilspannungen zu jedem Zeitpunkt null Volt. Daraus folgt, dass bei symmetrischem Betrieb der erfindungsgemäßen Stromrichterschaltung durch die MMC-Module auf den Gleichspannungsleitungen keine Wechselströme verursacht werden. Da keine Parallelschaltung von MMC-Zweigen existiert, kann auf die bei bekannten Stromrichterschaltungen üblichen Induktivitäten zur Wechselstromabblockung (der Kreisströme) zwischen MMC-Modulen verzichtet werden. Zweckmäßig ist, wenn eine doppelte Amplitude der von den einzelnen MMC-Modulen bereitgestellten Wechselspannungsanteile nicht größer ist als ein n -tel der Gleichspannung zwischen den Gleichspannungsleitungen.

Es kann vorteilhaft sein, wenn zu zwei Serienschaltungen, die mit einem selben Abgriff elektrisch verbunden sind, nur eine gemeinsame elektrische Verbindung zu dem Abgriff vorgesehen ist. Hierdurch können sich Ströme schaltungstechnisch benach-
5 barter Serienschaltungen auf ihrer gemeinsamen Zuleitung zeitweise zumindest teilweise kompensieren. Hierdurch werden Streufelder und ohmsche Verluste verringert. Für die gemeinsamen Zuleitungen kann ein kleinerer Gesamtquerschnitt gewählt werden.

10

Bevorzugt ist, wenn der Stromrichter eine MMC-Steuerung zur Steuerung der Halbleiterschalter umfasst, um mittels der Stromrichterschaltung für die Serienschaltungen mehrere zueinander phasenversetzte Spannungen bereitzustellen. Hierdurch
15 kann eine Kompatibilität der Steuerung zu den MMC-Modulen und ein Anschluss der MMC-Module an die Steuerung herstellerseitig ausgetestet werden und eine Gefahr von Funktionsmängeln verringert werden.

20

Auch kann von Vorteil sein, wenn ein Quotient aus einem Effektivwert eines Spannungsabfalls an einer der Serienschaltungen und eines Effektivwerts eines Spannungsabfalls an dem Auskoppelkondensator der Serienschaltung größer als 6 oder
10, ganz besonders bevorzugt größer als 20, ist. Hierdurch
25 wird eine Auswirkung der Kapazität auf das Steuerverhalten minimiert.

30

In Bezug auf die Betriebsverfahren ist es bevorzugt, wenn eine Summe der Spannungsabfälle an den MMC-Modulen konstant ist. Hierdurch werden Wechselspannungsanteile und eine Entstehung eines Wechselanteils eines elektrischen Felds zwischen Anschlussleitungen der Gleichspannungsseite vermieden.

35

In Bezug auf die Betriebsverfahren ist es bevorzugt, wenn ein Strom durch die Reihenschaltung der MMC-Module konstant ist. Hierdurch werden Wechselstromanteile und eine Entstehung eines Wechselanteils eines Magnetfelds an den Anschlussleitungen der Gleichspannungsseite vermieden oder zumindest verrin-

gert.

In Bezug auf die Betriebsverfahren kann auch zweckmäßig sein, wenn eine Summe der Spannungsabfälle an den MMC-Modulen last-
5 unabhängig ist. Hierdurch kann eine Wechsel- beziehungsweise Gleichspannungsquelle bereitgestellt werden, die einen niedrigen Innenwiderstand aus Sicht des jeweils angeschlossenen Verbrauchers aufweist.

10 Die Erfindung ist anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

FIG 1 schematisch eine erste erfindungsgemäße Ausführungs-
form eines Stromrichters, der eine Stromrichterschaltung und einen Drehstromtransformator umfasst;
15

FIG 2 schematisch eine mögliche Grundschaltung eines MMC-Moduls;

20 FIG 3 schematisch eine mögliche Grundschaltung eines MMC-Submoduls;

FIG 4 schematisch (für die erste und die zweite erfindungsgemäße Ausführungsform) Spannungsverläufe der MMC-
25 Module und der Summenspannung während eines Betriebs des Stromrichters,

FIG 5 schematisch eine zweite erfindungsgemäße Ausführungs-
form eines Stromrichters, der eine Stromrichterschaltung und einen Drehstromtransformator umfasst;
30

FIG 6 schematisch ein Ablaufdiagramm für eine Ausführungs-
form eines erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens zum Wandeln einer Gleichspannung in eine mindestens drei-
35 phasige Wechselspannung;

FIG 7 schematisch ein Ablaufdiagramm für eine Ausführungs-
form eines erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens zum

Wandeln einer mindestens dreiphasigen Wechselspannung in eine Gleichspannung.

Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele
5 stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

Stromrichter auf der Basis von MMC-Modulen (MMC = *modular multilevel converter*) eignen sich zum Umwandeln einer Gleichspannung U_{DC} in eine mehrphasige Wechselspannung U_{22} , U_{22}' , U_{22}'' und zum Umwandeln einer mehrphasigen Wechselspannung U_{22} , U_{22}' , U_{22}'' in eine Gleichspannung U_{DC} . Die FIG 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines Stromrichters 10. Der Stromrichter 10 umfasst eine Stromrichterschaltung 12, eine MMC-
10 Steuerung 14, Auskoppelkondensatoren 16, sowie drei Einzeltransformatoren 20u, 20v, 20w oder einen Drehstromtransformator 20. Bei einem Stromrichter 10 mit einem Vielfachen von drei Phasen (beispielsweise einem zwölfphasigen System) kann ein entsprechendes Vielfaches von Drehstromtransformatoren
15 verwendet werden. Die Stromrichterschaltung 12 umfasst drei in Reihe geschaltete MMC-Module 30.

Stromrichter 10 können gleichspannungsseitig Rücken-an-Rücken-gestellt konfiguriert und betrieben werden, um sie
25 beispielsweise als Spannungsumrichter und/oder für eine oder mehrere der folgenden Funktionen zu verwenden: Frequenzumrichter, Phasenzahländerer, Blindleistungskompensator, Innenwiderstandsänderer, Lastschalter, Potentialtrennung.

Stromrichter 10 können wechselfspannungsseitig Rücken-an-Rücken-gestellt konfiguriert und betrieben werden, um sie
30 beispielsweise als Gleichspannungswandler (DC-DC-Wandler) und/oder für eine oder mehrere der folgenden Funktionen zu verwenden: Innenwiderstandsänderer, Lastschalter, Potential-
35 trennung.

Jedes MMC-Modul 30 (jeweils mit den Anschlüssen a und b) umfasst eine Reihenschaltung aus m MMC-Submodulen 40 (jeweils

mit den Anschlüssen c und d), deren Grundsaltung in der Beschreibung zu FIG 3 erläutert ist. Die Anzahl m der MMC-Submodule 40 beträgt mindestens 2 und ist in der Regel um ein Mehrfaches größer als 2.

5

Die MMC-Steuerung 14 erzeugt Steuersignale g_{1i} , g_{2i} zur Ansteuerung der (in den MMC-Modulen 30 enthaltenen) MMC-Submodule 40. In der Zeichnung soll der Index i zu den Steuersignalen g_{1i} , g_{2i} daran erinnern, dass die Steuerung 14 dazu vorgesehen ist, für jedes MMC-Submodul 40 ein eigenes Paar von Steuersignalen g_{1i} , g_{2i} zu erzeugen, also insgesamt m Paare von Steuersignalen g_{1i} , g_{2i} . Die Steuerung 14 beeinflusst mittels der Steuersignale g_{1i} , g_{2i} ein Verhältnis der Teilspannungen u_1 , u_2 , u_3 an den in Reihe geschalteten MMC-Modulen 30.

10
15

Jedem MMC-Modul 30 ist eine eigene Serienschaltung 17 parallelgeschaltet, die jeweils einen der Auskoppelkondensatoren 16 und jeweils eine der Primärwicklungen 21 der Transformatoren 20u, 20v, 20w umfasst.

20

Die in den FIG 1 und 5 gezeigten Ausführungsformen sowie deren Varianten lassen sich auch in umgekehrter Leistungsübertragungsrichtung, also zum Gleichrichten und/oder zum Einspeisen einer elektrischen Leistung in ein Gleichspannungssystem nutzen. Aus Übersichtlichkeitsgründen wird in der folgenden Figurenbeschreibung die Bezeichnung 'Primärwicklung' auch für den Fall verwendet, dass der Stromrichter 10 zum Gleichrichten (d.h. zum Erzeugen von Gleichstrom aus Drehstrom) statt zum Wechselrichten (d.h. zum Erzeugen von Drehstrom aus Gleichstrom) verwendet wird. Entsprechendes gilt für die Bezeichnung 'Sekundärwicklung'.

25
30

In dem Ausführungsbeispiel der FIG 1 werden die Sekundärwicklungen 22 der Transformatoren 20u, 20v, 20w beziehungsweise des Drehstromtransformators 20 in Sternschaltung betrieben. Alternativ können die Sekundärwicklungen 22 in Dreiecksschaltung betrieben werden.

35

Das in FIG 2 gezeigte MMC-Modul 30 umfasst eine Reihenschaltung aus m MMC-Submodulen 30, deren Aufbau und Funktionsweise im Folgenden anhand von FIG 3 näher erläutert ist. Die Anzahl
5 m beträgt mindestens 2 und ist in der Regel um ein Mehrfaches größer als 2. Jedes MMC-Submodul 30 hat ein Paar von Steueranschlüssen g_{1i} , g_{2i} , mit denen dessen Schaltzustand von einer MMC-Steuerung 14 beeinflussbar ist. Um Wechselstromanteile oberhalb der Netzfrequenz zu dämpfen, kann in jedem MMC-Modul
10 30 eine Induktivität L_{30} und/oder zu der Stromrichterschaltung 12 eine Induktivität L_{12} (siehe FIG 1) in Reihe geschaltet sein.

Das in FIG 3 gezeigte MMC-Submodul 40 umfasst eine Reihenschaltung 43 von zwei IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*). Hierbei ist ein Emitteranschluss 41e eines ersten IGBT 41 mit einem Kollektoranschluss 42c eines zweiten IGBT 42 elektrisch verbunden. Die Reihenschaltung 43 der zwei IGBT 41, 42 wird von einer Submodulkapazität 44 überbrückt. Hierzu
15 ist ein erster Anschluss e1 der Submodulkapazität 44 mit dem Kollektor 41c des ersten IGBT 41 elektrisch verbunden und ein zweiter Anschluss e2 der Submodulkapazität 44 mit dem Emitter 42e des zweiten IGBT 42 elektrisch verbunden. Zwischen Emitter 41e und Kollektor 41c des ersten IGBT 41 ist eine Freilaufdiode 41d angeordnet. Zwischen Emitter 42e und Kollektor 42c des zweiten IGBT 42 ist ebenfalls eine Freilaufdiode 42d
20 angeordnet.

Wenn der zweite IGBT 42 nichtleitend geschaltet ist und an den Anschlüssen c , d des MMC-Submoduls 40 eine größere Spannung U_{cd} als an der Submodulkapazität 44 anliegt, wird die Submodulkapazität 44 über die erste Freilaufdiode 41d aufgeladen. Wenn der erste IGBT 41 leitend geschaltet ist, während der zweite IGBT 42 nichtleitend geschaltet ist, und an den
30 Anschlüssen c , d des MMC-Submoduls 40 eine kleinere Spannung U_{cd} als an der Submodulkapazität 44 anliegt, kann sich die Submodulkapazität 44 über den ersten IGBT 41 entladen, also eine elektrische Energie an die Anschlüsse c , d des MMC-

Submoduls 40 abgeben. Wenn der erste IGBT 41 nichtleitend geschaltet ist, während der zweite IGBT 42 leitend geschaltet ist, sind die Anschlüsse c, d des MMC-Submoduls 40 kurzgeschlossen und die Submodulkapazität 44 bewahrt ihren Ladungszustand. Mittels bekannter Ansteuerung mehrerer MMC-Submodule 40, die in Reihe geschaltet sind, kann für jedes MMC-Modul 30 nahezu jeder Spannungsverlauf eingestellt werden. Es lässt sich also ein Betriebsverhalten der MMC-Module identisch zu einer steuerbaren Spannungsquelle erreichen, welche im Mittelwert jedoch weder Leistung ab- noch aufnehmen kann.

Die FIG 4 zeigt für die Ausführungsbeispiele der FIG 1 und 5 und für jede der drei Teilspannungen u_1 , u_2 , u_3 mögliche Spannungsverläufe über der Zeit t . Jede Phase hat einen Gleichanteil von 1 und einen Wechselanteil mit einer Amplitude von 1. Bei den Teilspannungen u_1 , u_2 , u_3 und dem Gleichanteil handelt es sich um bezogene Größen, die auf einen Skalierungsfaktor von beispielsweise 1 MV bezogen sind. In dem gezeigten Beispiel beträgt die Periode ungefähr 6 ms und die Frequenz f ungefähr 167 Hz. Je höher die Frequenz f ist, desto raumsparender können die Transformatoren ausgeführt werden. Bei einem direkten Anschluss an ein Drehstromnetz ist der Stromrichter mit der Frequenz dieses Netzes zu betreiben.

Im Maximum $u_1(t_{\max 1})$ einer ersten Phase $u_1(t)$ beträgt der Wechselanteil also 1, während der Wechselanteil der um plus minus 120° verschobenen anderen beiden Phasen u_2 , u_3 zu diesem Zeitpunkt $-0,5$ beträgt. Daraus folgt zu diesem Zeitpunkt $t_{\max 1}$ eine Summe $\Sigma u_i(t_{\max 1})$ der Teilspannungen $u_1(t_{\max 1}) + u_2(t_{\max 1}) + u_3(t_{\max 1})$ inklusive Gleichspannungsanteilen von $\Sigma u_i(t_{\max 1}) = 1 + 1 + 1 - 0,5 + 1 - 0,5 = 3$ beträgt.

Wie im Folgenden bewiesen wird, gilt dies auch für jeden anderen Zeitpunkt t . Für ein dreiphasiges Drehstromsystem und $\omega t = 2\pi f$ gilt:

$$\begin{aligned} \Sigma u_i(t) &= 3 + u_1(t) + u_2(t) + u_3(t) \\ &= 3 + \cos(\omega t) + \cos(\omega t - 2\pi/3) + \cos(\omega t + 2\pi/3). \end{aligned}$$

Mit $\cos(\omega t + 2\pi/3) = \cos \omega t \cos 2\pi/3 - \sin \omega t \sin 2\pi/3$
 und $\cos(\omega t - 2\pi/3) = \cos \omega t \cos 2\pi/3 + \sin \omega t \sin 2\pi/3$
 folgt:

$$\cos(\omega t - 2\pi/3) + \cos(\omega t + 2\pi/3) = 2 \cos \omega t \cos 2\pi/3.$$

5

Mit $\cos 2\pi/3 = -1/2$ folgt daraus

$$\cos(\omega t - 2\pi/3) + \cos(\omega t + 2\pi/3) = -2/2 \cos \omega t = -\cos \omega t.$$

Damit beträgt

$$\begin{aligned} 10 \quad \Sigma u_i(t) &= 3 + u_1(t) + u_2(t) + u_3(t) = \\ &3 + \cos(\omega t) + \cos(\omega t - 2\pi/3) + \cos(\omega t + 2\pi/3) = 3. \end{aligned}$$

Bei einem um 120° versetzten Verlauf der sinusförmigen Wechselanteile der drei Teilspannungen $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$ heben
 15 sich also die Wechselanteile genau auf. Dies gilt generell für Systeme mit n Phasen, deren Phasenunterschiede zwischen benachbarten Phasen $2\pi/n$ beträgt. Im Wechselrichterbetrieb kann eine Gleichspannung U_{DC} restfrei in n sinusförmige Teilspannungen mit äquidistantem Phasenunterschied $2\pi/n$ aufgeteilt werden.
 20

Entsprechendes gilt auch bei umgekehrter Leistungsübertragungsrichtung, also im Gleichrichterbetrieb. Bei einer n -phasigen Speisung aus einem Mehrphasentransformator 20 mit
 25 sinusförmigen Teilspannungen U_{21} , die einen äquidistanten Phasenunterschied $2\pi/n$ aufweisen, liegt an der Reihenschaltung 43 der MMC-Module 30 zu jedem Zeitpunkt eine Gesamtspannung $\Sigma u_i(t) = n U_{21}$, die sich aus einer Summe der Gleichanteile der n Teilspannungen zusammensetzt.
 30

Wenn eine Kapazität des Auskoppelkondensators 16 groß genug gewählt wird, kann erreicht werden, dass bei Nennlast des Transformators 20 ein Quotient aus einem Effektivwert eines Spannungsabfalls U_{21} an einer der Serienschaltungen 17 und
 35 eines Effektivwerts eines Spannungsabfalls U_{16} an dem Auskoppelkondensator 16 der Serienschaltung 17 größer als 6 oder 10, ganz besonders bevorzugt größer als 20, ist.

Alternativ oder zusätzlich kann der Spannungsabfall U_{16} für den Wechselrichterbetrieb in seiner Auswirkung auf eine Höhe der Ausgangsspannung U_{22} mittels einer Verringerung der Windungszahl der Primärwicklung 21 und/oder einer Erhöhung der Windungszahl der Sekundärwicklung 22 ausgeglichen werden. Um ein Ansteigen der Ausgangsspannung U_{22} infolge eines geringeren Spannungsabfalls U_{16} bei Teillast- und/oder Leerlaufbetrieb zu vermeiden, kann bei Teillast- beziehungsweise Leerlaufbetrieb die Amplitude der Wechselanteile der Teilspannungen $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$ mittels der Steuerung 14 so angepasst werden, dass die (durch den Stromrichter erzeugte) Ausgangsspannung U_{22} weitgehend lastunabhängig ist. Mittels jeder der beiden vorgenannten Maßnahmen können für den Wechselrichterbetrieb Kosten und Bauraumbedarf für den Auskoppelkondensator 16 verringert werden.

Für einen Gleichrichterbetrieb kann der Spannungsabfall U_{16} in seiner Auswirkung auf eine Höhe der Ausgangsspannung U_{DC} alternativ oder zusätzlich mittels einer Erhöhung der Windungszahl der Primärwicklung 21 und/oder einer Verringerung der Windungszahl der Sekundärwicklung 22 ausgeglichen werden. Um ein Ansteigen der (durch die Stromrichterschaltung 12 erzeugten) Ausgangsspannung U_{DC} infolge eines geringeren Spannungsabfalls U_{16} bei Teillast- und/oder Leerlaufbetrieb zu vermeiden, kann bei Teillast- beziehungsweise Leerlaufbetrieb die Amplitude der Wechselanteile der Teilspannungen $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$ mittels der Steuerung 14 so angepasst werden, dass die (durch die Stromrichterschaltung 12) erzeugte Ausgangsspannung U_{DC} weitgehend lastunabhängig ist. Durch jede der beiden vorgenannten Maßnahmen können für den Gleichrichterbetrieb Kosten und Bauraumbedarf für den Auskoppelkondensator 16 verringert werden.

Die FIG 5 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stromrichter 10. Ein Unterschied zur ersten Ausführungsform besteht darin, dass jeweils zwei Zuleitungen a'' , b'' (bzw. a''' , b''') zu schaltungstechnisch benachbarten Serienschaltungen 17 zu einer gemeinsamen Zuleitung zusammenge-

fasst sind. Hierdurch können sich Ströme durch schaltungs-
technisch benachbarte Serienschaltungen 17 auf ihrer gemein-
samen Zuleitung zeitweise zumindest teilweise kompensieren.
Hierdurch werden Streufelder und ohmsche Verluste verringert.
5 Für die gemeinsamen Zuleitungen kann ein kleinerer Gesamt-
querschnitt gewählt werden.

Außerdem wird im zweiten Ausführungsbeispiel die Sekundärsei-
te 22s des Transformators 20 in Dreieckschaltung betrieben.
10 Das zweite Ausführungsbeispiel ist in der Weise abwandelbar,
dass die Sekundärseite 22s des Transformators 20 in Stern-
schaltung betrieben wird.

Die FIG 6 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Be-
triebsverfahrens 100 zum Wandeln einer Gleichspannung U_{DC} in
15 eine mindestens dreiphasige Wechselspannung U_{22} , U_{22}' , U_{22}'' .
Hierbei wird in einem ersten Schritt 110 eine Gleichspannung
 U_{DC} an eine Reihenschaltung 12 von MMC-Modulen 30 angelegt.
In einem zweiten Schritt 120 werden MMC-Module 30 zum Erzeu-
gen und Bereitstellen mehrerer phasenversetzter Spannungen
20 $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$ an Anschlüssen a, b der MMC-Module 30 pha-
senversetzt angesteuert. In einem dritten Schritt 130 werden
phasenversetzte Spannungen U_{21} an Wicklungen 21 einer ersten
Seite 21s eines mehrphasigen Transformators 20 mittels Aus-
koppelkondensatoren 16 angelegt.
25

Die FIG 7 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Be-
triebsverfahrens 200 zum Wandeln einer mindestens dreiphasi-
gen Wechselspannung U_{22} , U_{22}' , U_{22}'' in eine Gleichspannung
30 U_{DC} . Hierbei wird in einem ersten Schritt 210 eine mindestens
dreiphasige Wechselspannung U_{22} , U_{22}' , U_{22}'' an eine zweite
Seite 22s eines Transformators 20 angelegt. In einem zweiten
Schritt 220 werden mindestens dreiphasige Spannungen U_{21} ,
 U_{21}' , U_{21}'' an Wicklungen 21 einer ersten Seite 21s des mehr-
phasigen Transformators 20 mittels Auskoppelkondensatoren 16
35 ausgekoppelt. In einem dritten Schritt 230 werden in Reihe
geschaltete MMC-Module 30 zum Erzeugen und Bereitstellen meh-
rerer phasenversetzter Spannungen $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$ an An-

schlüssen a, b der MMC-Module 30 phasenversetzt angesteuert.

Sowohl in dem Betriebsverfahren der FIG 6 wie auch in dem Betriebsverfahren der FIG 7 umfasst jedes der Submodule 40 eine Submodul-Halbbrücke 43 und eine Submodulkapazität 44, die der Submodul-Halbbrücke 43 parallelgeschaltet ist, wobei jeder Submodulzweig 41z, 42z jeder Submodul-Halbbrücke 43 einen Halbleiterschalter 41, 42 aufweist.

Patentansprüche

1. Stromrichter (10), wobei der Stromrichter (10) einen n-phasigen Transformator (20) und eine Stromrichterschaltung
5 (12) mit n MMC-Modulen (30) umfasst und die Anzahl n mindestens drei beträgt, wobei jedes MMC-Modul (30) mindestens zwei in Reihe geschaltete Submodule (40) umfasst, wobei jedes Submodul (40) eine Submodul-Halbbrücke (43) und eine Submodulkapazität (44) umfasst, die der Submodul-Halbbrücke (43)
10 parallelgeschaltet ist, wobei jeder Submodulzweig (41z, 42z) jeder Submodul-Halbbrücke (43) je einen Halbleiterschalter (41, 42) umfasst, wobei die MMC-Module (30) in Reihe geschaltet sind und jeweils ein elektrischer Abgriff (18) zwischen direkt miteinander elektrisch verbundenen MMC-Modulen (30)
15 vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Stromrichter (10) Auskoppelkondensatoren (16) zum Zuführen von elektrischer Energie zu dem Transformator (20)
und/oder zum Entnehmen von elektrischer Energie aus dem
20 Transformator (20) umfasst, wobei je eine Wicklung (21) einer ersten Seite (21s) des Transformators (20) mit je einem der Auskoppelkondensatoren (16) eine Serienschaltung (17) bildet, wobei jede der Serienschaltungen (17) zu je einem der MMC-Module (30) parallelgeschaltet ist.
25
2. Stromrichter (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu zwei Serienschaltungen (17), die mit einem selben Abgriff (18) elektrisch verbunden sind, nur eine gemeinsame elektrische Verbindung zu dem Abgriff (18) vorgesehen
30 ist.
3. Stromrichter (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromrichter (10) eine MMC-Steuerung (14) zur Steuerung der Halbleiterschalter (21, 22) umfasst, um
35 mittels der Stromrichterschaltung (30) für die Serienschaltungen (17) mehrere zueinander phasenversetzte Spannungen (u_1 , u_2 , u_3) bereitzustellen.

4. Betriebsverfahren (100) zum Wandeln einer Gleichspannung (U_{DC}) in eine mindestens dreiphasige Wechselspannung (U_{22} , U_{22}' , U_{22}''),

dadurch gekennzeichnet, dass

5 das Betriebsverfahren (100) folgende Schritte (110, 120, 130) umfasst:

- 10 - Anlegen (110) der Gleichspannung (U_{DC}) an eine Reihenschaltung von MMC-Modulen (30), wobei jedes der MMC-Module (30) mindestens zwei in Reihe geschaltete Submodule (40) umfasst, wobei jedes Submodul (40) eine Submodul-Halbbrücke (43) und eine Submodulkapazität (44) umfasst, die der Submodul-Halbbrücke (43) parallelgeschaltet ist, wobei jeder Submodulzweig (41z, 42z) jeder Submodul-Halbbrücke (43) je einen Halbleiterschalter (41, 42) umfasst;
- 15 - phasenversetztes Ansteuern (120) der MMC-Module (30) zum Erzeugen und Bereitstellen mehrerer phasenversetzter Spannungen (u_1 , u_2 , u_3) an Anschlüssen (a, b) der MMC-Module (30); und
- 20 - Anlegen (130) der phasenversetzten Spannungen (u_1 , u_2 , u_3) an Wicklungen (21) einer ersten Seite (21s) eines mehrphasigen Transformators (20) mittels Auskoppelkondensatoren (16).

5. Betriebsverfahren (200) zum Wandeln einer mindestens

25 dreiphasigen Wechselspannung (U_{22} , U_{22}' , U_{22}'') in eine Gleichspannung (U_{DC}),

dadurch gekennzeichnet, dass

das Betriebsverfahren (200) folgende Schritte (210, 220, 230) umfasst:

- 30 - Anlegen (210) der mindestens dreiphasigen Wechselspannung (U_{21} , U_{22}' , U_{22}'') an eine zweite Seite (22s) eines Transformators (20);
- Auskoppeln (220) mindestens dreiphasiger Spannungen (u_1 , u_2 , u_3) an Wicklungen (21) einer ersten Seite (21s) des
- 35 mehrphasigen Transformators (20) mittels Auskoppelkondensatoren (16);
- phasenversetztes Ansteuern (230) von in Reihe geschalteten MMC-Modulen (30) zum Erzeugen und Bereitstellen mehrerer

phasenversetzter Spannungen (u_1, u_2, u_3) an Anschlüssen (a, b) der MMC-Module (10), wobei jedes der MMC-Module (30) mindestens zwei in Reihe geschaltete Submodule (40) umfasst, wobei jedes Submodul (40) eine Submodul-Halbbrücke (43) und eine Submodulkapazität (44) umfasst, die der Submodul-Halbbrücke (43) parallelgeschaltet ist, wobei jeder Submodulzweig (41z, 42z) jeder Submodul-Halbbrücke (43) je einen Halbleiterschalter (21, 22) umfasst.

5
10 6. Betriebsverfahren (100, 200) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Quotient aus einem Effektivwert eines Spannungsabfalls (U_{21}) an einer der Serienschaltungen (17) und eines Effektivwerts eines Spannungsabfalls (U_{16}) an dem Auskoppelkondensator (16) der Serienschaltung
15 (17) größer als 6 oder 10, ganz besonders bevorzugt größer als 20, ist.

7. Betriebsverfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Summe (Σu_i) der
20 Spannungsabfälle (U_{ab}) an den MMC-Modulen (30) konstant ist.

8. Betriebsverfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Strom (I_{12}) durch die Reihenschaltung (12) der MMC-Module (30) konstant ist.

25
9. Betriebsverfahren (100, 200) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Summe (Σu_i) der Spannungsabfälle (U_{ab}) an den MMC-Modulen (30) lastunabhängig ist.

30

FIG 2

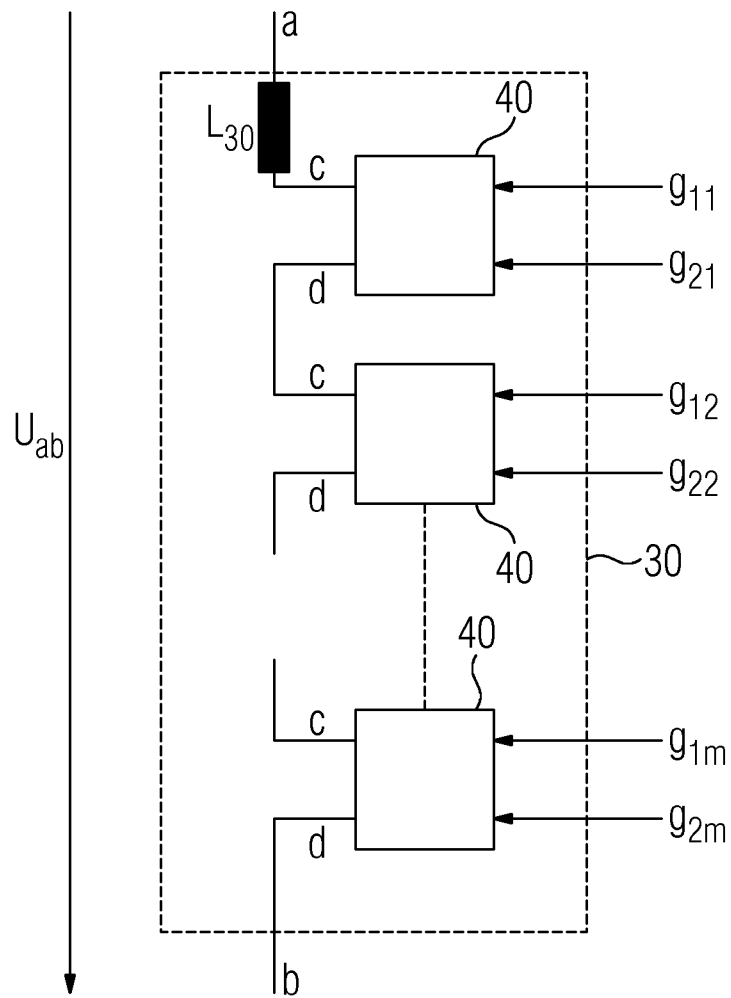
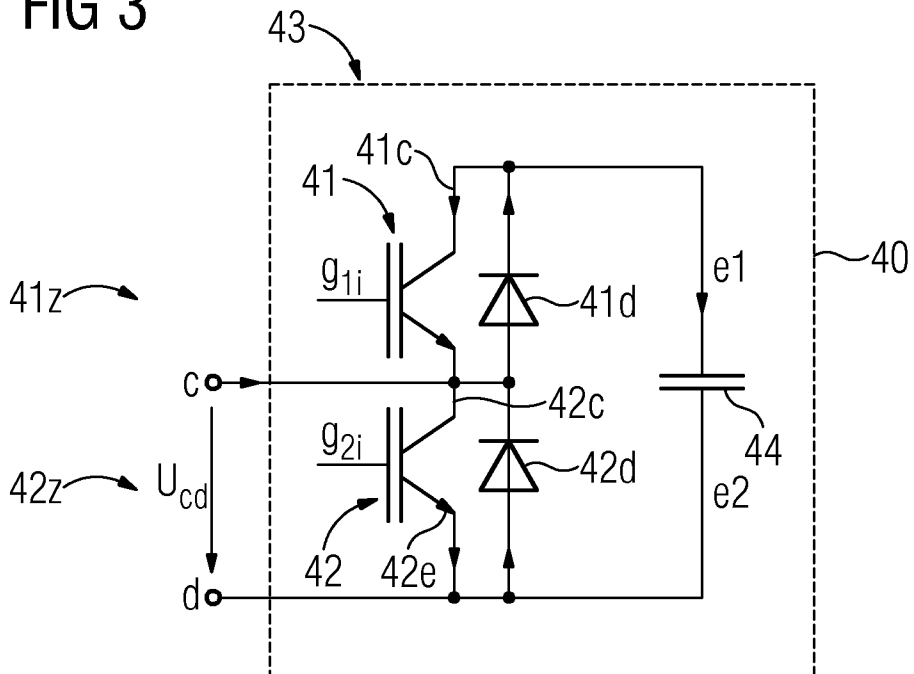


FIG 3



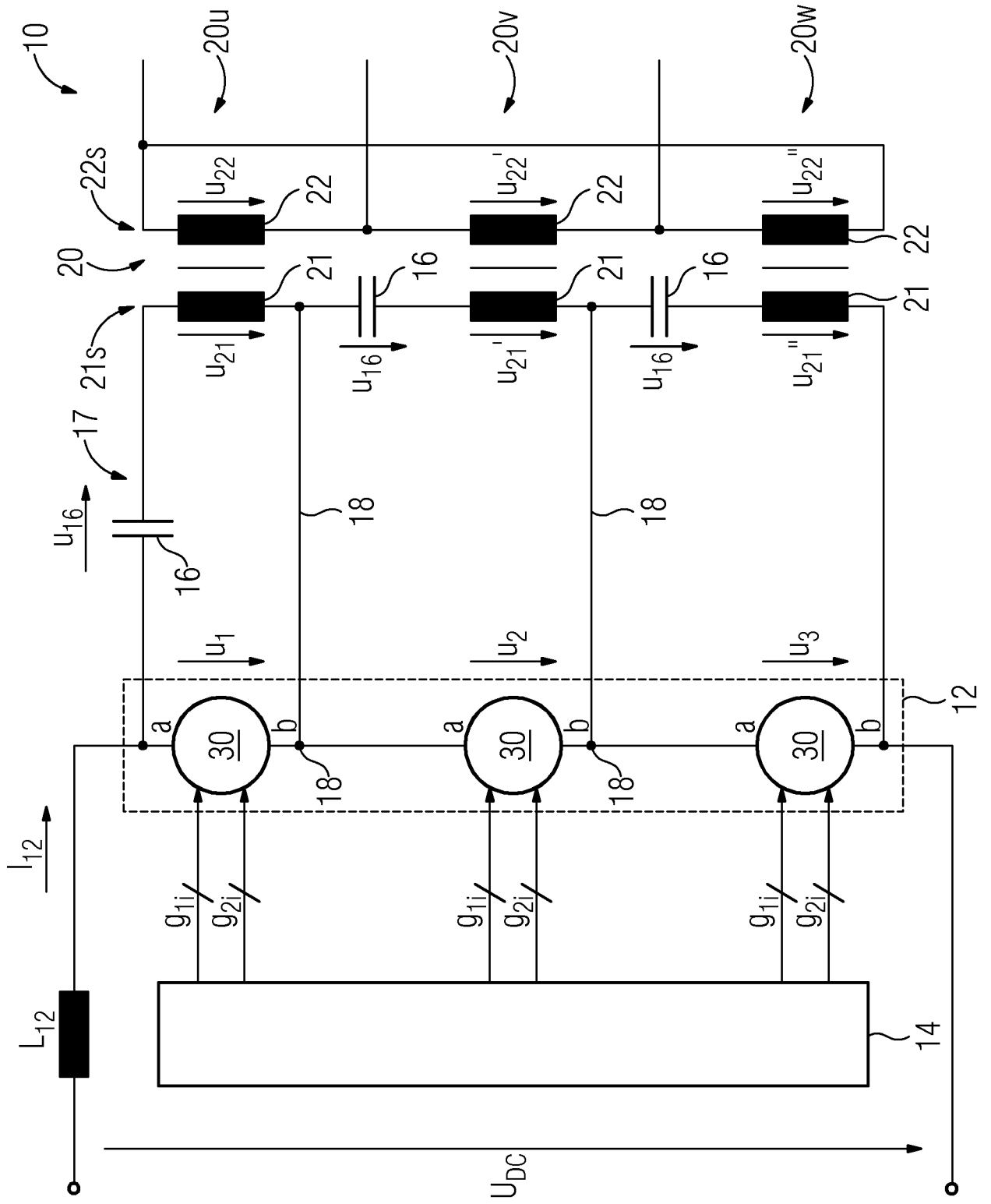


FIG 5

FIG 4

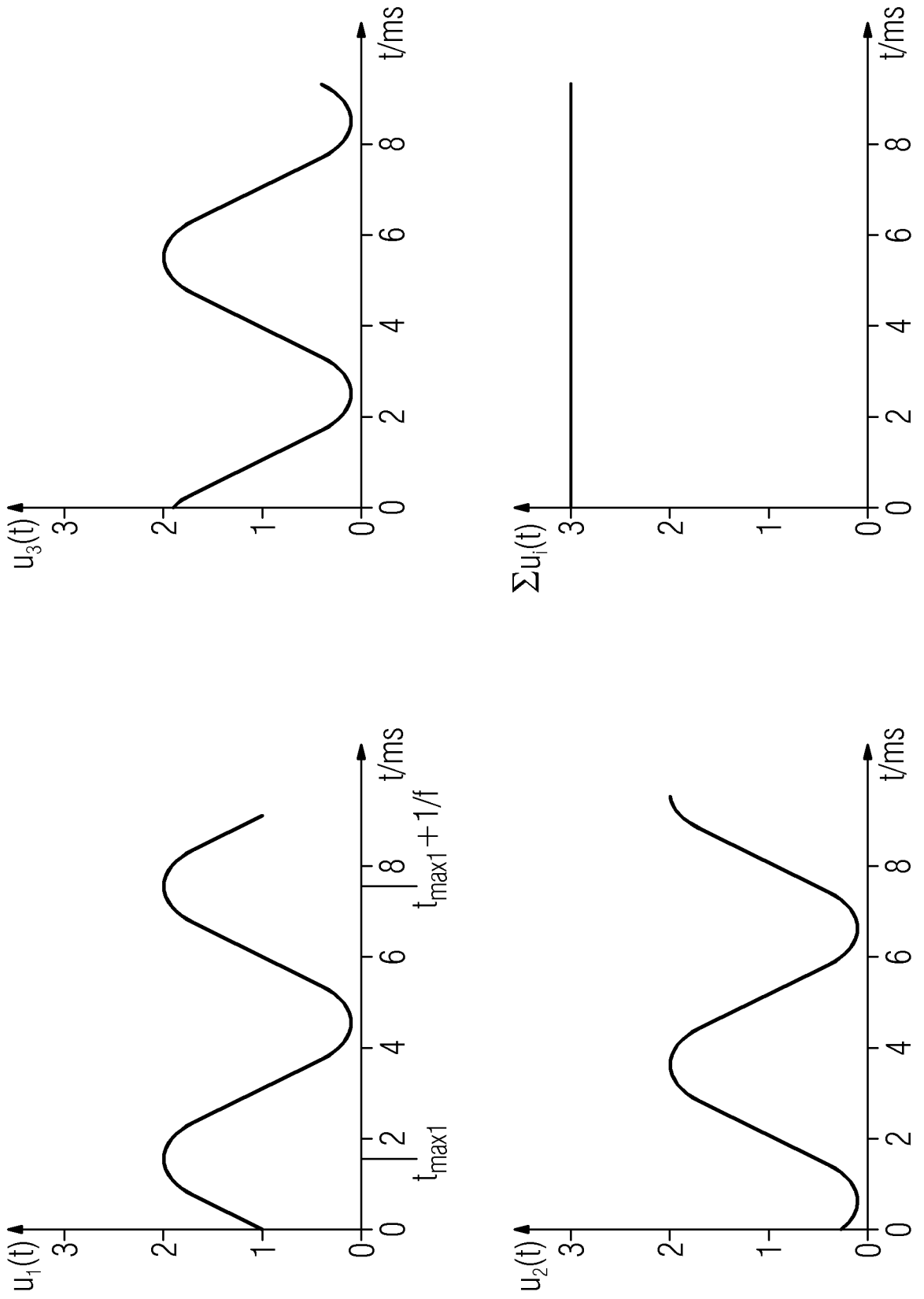


FIG 6

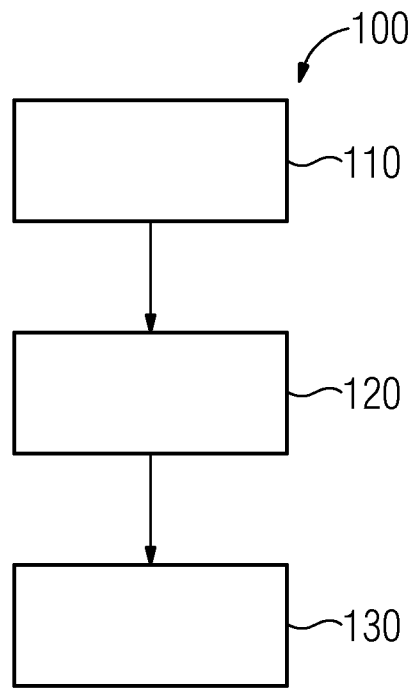
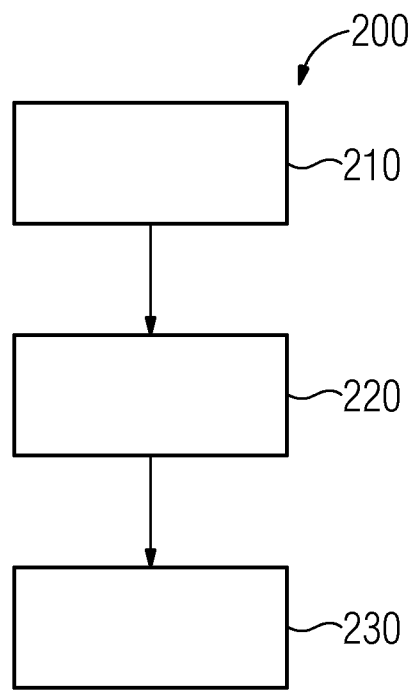


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/062003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M7/797 H02M7/483
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
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 2011/141059 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; JONSSON TOMAS U [SE]; SHUKLA ANSHUMAN [SE]; NOR) 17 November 2011 (2011-11-17) page 9, line 20 - page 12, line 32; figures 3,4a,4b page 14, line 30 - page 15, line 22; figure 6 -----	1-9

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 15 August 2013	Date of mailing of the international search report 22/08/2013
--	---

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 van Wesenbeeck, R
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/062003

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011141059	A1	17-11-2011	
		CN 102893507 A	23-01-2013
		EP 2569858 A1	20-03-2013
		US 2013070495 A1	21-03-2013
		WO 2011141059 A1	17-11-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/062003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02M7/797 H02M7/483 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) 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 2011/141059 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]; JONSSON TOMAS U [SE]; SHUKLA ANSHUMAN [SE]; NOR) 17. November 2011 (2011-11-17) Seite 9, Zeile 20 - Seite 12, Zeile 32; Abbildungen 3,4a,4b Seite 14, Zeile 30 - Seite 15, Zeile 22; Abbildung 6 -----	1-9
<input 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	"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	
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden	
"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)	"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	
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
15. August 2013	22/08/2013	
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 van Wesenbeek, R	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/062003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011141059 A1	17-11-2011	CN 102893507 A	23-01-2013
		EP 2569858 A1	20-03-2013
		US 2013070495 A1	21-03-2013
		WO 2011141059 A1	17-11-2011
