

(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  
19. September 2013 (19.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/135464 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H02J 7/00* (2006.01) *H02J 7/34* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/053280
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Februar 2013 (19.02.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 204 108.7 15. März 2012 (15.03.2012) DE
- (71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: **NEUBURGER, Martin**; Bonwiedenweg 17,  
73312 Geislingen (DE). **SPANOS, Konstantin**; Nagolder  
Strasse 26, 72218 Wildberg (DE). **STEINBUCH,  
Hartmut**; Ermsweg 15, 72585 Riederich (DE). **PLUM,  
Thomas**; Obere Paulusstr. 73, 70197 Stuttgart (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, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, 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.

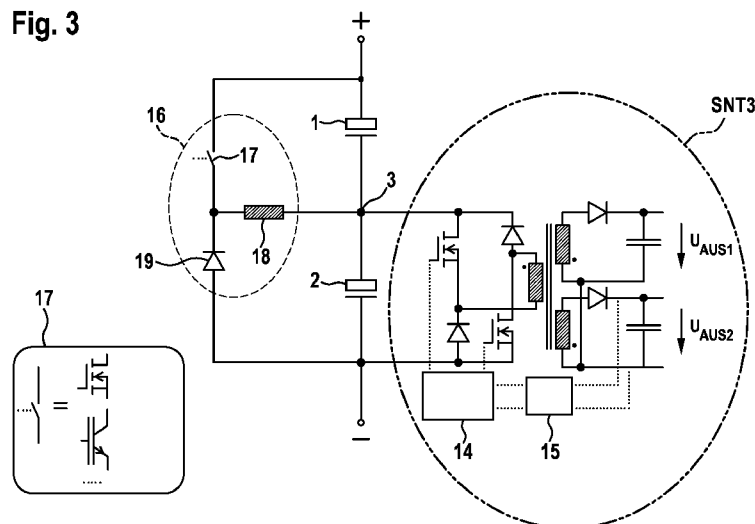
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRONIC POWER ASSEMBLY HAVING BALANCING OF A VOLTAGE NODE IN THE INTERMEDIATE CIRCUIT

(54) Bezeichnung : LEISTUNGSELEKTRONISCHE ANORDNUNG MIT SYMMETRIERUNG EINES SPANNUNGSKNOTENS IM ZWISCHENKREIS

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to an electronic power assembly, such as an inverter, which has an intermediate circuit having two or more capacitors connected in series. According to the invention, a voltage node is located between the capacitors. A switching power supply is connected in parallel to one of the capacitors of the intermediate circuit. The inverter further has a direct voltage actuator connected to the two capacitors and the voltage node, which direct voltage actuator induces energy equalization between the two capacitors.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/135464 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Die Erfindung betrifft eine leistungselektronische Anordnung, beispielsweise einen Wechselrichter, welche einen Zwischenkreis mit zwei oder mehr in Reihe geschalteten Kondensatoren aufweist. Zwischen den Kondensatoren befindet sich ein Spannungsknoten. Einem der Kondensatoren des Zwischenkreises ist ein Schaltnetzteil parallel geschaltet. Des Weiteren weist der Wechselrichter einen mit den beiden Kondensatoren und dem Spannungsknoten verbundenen, einen Energieausgleich zwischen den beiden Kondensatoren herbeiführenden Gleichspannungssteller auf.

## 5 Beschreibung

[Leistungselektronische Anordnung mit Symmetrierung eines Spannungsknotens im Zwischenkreis]

10 Die Erfindung betrifft eine leistungselektronische Anordnung mit Symmetrierung eines Spannungsknotens im Zwischenkreis. Ein Beispiel für eine derartige leistungselektronische Anordnung ist ein Wechselrichter.

## Stand der Technik

15

Die Aufgabe von Wechselrichtern besteht in einer Energiewandlung, bei welcher aus einer Gleichspannungsquelle Energie entnommen und mit hohem Wirkungsgrad einer Senke mit periodisch wechselnder Spannung zugeführt wird.

20

Insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien, beispielsweise bei Photovoltaik-Invertern, haben sich Realisierungen in Form von Multi-Level-Topologien etabliert. Derartige Wechselrichter benötigen zur Energiespeicherung einen Zwischenkreis mit mindestens zwei in Reihe geschalteten Kondensatoren. Diese Kondensatoren werden in der Regel aus einer Gleichspannungsquelle in serieller Weise mit Energie versorgt. Dies hat zur Folge, dass die Spannungsknoten, die am Verbindungspunkt zwischen jeweils zwei der Kondensatoren vorliegen, empfindlich auf eingeprägte Gleichspannungs-Stromanteile bzw. eine Belastung der einzelnen Kondensatoren mit unterschiedlichen Leistungen reagieren.

25

30

Unsymmetrien im Ausgangswechselstrom, die beispielsweise durch Unsymmetrien der Regelung, Unsymmetrien der Last, etc., hervorgerufen werden können, führen zu geringen Gleichanteilen an diesen Spannungsknoten. Eine weitere Ursache für Unsymmetrien in der Leistungsentnahme der einzelnen Zwischenkreis-Kondensatoren besteht in Parameterdifferenzen der Zwischenkreiskondensatoren, wodurch insbesondere unterschiedliche Leckströme hervorgerufen werden können, und in Parameterdifferenzen der Halbleiterbauteile des Wechselrichters.

35

Zu diesen letzteren Parameterdifferenzen zählen insbesondere Differenzen in der Durchlassspannung sowie unterschiedliche Schaltverluste. Durch diese wird selbst im Falle einer idealen symmetrischen Leistungsabgabe des Wechselrichters die Leistungsentnahme aus den einzelnen Zwischenkreiskondensatoren geringe Differenzen aufweisen.

Alle diese Gleichanteile und die dadurch verursachten Spannungsverschiebungen an den Spannungsknoten integrieren sich über die Betriebszeit auf und führen dazu, dass eine ordnungsgemäße Funktionsweise des Wechselrichters nicht mehr gewährleistet werden kann.

Folglich wird eine Symmetrierung derart benötigt, dass der oder die Spannungsknoten auf einer konstanten Spannung gehalten werden.

Eine Möglichkeit einer Konstanzhaltung der Spannung an den Spannungsknoten besteht darin, parallel zu den Zwischenkreiskondensatoren jeweils einen hochohmigen Widerstand zu schalten. Dieser hochohmige Widerstand homogenisiert vorliegende Spannungsungleichgewichte über die Ableitströme. Ein Nachteil dieser Vorgehensweise besteht im Auftreten einer permanenten Verlustleistung. Dabei wird in unerwünschter Weise allen Zwischenkreiskondensatoren Energie entnommen und in Wärme umgesetzt. Dies reduziert den Wirkungsgrad des Wechselrichters. Zudem ist die symmetrierende Wirkung nur vergleichsweise schwach.

Eine weitere Möglichkeit einer Konstanzhaltung der Spannung an den Spannungsknoten besteht darin, parallel zu den Zwischenkreiskondensatoren jeweils einen hochohmigen Widerstand zu schalten, diesem Widerstand einen Transistor oder einen anderen geeigneten Halbleiter in Serie zu schalten und diesen Transistor bzw. Halbleiter so anzusteuern, dass nur in dem Zweig Strom fließt, in dem sich die anliegende Spannung durch eine zu geringe Leistungsentnahme erhöht. Im Falle einer geeignet ausgeführten Ansteuerung des genannten Transistors bzw. Halbleiters kann auf den genannten hochohmigen Widerstand möglicherweise sogar verzichtet werden. Bei dieser Vorgehensweise wird gegenüber der erstgenannten Möglichkeit der Energieverbrauch verringert, da nur dem bzw. den Zwischenkreiskondensatoren, an welchem bzw. welchen zu hohe Spannungs- werte anliegen, Ladung entnommen wird. Der unerwünschte Effekt, dass die auf-

tretenden Energiedifferenzen in Wärme umgesetzt und nicht genutzt werden, bleibt jedoch erhalten.

5 Aus der DE 10 2004 038 534 A1 ist ein Spannungsteiler für Gleichspannungs-  
zwischenkreise in Antriebssystemen bekannt, welcher eine zwischen den Poten-  
tialen einer Betriebsspannungsquelle angeordnete Reihenschaltung von Kapazi-  
täten mit Mittelabgriff zwischen zwei Kapazitäten und einem Steuerpotential am  
Mittelabgriff aufweist. Des Weiteren sind zwischen den Potentialen der Betriebs-  
spannungsquelle zwei in Reihe geschaltete Transistoren entgegengesetzten Lei-  
10 tungstyps mit verbundenen Steuereingängen angeordnet, wobei sich zwischen  
den Leitungstypen ein Mittelabgriff befindet. Parallel zu einem Leitungstyp ist je-  
weils eine Kapazität geschaltet, indem eine elektrisch leitende Verbindung zwi-  
schen dem Mittelabgriff der Leitungstypen und dem Mittelabgriff der Kapazitäten  
besteht. Die Leitungstypen sind so angeordnet, dass ein elektrischer Strom im  
15 ersten Leitungstyp den parallel zum zweiten Leitungstyp geschalteten Kondensa-  
tor lädt und ein elektrischer Strom im zweiten Leitungstyp den parallel zum ersten  
Leitungstyp geschalteten Kondensator lädt. Die Steuereingänge werden mittels  
eines aus der Betriebsspannungsquelle abgeleiteten Steuerpotentials angesteuert.

20 Eine noch weitere Möglichkeit einer Konstanthaltung der Spannung an den  
Spannungsknoten besteht darin, einen Zwischenkreiskondensator, der eine zu  
hohe Spannung aufweist, über die Last bzw. das Netz durch eine Einspeisung  
eines kleinen Gleichspannungs-Stromanteils im Ausgangsstrom des Wechsel-  
richters zu entladen. Ein solcher Regeleingriff ist seitens der Netzbetreiber je-  
25 doch unerwünscht und auch durch normative Vorgaben stark eingeschränkt.  
Auch bei anderen Lasten kann es bei einem solchen Regeleingriff zu Problemen  
kommen. Zudem kann bei dieser noch weiteren Möglichkeit der Symmetrie-  
rungsvorgang nur während der Netzeinspeisung/Leistungsabgabe durchgeführt  
werden. Da diese nicht immer gewährleistet ist, eine Symmetrierung aber unter  
30 Umständen permanent erforderlich ist, ist es zusätzlich zu diesem Regeleingriff  
noch notwendig, die oben beschriebene Parallelschaltung jeweils eines hochoh-  
migen Widerstandes zu den Zwischenkreiskondensatoren oder die oben be-  
schriebene weitere Möglichkeit einzusetzen.

35 Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, zum Zwecke einer Konstanthaltung der  
Spannung an den Spannungsknoten eine Versorgung der Auswerteelektronik,

der Digitalelektronik bzw. von Zusatzverbrauchern über unsymmetrische Leistungsanteile vorzunehmen. Ziel dieses Ansatzes ist es, die auftretenden unsymmetrischen Leistungen für die ohnehin notwendige Versorgung der Regel-, Steuer- und Digitalelektronik oder für Zusatzverbraucher zu nutzen. Dadurch entstehen keine zusätzlichen Systemverluste und der System-Wirkungsgrad wird nicht verringert.

Hierzu werden mehrere Schaltnetzteile eingesetzt, die jeweils aus einem einzelnen der Zwischenkreiskondensatoren mit Energie versorgt werden. Die Leistung der Schaltnetzteile wird derart geregelt, dass die Spannung am jeweiligen Spannungsknoten konstant bleibt. Da die Schaltnetzteile in der Regel bei anliegender Spannung selbstständig anlaufen, bedarf es keiner zusätzlichen Verwendung der oben beschriebenen weiteren Möglichkeit. Mittels dieser Möglichkeit kann zwar die Spannung an den Spannungsknoten konstant gehalten werden, doch ist bei dieser Möglichkeit für alle Schaltnetzteile eine potentialgetrennte Ausführung notwendig. Dies bedeutet einen hohen Schaltungsaufwand und verursacht vergleichsweise hohe Kosten.

#### Offenbarung der Erfindung

Eine leistungselektronische Anordnung, beispielsweise ein Wechselrichter, mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die gewünschte Symmetrierung eines Spannungsknotens verlustarm, mit reduziertem Schaltungsaufwand und kostengünstig erreicht wird, wobei die Energie von auftretenden Unsymmetrien genutzt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass eine leistungselektronische Anordnung, welche einen Zwischenkreis mit zwei in Reihe geschalteten Kondensatoren aufweist, zwischen denen sich ein Spannungsknoten befindet, wobei einem der Kondensatoren des Zwischenkreises ein Schaltnetzteil parallel geschaltet ist, des Weiteren einen mit den beiden Kondensatoren verbundenen, einen Energieausgleich zwischen den beiden Kondensatoren herbeiführenden Gleichspannungssteller aufweist. Bei diesem Gleichspannungssteller kann es sich zum Beispiel um einen Tiefsetzsteller oder um einen Hochsetzsteller handeln.

Mittels einer leistungselektronischen Anordnung gemäß der Erfindung wird eine kostengünstige und verlustarme Symmetrierung und eine einfache Regelung er-

reicht, wobei nur ein einziges potentialtrennendes Schaltnetzteil benötigt wird. Der Wirkungsgrad der leistungselektronischen Anordnung ist im Vergleich zu bekannten Lösungen verbessert.

5 Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren nachfolgender Erläuterung anhand der Zeichnung. Es zeigt

Figur 1 eine Skizze des schematischen Aufbaus einer 3-Level-Wechselrichter-  
10 Topologie in Form eines Brückenzeiges mit Freilauf,

Figur 2 eine Skizze zur Veranschaulichung eines Ausführungsbeispiel für eine  
bekannte Vorrichtung zur Symmetrierung eines Spannungsknotens des  
Zwischenkreises eines Wechselrichters,

15 Figur 3 eine Skizze zur Veranschaulichung eines ersten Ausführungsbeispiel für  
die Erfindung und

Figur 4 eine Skizze zur Veranschaulichung eines zweiten Ausführungsbeispiel  
für die Erfindung.

20

Die Erfindung betrifft eine leistungselektronische Anordnung, beispielsweise einen Wechselrichter, welche einen Zwischenkreis mit zwei oder mehr in Reihe geschalteten Kondensatoren aufweist, zwischen denen sich jeweils ein Spannungsknoten befindet. Nachfolgend wird die Erfindung an Hand eines Wechselrichters erläutert, bei welchem es sich um ein Ausführungsbeispiel der leistungselektronischen Anordnung handelt. Ein Beispiel für den schematischen Aufbau einer 3-Level-Wechselrichter-Topologie in Form eines Brückenzeiges mit Freilauf ist in der Figur 1 dargestellt.

25

30

Die in der Figur 1 gezeigte Vorrichtung weist einen Zwischenkreis auf, welcher zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren 1 und 2 aufweist. Zwischen diesen beiden Kondensatoren befindet sich ein Spannungsknoten 3. Bei den Kondensatoren 1 und 2 handelt es sich um zur Speicherung von Energie vorgesehene Zwischenkreiskondensatoren. Des Weiteren weist die in der Figur 1 gezeigte Vorrichtung Drosseln 4 und 5 auf, die als elektromagnetische Energiespeicher dienen. Ferner sind Schalter 6, 7 und 8 vorgesehen, bei denen es sich um Halb-

35

leiterschalter, vorzugsweise Feldeffekttransistoren, handelt. Des Weiteren weist die gezeigte Vorrichtung eine als Gleichrichter wirkende Diode 9 auf.

5 Am Eingang der gezeigten Vorrichtung liegt eine Gleichspannung  $U_{DC}$  an. Am Ausgang der Vorrichtung wird eine Wechselspannung  $U_{AC}$  bereitgestellt.

10 Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, einen dauerhaften Betrieb der Vorrichtung zu gewährleisten, wobei das Spannungspotential am Spannungsknoten 3 innerhalb vorgegebener Grenzen bleibt und nicht in Richtung positiver oder negativer Spannungen wegläuft.

15 In der Figur 2 ist eine Skizze zur Veranschaulichung eines Ausführungsbeispiels für eine bekannte, bereits oben beschriebene Vorrichtung zur Symmetrierung eines Spannungsknotens 3 des Zwischenkreises eines Wechselrichters dargestellt. Der Spannungsknoten 3 ist zwischen zwei Zwischenkreiskondensatoren 1 und 2 vorgesehen. Der Zwischenkreiskondensator 1 ist zwischen dem positiven Potential + einer nicht gezeichneten Gleichspannungsquelle und dem Spannungsknoten 3 angeordnet. Der Zwischenkreiskondensator 2 ist zwischen dem Spannungsknoten 3 und dem negativen Potential – der nicht gezeichneten Gleichspannungsquelle angeordnet.

20 Parallel zum Zwischenkreiskondensator 1 ist ein Schaltnetzteil SNT2 geschaltet, dessen Primärseite von einem Regel-IC 12 angesteuert wird und dessen Sekundärseite mit dem Regel-IC 12 über einen Optokoppler 13 in Verbindung steht. Die Sekundärseite des Schaltnetzteils SNT2 weist beispielhaft zwei Wicklungen und zwei Ausgangsspannungen auf, von denen die obere über eine Diode mit einem Ausgangskondensator verbunden ist, an welchem eine Ausgangsspannung  $U_{AUS1}$  abgreifbar ist. Die untere der beiden Wicklungen ist über eine weitere Diode mit einem weiteren Ausgangskondensator verbunden, an welchem eine Ausgangsspannung  $U_{AUS2}$  abgreifbar ist.

35 Parallel zum Zwischenkreiskondensator 2 ist ein Schaltnetzteil SNT1 geschaltet, dessen Primärseite von einem Regel-IC 10 angesteuert wird und dessen Sekundärseite mit dem Regel-IC 10 über einen Optokoppler 11 in Verbindung steht. Die Sekundärseite des Schaltnetzteils SNT1 weist zwei Wicklungen auf, von denen die obere über eine Diode mit einem Ausgangskondensator verbunden ist,

an welchem die Ausgangsspannung  $U_{AUS1}$  abgreifbar ist. Die untere der beiden Wicklungen ist über eine Diode mit einem zweiten Ausgangskondensator verbunden, an welchem die Ausgangsspannung  $U_{AUS2}$  abgreifbar ist.

5 Bei dieser bekannten Ausführungsform müssen beide eingesetzten Schaltnetz-  
teile für alle im System benötigten Spannungen einen Ausgang besitzen.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das Schaltnetzteil SNT2 aus dem Zwi-  
schenkreiskondensator 1 mit Energie versorgt. Das Schaltnetzteil SNT1 wird aus  
10 dem Zwischenkreiskondensator 2 mit Energie versorgt. Die Regelung der  
Schaltnetzteile SNT1 und SNT2 erfolgt dabei derart, dass die Spannung am  
Spannungsknoten 3 konstant bleibt. Da bei diesem Ausführungsbeispiel für beide  
Schaltnetzteile eine potentialgetrennte Ausführung notwendig ist, verursacht eine  
15 Realisierung einen hohen Schaltungs- und Kostenaufwand. Dies gilt erst recht  
dann, wenn der Zwischenkreis mehr als zwei in Reihe geschaltete Kondensato-  
ren aufweist.

Die Figur 3 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung eines ersten Ausführungs-  
beispiels für die Erfindung, bei welcher der vorstehend beschriebene hohe Schal-  
20 tungs- und Kostenaufwand reduziert ist und der erforderliche Energieausgleich  
zwischen den beiden Zwischenkreiskondensatoren mit einem erheblich einfache-  
ren und kostengünstigeren potentialverbindenden Gleichspannungssteller reali-  
siert ist.

25 Bei diesem ersten Ausführungsbeispiel ist ein Zweig eines 3-Level-  
Wechselrichters mit zwei in Reihe geschalteten Zwischenkreiskondensatoren 1  
und 2 vorgesehen, zwischen denen sich ein Spannungsknoten 3 befindet. Der  
Zwischenkreiskondensator 1 ist zwischen dem positiven Potential + einer nicht  
gezeichneten Gleichspannungsquelle und dem Spannungsknoten 3 angeordnet.  
30 Der Zwischenkreiskondensator 2 ist zwischen dem Spannungsknoten 3 und dem  
negativen Potential – der nicht gezeichneten Gleichspannungsquelle angeordnet.

Parallel zum Zwischenkreiskondensator 2 ist ein Schaltnetzteil SNT3 geschaltet,  
dessen Primärseite von einem Regel-IC 14 angesteuert wird und dessen Sekun-  
35 därseite mit dem Regel-IC 14 über einen Optokoppler 15 in Verbindung steht.  
Die Sekundärseite des Schaltnetzteils SNT3 weist beispielhaft zwei Wicklungen

auf, von denen die obere über eine Diode mit einem Ausgangskondensator verbunden ist, an welchem die Ausgangsspannung  $U_{AUS1}$  abgreifbar ist. Die untere der beiden Wicklungen ist über eine weitere Diode mit einem zweiten Ausgangskondensator verbunden, an welchem die Ausgangsspannung  $U_{AUS2}$  abgreifbar ist.

5

Des Weiteren ist bei diesem ersten Ausführungsbeispiel ein von den Zwischenkreiskondensatoren 1 und 2 nicht potentialgetrennter Gleichspannungssteller 16 vorgesehen, bei dem es sich um einen Tiefsetzsteller handelt. Dieser Tiefsetzsteller weist einen Schalter 17, eine Drossel 18 und eine Diode 19 auf. Der Schalter 17 ist vorzugsweise als Halbleiterschalter realisiert und wird ~~von~~ so angesteuert, dass das Potenzial des Knotens 3 im gewünschten Bereich verbleibt. Ein Anschluss des Schalters 17 ist mit dem positiven Bezugspotential + verbunden, der andere Anschluss des Schalters 17 ist an einen Anschluss der Drossel 18 und die Kathode der Diode 19 angeschlossen. Der andere Anschluss der Drossel 18 ist mit dem Spannungsknoten 3 verbunden. Die Anode der Diode 19 ist an das negative Bezugspotential - angeschlossen.

10

15

Die Energieversorgung des Schaltnetzteils SNT3 erfolgt aus dem Zwischenkreiskondensator 2, d. h. aus dem Zwischenkreiskondensator mit dem geringeren Potential.

20

Der nicht potentialgetrennte Gleichspannungssteller 16 hat im Normalbetrieb bei symmetrischer Belastung die Aufgabe, die halbe Energie der notwendigen Versorgungsleistung der verbleibenden Steuerelektronik aus dem oberen Zwischenkreiskondensator 1 zu entnehmen und dem unteren Zwischenkreiskondensator 2 zuzuführen. Da die zweite Hälfte der notwendigen Versorgungsleistung dem unteren Zwischenkreiskondensator 2 entnommen wird, stellt sich ein symmetrischer Arbeitspunkt ein und der Betrieb des Wechselrichters kann in üblicher Weise ablaufen.

25

30

Im Falle einer unsymmetrischen Ansteuerung, beispielsweise durch einen Regelfehler, ein unsymmetrisches Netz, Bauteiltoleranzen, usw., wird die Leistung des Gleichspannungsstellers derart geregelt oder gesteuert, dass die Spannungen wieder auf ihre Nennwerte gebracht werden.

35

Die Realisierung der Regelung für einen benötigten Spannungsausgleich beschränkt sich auf nur einen Gleichspannungssteller und hat als Regelgröße lediglich die Spannung am genannten Spannungsknoten 3. Diese Regelung ist deshalb wesentlich einfacher auszuführen als eine parallele Ansteuerung zweier Schaltnetzteile, wie sie bei der in der Figur 2 gezeigten Vorrichtung benötigt wird.

Da bei dem in der Figur 3 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel für die Erfindung die interne Spannungsversorgung ausschließlich dem unteren Zwischenkreiskondensator 2 entnommen wird, im ungünstigsten Fall aber komplett vom oberen Zwischenkreiskondensator zur Verfügung gestellt werden muss, muss der Gleichspannungssteller 16 im Hinblick auf seine Leistungsfähigkeit auf die komplette Leistung dimensioniert werden. Im Unterschied zu der in der Figur 2 gezeigten Ausführung ist jedoch keine Potentialtrennung notwendig. Dieser Umstand erlaubt es, das in der Figur 2 gezeigte obere Schaltnetzteil SNT2 durch einen einfachen Tiefsetzsteller zu ersetzen. Durch die dadurch entstehende wesentlich vereinfachte Topologie und den Ersatz eines Transformators durch eine kostengünstige Drossel ergeben sich auch reduzierte Verluste und reduzierte Kosten.

Ist das Schaltnetzteil parallel zum unteren Zwischenkreiskondensator geschaltet, dann kann aufgrund der Ankopplung des Schaltnetzteils an den negativsten Spannungspunkt in der Topologie ggf. die Potentialtrennung weggelassen werden. In diesem Fall sind gegebenenfalls auch die Treiberschaltungen für die Halbleiterschalter potentialfrei ausführbar.

Gemäß einer Alternative zum ersten Ausführungsbeispiel kann das Schaltnetzteil statt am unteren Zwischenkreiskondensator 2 auch parallel zum oberen Zwischenkreiskondensator 1 angeordnet sein. In diesem Fall wird als Gleichspannungssteller ein Hochsetzsteller verwendet, der aus dem unteren Zwischenkreiskondensator 2 mit Energie versorgt wird. Die oben beschriebenen Vorteile des ersten Ausführungsbeispiels bleiben erhalten.

Die Erfindung kann des Weiteren auch bei Multilevel-Topologien mit mehr als zwei in Serie geschalteten Zwischenkreiskondensatoren verwendet werden. In diesem Falle ist für jeden Zwischenkreiskondensator mit Ausnahme des Zwischenkreiskondensators, an welchen das Schaltnetzteil angeschlossen ist, ein

Gleichspannungssteller derart angeschlossen, dass ein eventueller Energieüberschuss jenem Zwischenkreiskondensator zugeführt wird, dessen Potential dem Schaltnetzteil eine Stufe näher liegt. Das Schaltnetzteil muss nicht, kann aber zweckmäßigerweise an einen der beiden äußeren Zwischenkreiskondensatoren angeschlossen werden, d. h. entweder an den Zwischenkreiskondensator mit dem höchsten Potential oder an den Zwischenkreiskondensator mit dem niedrigsten Potential.

Die Figur 4 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung eines zweiten Ausführungsbeispiels für die Erfindung. Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel weist der Zwischenkreis vier zueinander in Reihe geschaltete Zwischenkreiskondensatoren 1, 2, 20 und 21 auf. Das Schaltnetzteil SNT4 ist bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel an den Zwischenkreiskondensator 20 angeschlossen bzw. parallel zu diesem angeordnet. Der Zwischenkreiskondensator 20 ist beim gezeigten Ausführungsbeispiel der Zwischenkreiskondensator mit dem zweitniedrigsten Potential. Ein Hochsetzsteller 22 am untersten Zwischenkreiskondensator 21 leitet Energieüberschüsse in den darüber liegenden Zwischenkreiskondensator 20 weiter. Bei den Zwischenkreiskondensatoren 1 und 2, die im Vergleich zum Zwischenkreiskondensator 30 ein höheres Potential aufweisen, leitet jeweils ein Tiefsetzsteller 23 bzw. 24 überschüssige Energie dem jeweils benachbarten Zwischenkreiskondensator mit dem nächst niedrigeren Potential zu, so dass auch in diesem Falle schließlich die Energie an den Anschlüssen des Schaltnetzteils zur Verfügung steht.

Bei dieser Anordnung kann die Ansteuerung aller Gleichspannungssteller zentral durch eine Steuereinheit erfolgen, die die notwendigen Energieflüsse aus einem Vergleich der Spannungen aller Zwischenkreiskondensatoren ableitet und die einzelnen Halbleiterschalter der jeweiligen Gleichspannungssteller entsprechend ansteuert.

Alternativ hierzu kann jedoch jeder der vorliegenden Gleichspannungssteller getrennt angesteuert werden, indem nur das Potenzial des gemeinsamen Knotens der beiden Zwischenkreiskondensatoren, mit denen dieser Gleichspannungssteller verbunden ist, für die Steuerung verwendet wird. Hierdurch ergibt sich eine paarweise Symmetrie der Kondensatorspannungen und damit in Folge durch die gewählte Anordnung der Gleichspannungssteller auch eine Symmetrisierung der

Spannungen über alle Zwischenkreiskondensatoren. Mit dieser Ausprägung kann eine einfache und vorteilhafte Ausführung erreicht werden.

5 Sollte für die nachfolgende leistungselektronische Anordnung eine betragsmäßige Gleichheit der Einzelkondensatorspannungen unzweckmäßig sein, kann mit dieser Erfindung auch ein bewusstes gewähltes Spannungsverhältnis der Einzelkondensatoren erreicht werden.

10 Gemäß weiterer, nicht in den Figuren dargestellter Ausführungsbeispiele ist auch ein Anschluss des Schaltnetzteils an einen anderen Zwischenkreiskondensator möglich.

15 Ferner ist die Erfindung auch verwendbar, wenn der vorliegende Zwischenkreis eine von zwei bzw. vier abweichende Anzahl von in Reihe geschalteten Zwischenkreiskondensatoren aufweist.

Es gelten allgemein die folgenden Beziehungen:

$$k \geq 2 \text{ und } n = k - 1,$$

20

wobei  $k$  die Anzahl der Zwischenkreiskondensatoren und  $n$  die Anzahl der Gleichspannungssteller ist.

## 5 Ansprüche

1. Leistungselektronische Anordnung , welche einen Zwischenkreis mit zwei in Reihe geschalteten Kondensatoren aufweist, zwischen denen sich ein Spannungsknoten befindet, wobei einem der Kondensatoren des Zwischenkreises ein Schaltnetzteil parallel geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, dass er des Weiteren einen mit den beiden Kondensatoren (1,2) und dem Spannungsknoten (3) verbundenen, einen Energieausgleich zwischen den beiden Kondensatoren herbeiführenden Gleichspannungssteller (16) aufweist.
2. Leistungselektronische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichspannungssteller ein Tiefsetzsteller ist.
3. Leistungselektronische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichspannungssteller ein Hochsetzsteller ist.
4. Leistungselektronische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichspannungssteller ohne Potentialtrennung mit den beiden Kondensatoren (1,2) und dem Spannungsknoten (3) verbunden ist.
5. Leistungselektronische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichspannungssteller einen Schalter (17), eine Drossel (18) und eine Diode (19) aufweist.
6. Leistungselektronische Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (17) ein Halbleiterschalter ist.

7. Leistungselektronische Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anschluss der Drossel (18) mit dem Spannungsknoten (3) verbunden ist.
- 5 8. Leistungselektronische Anordnung nach einem der Ansprüche 5 – 7, dadurch gekennzeichnet, dass der andere Anschluss der Drossel (18) an den Verbindungspunkt zwischen dem Schalter (17) und der Diode (19) angeschlossen ist.
- 10 9. Leistungselektronische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenkreis k Zwischenkreiskondensatoren und n Gleichspannungssteller aufweist, wobei gilt:  
$$k \geq 2 \text{ und } n = k - 1.$$
- 15 10. Leistungselektronische Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet dass alle Gleichspannungssteller aus einer zentralen Einheit angesteuert werden, die die Ansteuerbefehle aus der Verrechnung aller im System vorliegenden Einzelspannungen der Zwischenkreiskondensatoren bestimmt.
- 20 11. Leistungselektronische Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet dass die Ansteuerbefehle jedes Gleichspannungssteller einzeln aus dem Potenzial des gemeinsamen Knotens der beiden Zwischenkreiskondensatoren, mit denen er in Verbindung steht, bestimmt werden.
- 25 12. Leistungselektronische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Wechselrichter ist.

Fig. 1

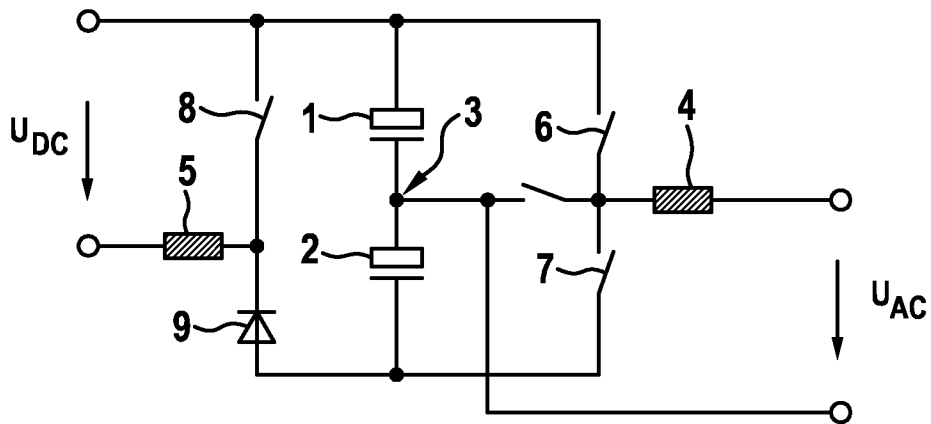
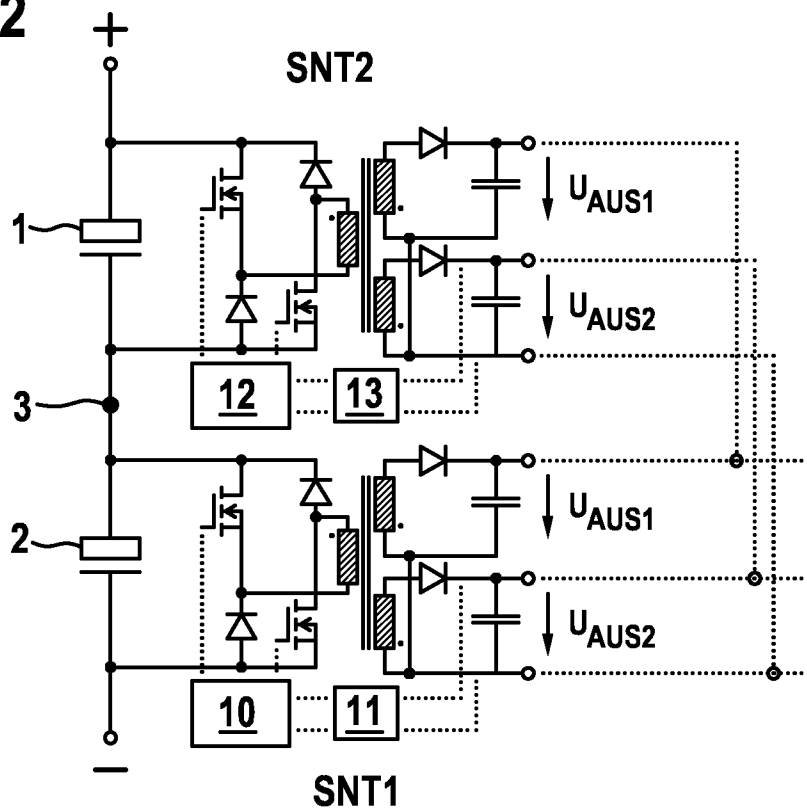


Fig. 2



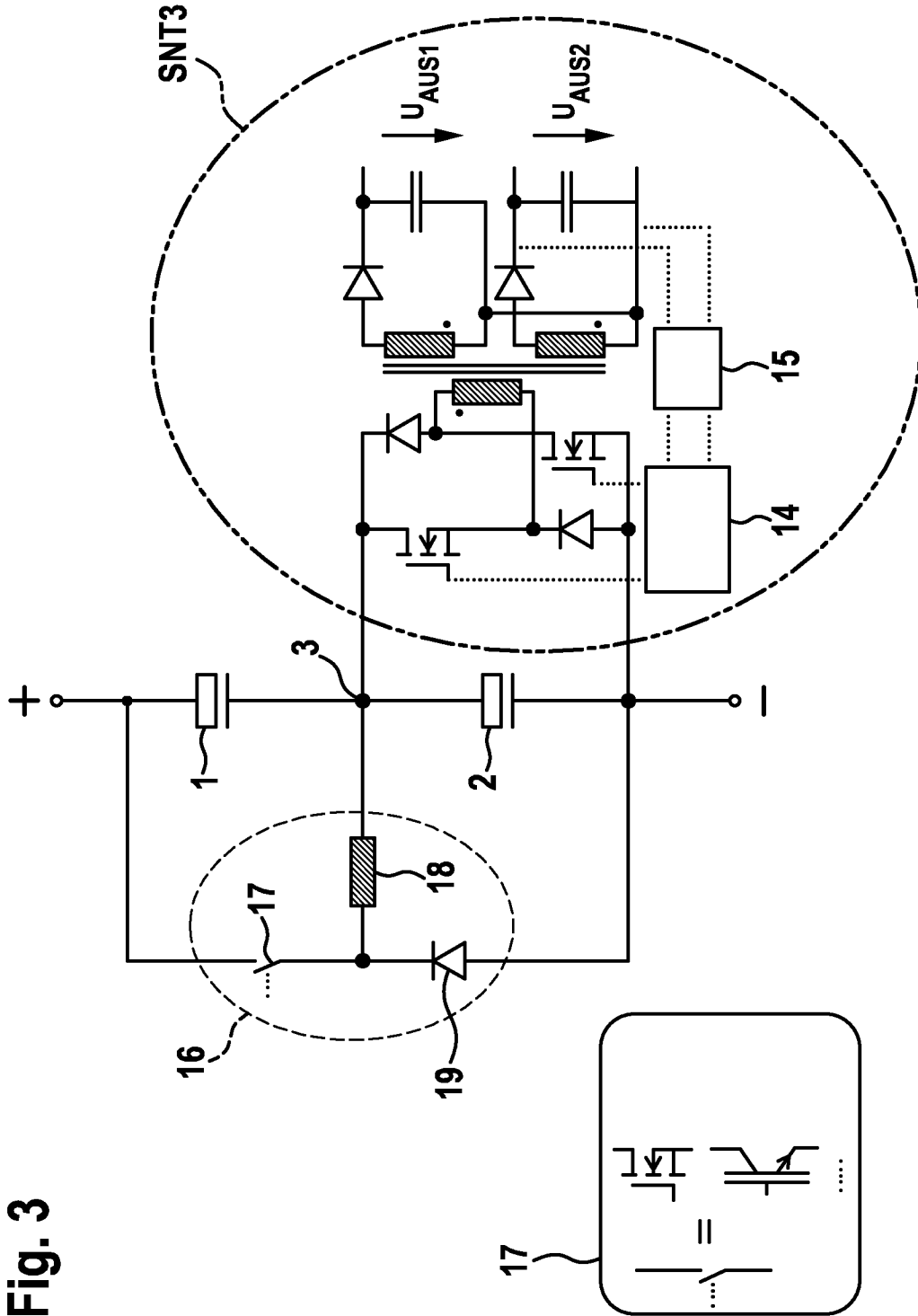
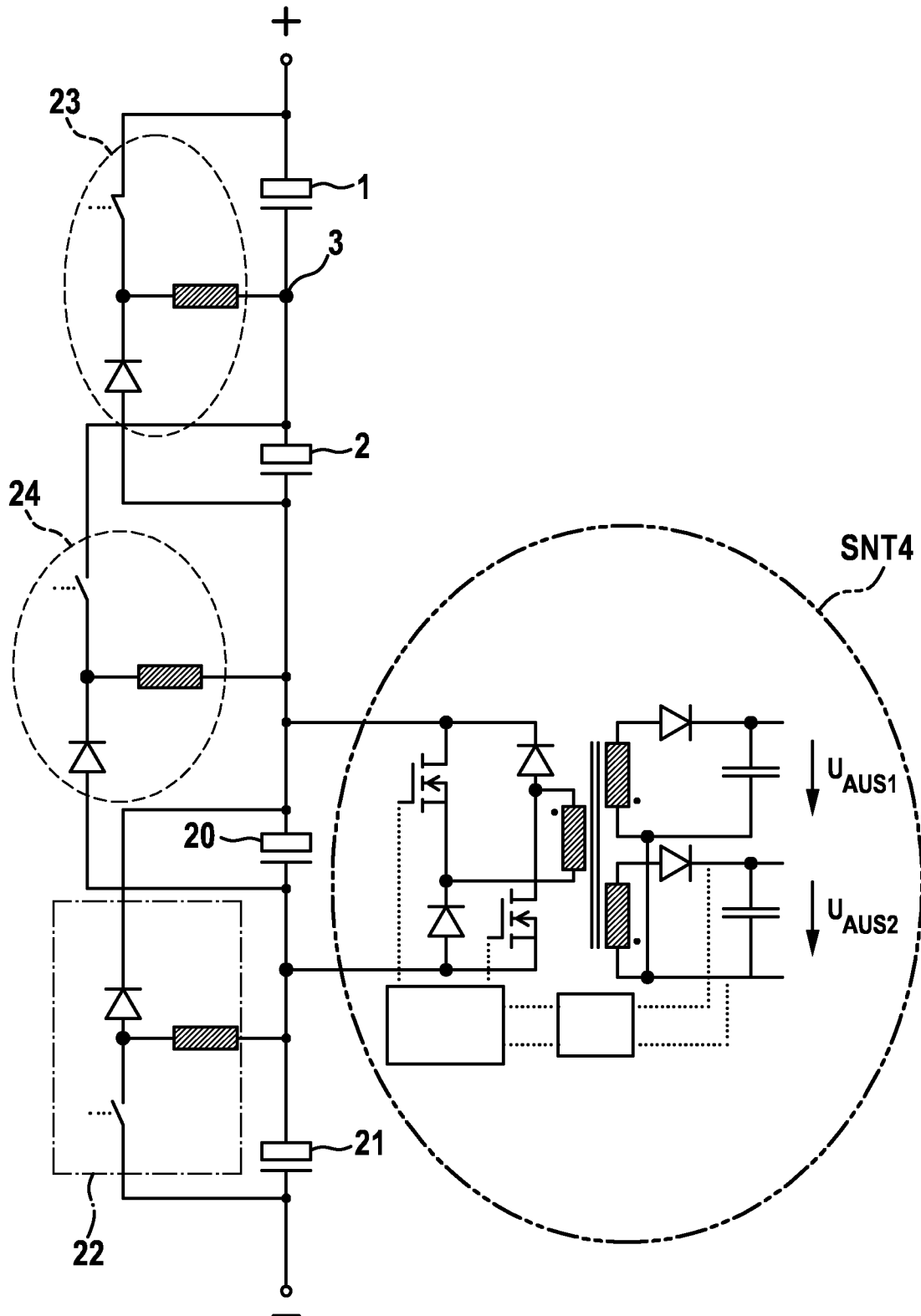


Fig. 3

Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

|   |
|---|
| International application No<br>PCT/EP2013/053280 |
|---|

|   |  |                       |  |  |
|---|--|-----------------------|--|--|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. H02J7/00 H02J7/34<br>ADD.  |  |                       |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |  |                       |  |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>   |  |                       |  |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H02M 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)<br>EPO-Internal, WPI Data  |  |                       |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |                       |  |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |  |  |
| X   | EP 2 259 420 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH])<br>8 December 2010 (2010-12-08)<br>figure 4<br>paragraph [0018]  | 1-8                   |  |  |
| X   | -----<br>WO 2011/147751 A2 (SIEMENS AG [DE];<br>MEINERT MICHAEL [DE]; PEPPEL TORSTEN [DE];<br>RECHENBERG) 1 December 2011 (2011-12-01)   | 1-8                   |  |  |
| Y   | figure 3<br>figures 6-7<br>page 2, line 36 - page 3, line 6<br>page 5, line 11 - line 16<br>page 5, line 18 - line 20<br>page 5, line 26 - line 30<br>page 9, line 27 - line 28<br>page 10, line 16 - line 24<br>-----<br>-/--   | 9-12                  |  |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <span style="margin-left: 100px;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</span>  |  |                       |  |  |
| * Special categories of cited documents :<br><table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;">                     "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br/>                     "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br/>                     "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)<br/>                     "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br/>                     "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;">                     "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<br/>                     "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<br/>                     "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<br/>                     "&amp;" document member of the same patent family                 </td> </tr> </table> |  |                       | "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |                       |  |  |
| Date of the actual completion of the international search   | Date of mailing of the international search report   |                       |  |  |
| 21 May 2013   | 03/06/2013   |                       |  |  |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  | Authorized officer<br><br>Riehl, Philippe  |                       |  |  |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/053280

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y         | WO 2011/091919 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD [KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE]; HASENKOPF DIRK) 4 August 2011 (2011-08-04)<br>figure 1<br>figure 4<br>page 2, line 21 - line 24<br>page 3, line 12 - line 30<br>page 7, line 25 - line 28<br>claim 10 | 9-12                  |
| X         | -----<br>US 2011/227422 A1 (KUMAR MAHESH [IN] ET AL) 22 September 2011 (2011-09-22)<br>figure 4<br>paragraph [0003] - paragraph [0004]<br>paragraph [0020]<br>paragraph [0031] - paragraph [0032]<br>-----                                       | 1-8                   |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|   |
|---|
| International application No<br>PCT/EP2013/053280 |
|---|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date  |  |
|--|------------------|-------------------------|---|--|
| EP 2259420                             | A1               | 08-12-2010              | CN 201830164 U<br>DE 202010005520 U1<br>EP 2259420 A1   | 11-05-2011<br>05-08-2010<br>08-12-2010 |
| -----                                  |                  |                         |   |  |
| WO 2011147751                          | A2               | 01-12-2011              | DE 102010029460 A1<br>EP 2577839 A2<br>WO 2011147751 A2 | 01-12-2011<br>10-04-2013<br>01-12-2011 |
| -----                                  |                  |                         |   |  |
| WO 2011091919                          | A1               | 04-08-2011              | DE 102010001423 A1<br>EP 2532042 A1<br>WO 2011091919 A1 | 04-08-2011<br>12-12-2012<br>04-08-2011 |
| -----                                  |                  |                         |   |  |
| US 2011227422                          | A1               | 22-09-2011              | NONE  |  |
| -----                                  |                  |                         |   |  |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

|   |
|---|
| Internationales Aktenzeichen<br>PCT/EP2013/053280 |
|---|

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>INV. H02J7/00 H02J7/34<br>ADD.  |  |  |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC   |  |  |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>   |  |  |
| Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )<br>H02M H02J   |  |  |
| Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen   |  |  |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal, WPI Data   |  |  |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>  |  |  |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.   |
| X   | EP 2 259 420 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH])<br>8. Dezember 2010 (2010-12-08)<br>Abbildung 4<br>Absatz [0018]   | 1-8  |
| X   | -----<br>WO 2011/147751 A2 (SIEMENS AG [DE];<br>MEINERT MICHAEL [DE]; PEPPEL TORSTEN [DE];<br>RECHENBERG) 1. Dezember 2011 (2011-12-01)  | 1-8  |
| Y   | Abbildung 3<br>Abbildungen 6-7<br>Seite 2, Zeile 36 - Seite 3, Zeile 6<br>Seite 5, Zeile 11 - Zeile 16<br>Seite 5, Zeile 18 - Zeile 20<br>Seite 5, Zeile 26 - Zeile 30<br>Seite 9, Zeile 27 - Zeile 28<br>Seite 10, Zeile 16 - Zeile 24<br>-----<br>-/-- | 9-12   |
| <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 :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |  |  |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br><p style="text-align: center;">21. Mai 2013</p>  |  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br><p style="text-align: center;">03/06/2013</p> |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><p style="text-align: center;">Riehl, Philippe</p>                  |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2013/053280

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |   |                    |
|---|---|--------------------|
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
| Y   | WO 2011/091919 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD [KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE]; HASENKOPF DIRK)<br>4. August 2011 (2011-08-04)<br>Abbildung 1<br>Abbildung 4<br>Seite 2, Zeile 21 - Zeile 24<br>Seite 3, Zeile 12 - Zeile 30<br>Seite 7, Zeile 25 - Zeile 28<br>Anspruch 10<br><br>----- | 9-12               |
| X   | US 2011/227422 A1 (KUMAR MAHESH [IN] ET AL) 22. September 2011 (2011-09-22)<br>Abbildung 4<br>Absatz [0003] - Absatz [0004]<br>Absatz [0020]<br>Absatz [0031] - Absatz [0032]<br><br>-----  | 1-8                |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/053280

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 2259420   | A1 | 08-12-2010                    | CN 201830164 U                    | 11-05-2011                    |
|  |    |                               | DE 202010005520 U1                | 05-08-2010                    |
|  |    |                               | EP 2259420 A1                     | 08-12-2010                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| WO 2011147751                                      | A2 | 01-12-2011                    | DE 102010029460 A1                | 01-12-2011                    |
|  |    |                               | EP 2577839 A2                     | 10-04-2013                    |
|  |    |                               | WO 2011147751 A2                  | 01-12-2011                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| WO 2011091919                                      | A1 | 04-08-2011                    | DE 102010001423 A1                | 04-08-2011                    |
|  |    |                               | EP 2532042 A1                     | 12-12-2012                    |
|  |    |                               | WO 2011091919 A1                  | 04-08-2011                    |
| -----  |    |                               |                                   |                               |
| US 2011227422                                      | A1 | 22-09-2011                    | KEINE                             |                               |
| -----  |    |                               |                                   |                               |