

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Juni 2018 (21.06.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/108779 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 7/25 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/082152

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Dezember 2017 (11.12.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A51124/2016 12. Dezember 2016 (12.12.2016) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: GREUL, Roland; Pflanzengasse 3/13, 8020
Graz (AT). NISTELBERGER, Stefan; Maygasse 15/17,

8010 Graz (AT). KÖNIG, Oliver; Carl-Spitzweg-Gasse
9, 8042 Graz (AT). LANG, Alois; Am Langedelwehr 26,
8010 Graz (AT). SEIDL, Manfred; Mailänderweg 3, 8330
Mühldorf (AT). RUDELSTORFER, Paul; Gartengasse
22, 8010 Graz (AT). PUMBERGER, Michael; Wieland-
gasse 14-16/11, 8010 Graz (AT).

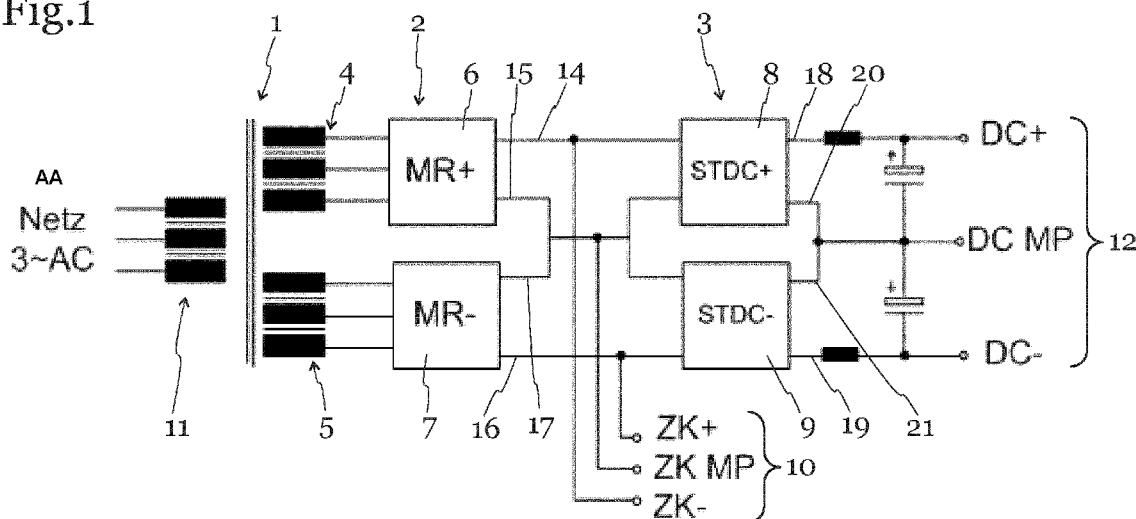
(74) Anwalt: PUCHBERGER & PARTNER PATENTAN-
WÄLTE; Reichsratsstraße 13, 1010 Wien (AT).

(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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

(54) Title: APPARATUS FOR TESTING ELECTRICAL ENERGY STORAGE SYSTEMS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR PRÜFUNG ELEKTRISCHER ENERGIESPEICHERSYSTEME

Fig.1



AA 3-phase AC grid

(57) Abstract: The invention relates to an apparatus for generating a switched electrical DC voltage, comprising a transformer, a rectifier module (2) and a DC-DC voltage converter module (3), wherein the transformer (1) has a first secondary circuit (4) and a second secondary circuit (5), the first secondary circuit (4) has a downstream first rectifier (6) and the second secondary circuit (5) has a downstream second rectifier (7), and the first rectifier (6) has a downstream first switched DC-DC voltage converter (8) and the second rectifier (7) has a downstream second switched DC-DC voltage converter (9), the downstream DC-DC voltage converters (8, 9) being embodied as two-level step-down converters. The invention furthermore relates to the use of this apparatus for testing an electrical energy storage system.



NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung einer geschalteten elektrischen Gleichspannung, umfassend einen Transformator, ein Gleichrichtermodul (2) und ein Gleichspannungswandlermodul (3), wobei der Transformator (1) einen ersten Sekundärkreis (4) und einen zweiten Sekundärkreis (5) aufweist, dem ersten Sekundärkreisen (4) ein erster Gleichrichter (6) und dem zweiten Sekundärkreis (5) ein zweiter Gleichrichter (7) nachgeschaltet ist, und dem ersten Gleichrichter (6) ein erster geschalteter Gleichspannungswandler (8) und dem zweiten Gleichrichter (7) ein zweiter geschalteter Gleichspannungswandler (9) nachgeschaltet ist, wobei die nachgeschalteten Gleichspannungswandler (8, 9) als Zwei-Level Tiefsetzsteller ausgeführt sind. Die Erfindung betrifft des Weiteren die Verwendung dieser Vorrichtung zur Prüfung eines elektrischen Energiespeichersystems.

Vorrichtung zur Prüfung elektrischer Energiespeichersysteme

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung einer geschalteten elektrischen Gleichspannung, wobei die Vorrichtung einen Transformator, ein Gleichrichtermodul und ein Gleichspannungswandlermodul umfasst. Die Erfindung betrifft des Weiteren die Verwendung einer derartigen Vorrichtung zur Prüfung elektrischer Energiespeichersysteme.

Aus dem Stand der Technik sind Vorrichtungen zur Prüfung von elektrischen Energiespeichersystemen, insbesondere Batterietestsysteme, bekannt, insbesondere für die Prüfung der elektrischen Energiespeicher für Elektrofahrzeuge. Die zu testenden Batteriesysteme arbeiten mit möglichst hohen Gleichspannungen, um Querschnittseinsparungen bei der Verkabelung im Fahrzeug und damit auch Kosten und Gewicht zu sparen. Dies erfordert für die Prüfvorrichtungen die Erzeugung von geschalteten Prüf-Gleichspannungen im Bereich von 1000V und darüber. Gleiches gilt für die Emulation derartiger Energiespeichersysteme.

Zu diesem Zweck ist es bekannt, der Sekundärseite eines Transformators ein Gleichrichtermodul nachzuschalten und über geschaltete Gleichspannungswandler die erforderliche geschaltete Gleichspannung zu erzeugen.

Zur Erzeugung dieser geschalteten Gleichspannung sind elektronische Schalter in Form von MOSFETs oder IGBTs mit Blockierspannungsfestigkeiten im Bereich 650V, 1200V oder 1700V gebräuchlich, wobei die Blockierspannungsfestigkeit etwa 30% - 40% über der zu schaltenden Gleichspannung liegt, um Halbleiterschäden zu vermeiden.

Dabei unterscheiden sich die elektronischen Schalter abhängig von der Spannungsklasse erheblich in ihrer Schaltgeschwindigkeit: Halbleiterschalter mit höherer Blockierspannungsfestigkeit weisen in der Regel eine geringere Schaltfrequenz und Dynamik auf als Halbleiterschalter mit niedrigerer Blockierspannungsfestigkeit.

Um die geforderte Dynamik der Prüfsysteme auch bei hohen Gleichspannungen zu erreichen, ist es bekannt, kaskadierte Gleichspannungswandler mit reduzierten Teilspannungen einzusetzen. Gebräuchlich ist beispielsweise der Einsatz von Drei-

Level Invertern. Dabei wird die hohe Eingangs-Gleichspannung auf mehrere, in Serie angeordnete Halbleiterschalter, insbesondere IGBTs, aufgeteilt, sodass für jeden einzelnen Halbleiterschalter eine reduzierte Blockierspannungsfestigkeit erforderlich ist. Der Einsatz von Drei-Level-Invertern hat jedoch den Nachteil eines erhöhten Schaltaufwands.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, diese und andere Nachteile zu überwinden und eine Vorrichtung zum Testen elektrischer Energiespeicher zu schaffen, welche die Realisierung der erforderlichen hohen geschalteten Gleichspannungen mit möglichst guter Dynamik und hoher Schaltfrequenz bei möglichst niedrigem Schaltaufwand ermöglicht.

Diese Aufgabe wird mit einer eingangs erwähnten Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Transformator einen ersten Sekundärkreis und einen zweiten Sekundärkreis aufweist, wobei dem ersten Sekundärkreis ein erster Gleichrichter und dem zweiten Sekundärkreis ein zweiter Gleichrichter nachgeschaltet ist, und dem ersten Gleichrichter ein erster geschalteter Gleichspannungswandler und dem zweiten Gleichrichter ein zweiter geschalteter Gleichspannungswandler nachgeschaltet ist, wobei die geschalteten Gleichspannungswandler als Zwei-Level Tiefsetzsteller (two-level step-down converter) ausgeführt sind. Die beiden geschalteten Gleichspannungswandler werden ausgangsseitig vorzugsweise in Serie geschaltet, sodass sich ihre Ausgangsspannungen addieren.

Dadurch werden zwei galvanisch getrennte Leistungspfade mit jeweils reduzierter Spannung realisiert. Dies erlaubt in den Leistungspfaden die Verwendung von Halbleiterschaltern mit niedrigerer Blockierspannungsfestigkeit und höherer Schaltfrequenz und Dynamik, als dies bei Verwendung eines einzigen Leistungspfades möglich wäre.

Im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen erlaubt die erfindungsgemäße Vorrichtung eine hohe Dynamik des Prüfsystems beim Einsatz von 1200V Halbleitern bei Ausgangsspannungen von 1200V oder darüber. Dadurch lässt sich einerseits der Vorteil erzielen, dass im Aufbau einfachere Zwei-Level Tiefsetzsteller verwendet werden können, welche sowohl eine höhere Schaltfrequenz als auch eine verbesserte Dynamik

aufweisen als Halbleiterschalter mit höherer Blockierspannungsfestigkeit. Andererseits teilen sich die beiden Leistungspfade die Gesamtspannung so auf, dass Halbleiterschalter mit geringerer Blockierspannungsfestigkeit als die Gesamtspannung verwendet und die Gleichspannungswandler ausgangsseitig jeweils in Serie geschaltet werden können, um die gewünschte hohe Ausgangsspannung zu erreichen.

Erfindungsgemäß ist günstigerweise vorgesehen, dass die Bezugspotentiale des ersten Gleichrichters und des zweiten Gleichrichters zusammengeschaltet sind, sowie dass die Bezugspotentiale des ersten Gleichspannungswandlers und des zweiten Gleichspannungswandlers zusammengeschaltet und vorzugsweise als Mittelpunktpotential herausgeführt sind. Dabei können entweder nur die Bezugspotentiale der Gleichspannungswandler als Mittelpunktpotential herausgeführt werden oder die Bezugspotentiale der Gleichrichter und der Gleichspannungswandler durchgeschliffen und gemeinsam als Mittelpunktpotential herausgeführt werden. Dadurch wird erreicht, dass die Ausgangsspannung der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung der Summe der Ausgangsspannungen der beiden Leistungspfade entspricht. Die Leistungspfade teilen sich die hohe Gesamtspannung erfindungsgemäß auf, sodass für jeden Leistungspfad Halbleiterschalter mit geringerer Blockierspannungsfestigkeit und höherer Dynamik verwendet werden können.

Vorteilhafterweise werden die Ausgänge und Bezugspotentiale des ersten Gleichrichters und des zweiten Gleichrichters als Zwischenkreisanschlüsse herausgeführt. Insbesondere können sie – z.B. zur Versorgung eines externen Verbrauchers – aus der Vorrichtung herausgeführt sein, beispielsweise in Form von Abgriffklemmen. Diese Zwischenkreisanschlüsse liefern eine im Wesentlichen konstante Gleichspannung und können insbesondere zur Versorgung eines externen Verbrauchers verwendet werden.

Grundsätzlich können der erste Sekundärkreis und/oder der zweite Sekundärkreis mit einem beliebigen Übersetzungsverhältnis ausgeführt werden. Beispielsweise kann ein Übersetzungsverhältnis von 2:1 zur Primärseite ausgeführt sein, sodass die Ausgangsspannungen der Sekundärkreise und somit die Eingangsspannung der Leistungspfade jeweils der halben Eingangsspannung des Transformators entsprechen. Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, den ersten Sekundärkreis und den

zweiten Sekundärkreis mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:0,94 zur Primärseite auszuführen, da hier die Eingangsspannungen der Leistungspfade beispielsweise noch im Niederspannungsbereich bleiben und dementsprechende Niederspannungsnormen Gültigkeit haben. Bei dem sich dadurch ergebenden Niederspannungsbereich im Zwischenkreis bietet die erfindungsgemäße Vorrichtung, welche zwei in Serie geschaltete Zwei-Level Tiefsetzsteller vorsieht, wobei jeweils ein Zwei-Level Tiefsetzsteller pro Leistungspfad angeordnet ist, den Vorteil, dass kleinere und passive Filterkomponenten verwendet werden können.

Die Verwendung dieser Schaltungstopologie stellt überraschenderweise trotz der Verwendung von doppelt so vielen Bauteilen als bei bekannten Vorrichtungen eine schnellere, dynamischere und günstigere Vorrichtung dar.

Erfindungsgemäß kann aber auch eine andere Aufteilung der hohen Primärspannung vorgesehen sein, beispielsweise indem ein Leistungspfad mit einer höheren Spannung beaufschlagt wird, als der andere Leistungspfade. Dadurch kann gezielt eine Asymmetrie der Gleichspannung an den Ausgangsanschlüssen der Prüfvorrichtung erreicht werden.

Erfindungsgemäß kann auch vorgesehen sein, die hohe Primärspannung in drei oder mehr Sekundärpfade aufzuteilen, wobei die jeweiligen Sekundärpfade jeweils mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Serienschaltung aus Gleichrichtermodul und geschaltetem Gleichspannungswandler ausgeführt sind, und wobei die Gleichspannungswandler ausgangsseitig jeweils in Serie geschaltet sind, um die gewünschte hohe Ausgangsspannung zu erreichen.

Vorteilhafterweise sind der erste Sekundärkreis und der zweite Sekundärkreis des Transformators dreiphasig.

In einer vorteilhaften Variante der Erfindung sind die geschalteten Gleichspannungswandler als vierarmige Zwei-Level Tiefsetzsteller (two-level, four-leg step-down converter) ausgeführt. Günstigerweise werden in den Gleichrichtern und den geschalteten Gleichspannungswandlern Halbleiterbauelemente, insbesondere IGBTs oder MOSFETs, verwendet.

Erfindungsgemäß kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Vorrichtung zur Erzeugung einer geschalteten Gleichspannung mit einer Amplitude von über 1000V, vorzugsweise über 1200V, besonders bevorzugt im Bereich von 1300V bis 1700V, ausgelegt ist, wobei die Halbleiterbauelemente in den Leistungspfaden, insbesondere in den Gleichrichtern und/oder den geschalteten Gleichspannungswandlern, eine Blockierspannungsfestigkeit von unter 1700V, vorzugsweise etwa 1200 V, aufweisen.

In einer Variante der Erfindung sind vorteilhafterweise die geschalteten Gleichspannungswandler ausgangsseitig in Serie geschaltet. Damit kann eine erhöhte Gleichspannung zur Verfügung gestellt werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird des Weiteren durch die eingangs geschilderte Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Prüfung eines elektrischen Energiespeichersystems erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die elektrischen Ausgänge der Gleichspannungswandler an das zu prüfende Energiespeichersystem angeschlossen werden.

Erfindungsgemäß können bei dieser Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch zusätzlich zur Prüfung des elektrischen Energiespeichersystems die optional vorgesehenen Zwischenkreisanschlüsse zur Versorgung eines elektrischen Verbrauchers verwendet werden.

Die Erfindung betrifft schließlich auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Emulation eines elektrischen Energiespeichersystems.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren. Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht-einschränkenden, nicht-ausschließlichen Ausführungsbeispiele, die in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert. Darin zeigen

Fig. 1 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,

Fig. 2a einen detaillierten Schaltplan einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung, und

Fig. 2b einen detaillierten Schaltplan einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung. Die dreiphasige Netzspannung wird in einem Dreiphasen-Transformator 1, mit einer Primärseite 11 und zwei Sekundärkreisen 4, 5 auf zwei Sekundärpfade aufgeteilt. Die beiden Sekundärpfade bilden jeweils einen eigenen Leistungspfad zur Erzeugung der geforderten geschalteten Gleichspannung.

Jeder einzelne Leistungspfad umfasst ein Gleichrichtermodul MR und einen Gleichspannungswandler STDC, wobei im oberen Leistungspfad das Gleichrichtermodul MR+ 6 und der Gleichspannungswandler STDC+ 8, und im unteren Leistungspfad das Gleichrichtermodul MR- 7 und der Gleichspannungswandler STDC- 9 vorgesehen sind, wobei die beiden Gleichrichtermodule 2 und die beiden Gleichspannungswandler 3 üblicherweise für eine symmetrische Belastung vom gleichen Typ sein können. Die Bezugspotentiale 15, 17 der beiden Gleichrichtermodule 6, 7 sind zusammengeschaltet. Die beiden Gleichspannungswandler STDC+ 8 und STDC- 9 sind ausgangsseitig in Serie geschaltet, um die gewünschte Höhe Ausgangsspannung an den Ausgängen 18, 19 der Gleichspannungswandler 3 bzw. den Bezugspotentialen 20, 21 der Gleichspannungswandler 3 zu erzeugen.

Die galvanische Trennung der beiden Leistungspfade bringt den Vorteil mit sich, dass die Zwischenkreisspannung der beiden Leistungspfade, also die Spannung am Bezugspotential 15, 17, nur auf einem Spannungsniveau von etwa 650V bis 850V liegt, obwohl eine Ausgangsspannung von 1200V – 1700V erreicht werden kann. Daher ist der Einsatz von Halbleitern (IGBT, MOSFET, Dioden) mit niedrigerer Blockierspannungsfestigkeit und geringen Schalt- und Leitverlusten und dementsprechend höherer Schaltfrequenz und Dynamik möglich.

Beispielsweise werden IGBTs mit einer Blockierspannungsfestigkeit von 1200V eingesetzt. Die Dynamik der zu regelnden Ausgangsspannung ist hoch, denn 1200V Halbleitern weisen eine Schaltfrequenz von etwa 5 - 15kHz auf, während 1700V Halbleiter typisch lediglich mit einer Schaltfrequenz von 1.5 – 4 kHz betrieben werden können. Somit können hohe Systemausgangsspannungen von bis zu 1500V DC mit 1200V Halbleitern realisiert werden.

Neben der besseren Systemdynamik, die vergleichbar mit 800V Batterietestern bzw. Emulatoren ist, besteht ein weiterer Vorteil dieser Topologie darin, dass auch das Potential DC_MP (MP... Mittelpunkt) aus der Schaltung herausgeführt und verwendet werden kann. Es kann somit gezielt eine Asymmetrie der Spannung an den Teilausgängen DC+ zu DC_MP und DC MP zu DC- eingeregelt werden, die für das Testen des Prüfling eingesetzt werden kann und als elektrische Ausgänge 12 zusammengefasst sind.

Weiters ist es möglich, dass der Zwischenkreis, zwischen den Bezugspotentialen 15, 17 des Gleichrichtermoduls 2 und den Ausgängen 14, 16 des Gleichrichtermoduls 2 mit den Anschlüssen, ZK + , ZK MP und ZK – herausgeführt und als Zwischenkreisanschlüsse 10 ausgeführt wird. Daran können sowohl Zwei-Level Motorumrichter, als auch Drei-Level Motorumrichter oder andere elektrische Verbraucher angeschlossen werden.

Fig. 2a zeigt einen detaillierten Schaltplan einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung. Die Vorrichtung umfasst einen Dreiphasen-Transformator 1 mit einer geteilten Sekundärseite, die einen ersten Sekundärkreis 4 und einen zweiten Sekundärkreis 5 umfasst. Jede der beiden Sekundärseiten treiben einen eigenen Leistungspfad mit einem Gleichrichtermodul 2 umfassend einen ersten Gleichrichter 6 und einen zweiten Gleichrichter 7, sowie einem geschalteten Gleichspannungswandlermodul 3 umfassend einen ersten Gleichspannungswandler 8 und einen zweiten Gleichspannungswandler 9.

Die Gleichspannungswandler 8, 9 sind ausgangsseitig in Serie geschaltet, um an den elektrischen Ausgängen 12 eine erhöhte Gleichspannung zur Verfügung zu stellen. Die Bezugspotentiale der Gleichrichter 6, 7 und der Gleichspannungswandler 8, 9 sind zusammengeschaltet und als Mittelpunktpotential MP aus der Vorrichtung herausgeführt.

Die Gleichrichtermodule 6, 7 basieren auf einer Zwei-Level Inverter-Topologie mit IGBTs 13 und Halbleiterdioden, sowie einem Pufferkondensator 22 zwischen dem jeweiligen Ausgang 14, 16 und dem Bezugspotential 15, 17.

Die Gleichspannungswandler 8, 9 basieren auf einer vierarmigen (four-legs) Zwei-Level Tiefsetzsteller-Topologie (step-down converter), ebenfalls mit IGBTs 13 und Halbleiterdioden.

Die Ausgänge 18, 19 der vier Arme (legs) des Tiefsetzstellers sind als Ausgangsanschlüsse herausgeführt und über einen Pufferkondensator 23 gegen das Bezugspotential 20 gepuffert. Sowohl bei den verwendeten IGBTs, als auch bei den verwendeten Halbleiterdioden handelt es sich vorzugsweise um Bauelemente mit einer Blockierspannungsfestigkeit von 1200V oder niedriger, um bei einer Ausgangsspannung von über 1200V DC eine möglichst hohe Schaltfrequenz zu gewährleisten.

In diesem Ausführungsbeispiel ist das Potential des Zwischenkreises zwischen den Gleichrichtern 6, 7 und den Gleichspannungswandlern 8, 9 nicht herausgeführt. Es ist ersichtlich, dass die Bezugspotentiale 15, 17 der Gleichrichtermodule und die Bezugspotentiale 20, 21 der Gleichspannungswandler 8, 9 zusammengeschlossen sind und den Mittelpunktanschluss MP bilden, der herausgeführt ist. Durch Anpassung des Übersetzungsverhältnisses der Sekundärkreise 4, 5 gegenüber der Primärseite 11 kann eine gewünschte Spannungs-Symmetrie an den Ausgängen 12 der Vorrichtung eingestellt werden.

Fig. 2b zeigt einen weiteren detaillierten Schaltplan einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung. Der Schaltplan entspricht im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2a. Die Gleichrichtermodule 6, 7 basieren wiederum auf einer Zwei-Level Inverter-Topologie mit IGBTs 13. Die Gleichspannungswandler 8, 9 basieren wiederum auf einer vierarmigen (four-legs) Zwei-Level Tiefsetzsteller-Topologie, ebenfalls mit IGBTs 13.

In diesem Ausführungsbeispiel sind die Zwischenkreisanschlüsse 10 herausgeführt. Es ist ersichtlich, dass die Bezugspotentiale 15, 17 der Gleichrichtermodule und die Bezugspotentiale 20, 21 der Gleichspannungswandler 8, 9 zusammengeschlossen sind und den Mittelpunktanschluss MP bilden. Zusätzlich ist dieses Bezugspotential auch als Teil der Zwischenkreisanschlüsse 10 herausgeführt.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die vorliegenden Ausführungsbeispiele, sondern umfasst sämtliche Vorrichtungen und Verwendungen im Rahmen der nachfolgenden Patentansprüche.

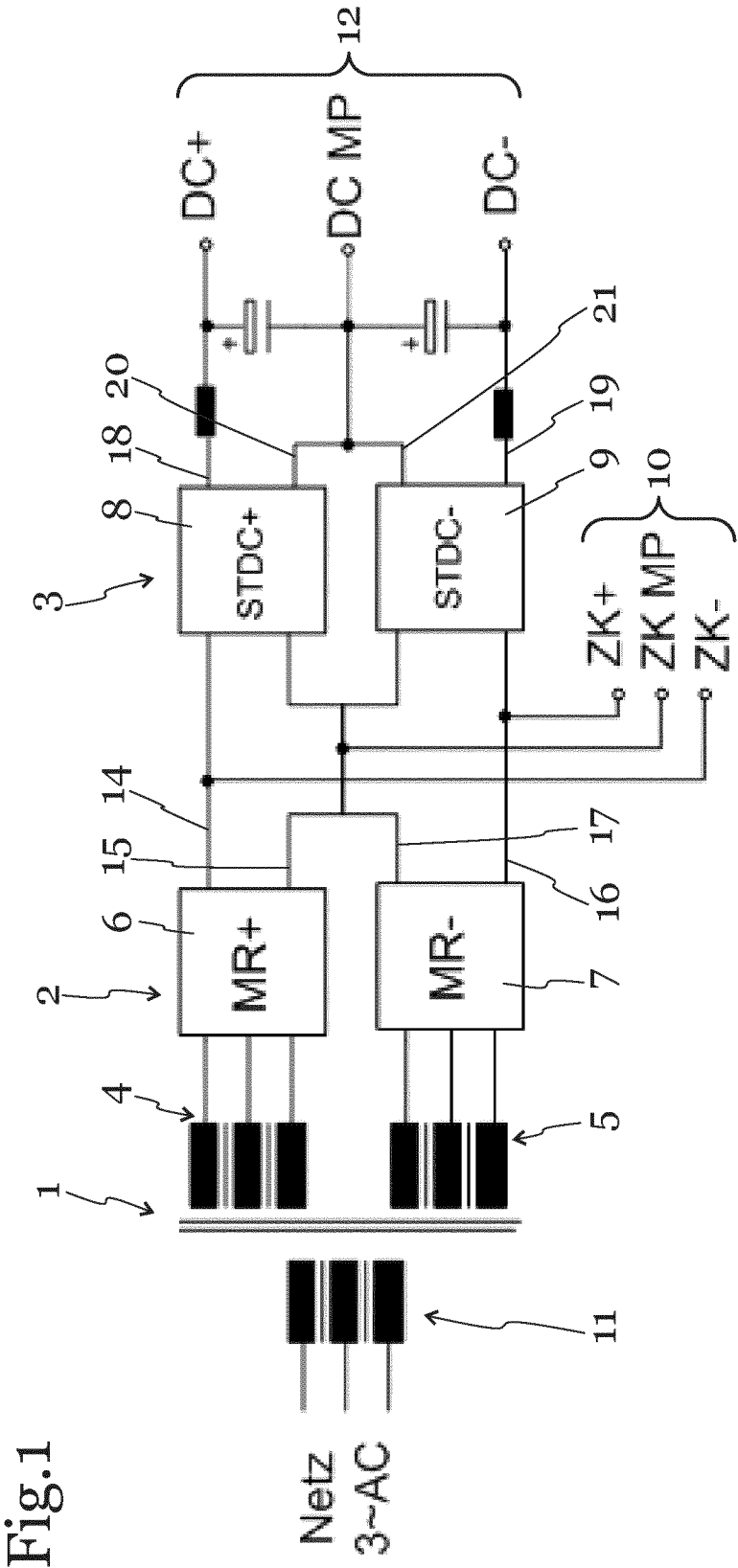
Bezugszeichenliste

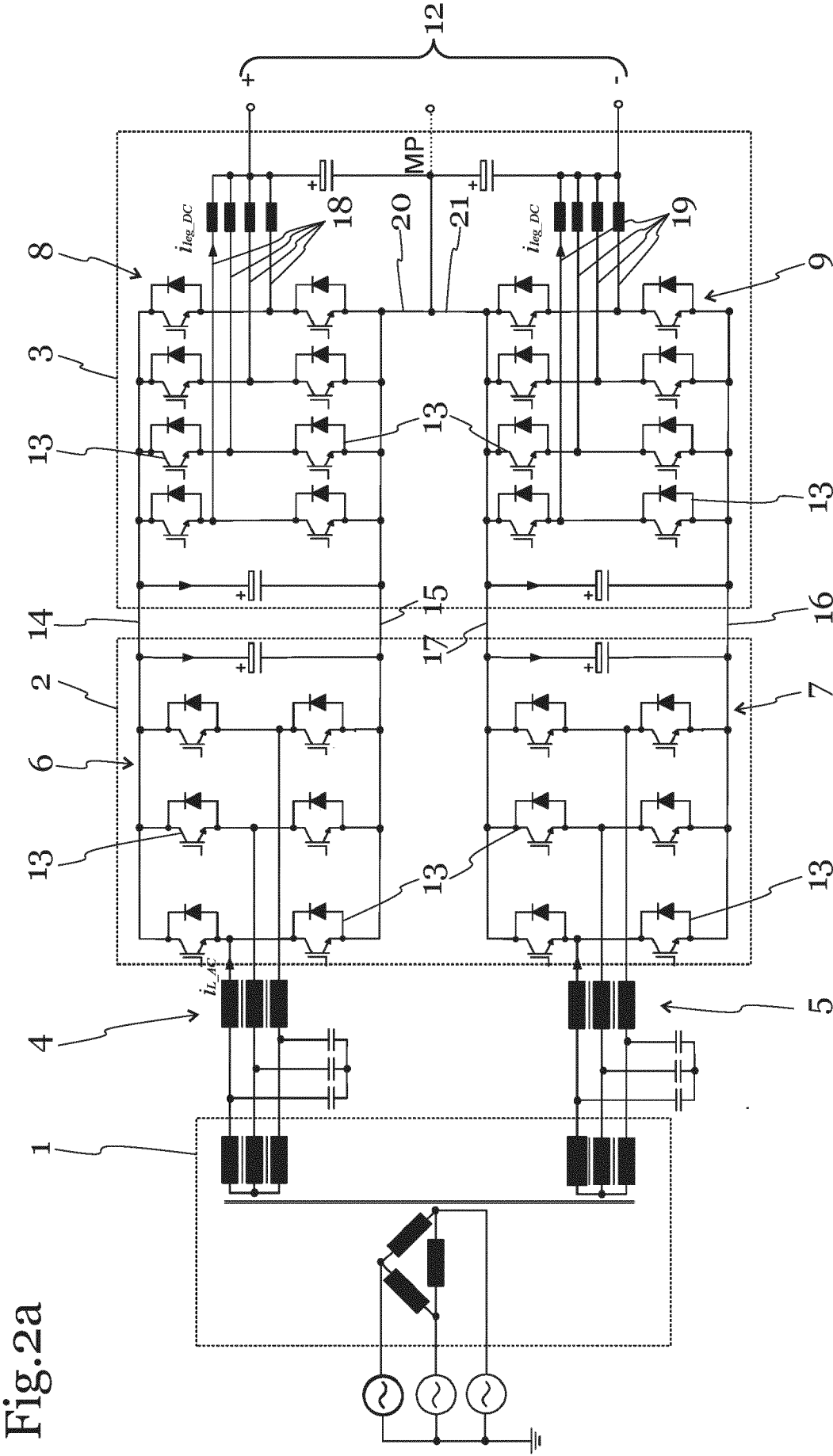
- | | |
|----|---|
| 1 | Transformator |
| 2 | Gleichrichtermodule |
| 3 | Gleichspannungswandlermodule |
| 4 | Erster Sekundärkreis |
| 5 | Zweiter Sekundärkreis |
| 6 | Erster Gleichrichter |
| 7 | Zweiter Gleichrichter |
| 8 | Erster Gleichspannungswandler |
| 9 | Zweiter Gleichspannungswandler |
| 10 | Zwischenkreisanschlüsse |
| 11 | Primärseite des Transformators |
| 12 | Elektrische Ausgänge |
| 13 | IGBT |
| 14 | Ausgang des ersten Gleichrichters |
| 15 | Bezugspotential des ersten Gleichrichters |
| 16 | Ausgang des zweiten Gleichrichters |
| 17 | Bezugspotential des zweiten Gleichrichters |
| 18 | Ausgang des ersten Gleichspannungswandlers |
| 19 | Ausgang des zweiten Gleichspannungswandlers |
| 20 | Bezugspotential des ersten Gleichspannungswandlers |
| 21 | Bezugspotential des zweiten Gleichspannungswandlers |

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung einer geschalteten elektrischen Gleichspannung, wobei die Vorrichtung einen Transformator (1), ein Gleichrichtermodul (2) und ein Gleichspannungswandlermodul (3) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a. der Transformator (1) einen ersten Sekundärkreis (4) und einen zweiten Sekundärkreis (5) aufweist,
 - b. dem ersten Sekundärkreis (4) ein erster Gleichrichter (6) und dem zweiten Sekundärkreis (5) ein zweiter Gleichrichter (7) nachgeschaltet ist,
 - c. dem ersten Gleichrichter (6) ein erster geschalteter Gleichspannungswandler (8) und dem zweiten Gleichrichter (7) ein zweiter geschalteter Gleichspannungswandler (9) nachgeschaltet ist, wobei die geschalteten Gleichspannungswandler (8, 9) als Zwei-Level Tiefsetzsteller ausgeführt sind
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugspotentiale (15, 17) des ersten Gleichrichters (6) und des zweiten Gleichrichters (7) zusammengeschaltet sind, sowie die Bezugspotentiale (20, 21) des ersten Gleichspannungswandlers (8) und des zweiten Gleichspannungswandlers (9) zusammengeschaltet und vorzugsweise als Mittelpunktpotential (MP) herausgeführt sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgänge (14, 16) und Bezugspotentiale (15, 17) des ersten Gleichrichters (6) und des zweiten Gleichrichters (7) als Zwischenkreisanschlüsse (10), insbesondere zur Versorgung eines externen Verbrauchers herausgeführt sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sekundärkreis (4) und/oder der zweite Sekundärkreis (5) mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:0,94 zur Primärseite (11) ausgeführt sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sekundärkreis (4) und der zweite Sekundärkreis (5) des Transformators (1) dreiphasig sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die geschalteten Gleichspannungswandler (8, 9) als vierarmige Zwei-Level Tiefsetzsteller ausgeführt sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in den Gleichrichtern (6, 7) und den geschalteten Gleichspannungswandlern (8, 9) Halbleiterbauelemente, insbesondere IGBTs (13) oder MOSFETs, verwendet werden.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Erzeugung einer geschalteten Gleichspannung mit einer Amplitude von über 1000V, vorzugsweise über 1200V, besonders bevorzugt im Bereich von 1300V bis 1700V, ausgelegt ist, wobei die Halbleiterbauelemente in den Gleichrichtern (6, 7) und den geschalteten Gleichspannungswandlern (8, 9) eine Blockierspannungsfestigkeit von unter 1700V, vorzugsweise etwa 1200 V, aufweisen.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die geschalteten Gleichspannungswandler (8, 9) ausgangsseitig in Serie geschaltet sind.
10. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Prüfung eines elektrischen Energiespeichersystems, wobei die elektrischen Ausgänge (12) der Gleichspannungswandler (8, 9) an das zu prüfende Energiespeichersystem angeschlossen werden.
11. Verwendung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zur Prüfung des elektrischen Energiespeichersystems die Zwischenkreisanschlüsse (10) zur Versorgung eines elektrischen Verbrauchers verwendet werden.





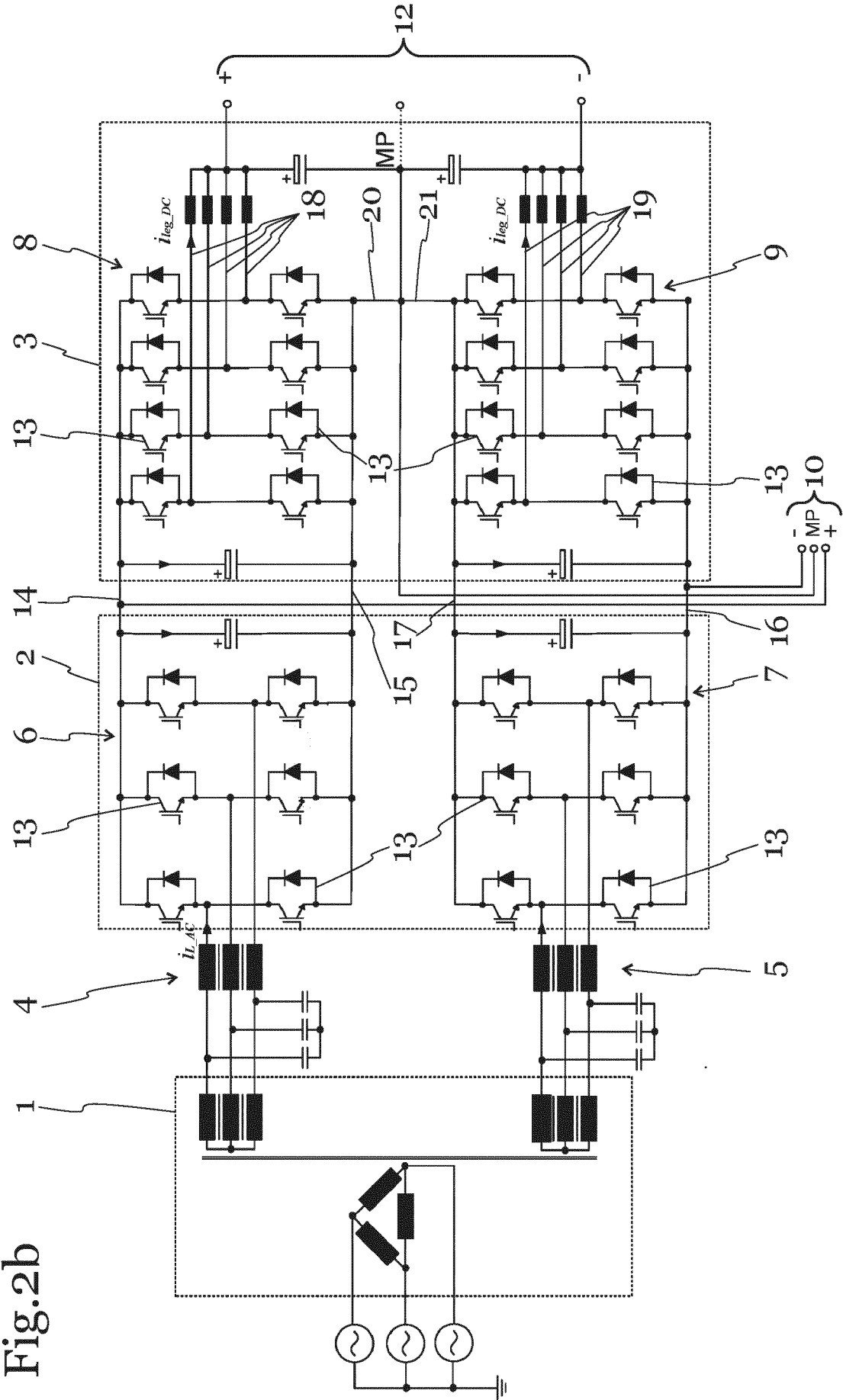


Fig.2b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/082152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M7/25
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)

EP0-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	DE 40 25 685 A1 (LICENTIA GMBH [DE]) 20 February 1992 (1992-02-20) column 2, line 29 - line 67; figure 1 -----	1-11
A	CA 2 792 702 A1 (PL TECHNOLOGIES AG [CH]) 17 April 2014 (2014-04-17) the whole document -----	1-11
A	WO 2014/157719 A1 (CHUO ELECTRONIC SYSTEMS INC [JP]; SK TECH SALES INC [JP]; YASHIMA DENK) 2 October 2014 (2014-10-02) the whole document -----	1-11

☐

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

30 January 2018

Date of mailing of the international search report

07/02/2018

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

Gentili, Luigi

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/082152

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4025685	A1	20-02-1992	NONE
CA 2792702	A1	17-04-2014	NONE
WO 2014157719	A1	02-10-2014	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/082152

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02M7/25
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte 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)

EP0-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	DE 40 25 685 A1 (LICENTIA GMBH [DE]) 20. Februar 1992 (1992-02-20) Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 67; Abbildung 1 -----	1-11
A	CA 2 792 702 A1 (PL TECHNOLOGIES AG [CH]) 17. April 2014 (2014-04-17) das ganze Dokument -----	1-11
A	WO 2014/157719 A1 (CHUO ELECTRONIC SYSTEMS INC [JP]; SK TECH SALES INC [JP]; YASHIMA DENK) 2. Oktober 2014 (2014-10-02) das ganze Dokument -----	1-11

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. Januar 2018

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/02/2018

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

Gentili, Luigi

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/082152

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4025685	A1	20-02-1992	KEINE
CA 2792702	A1	17-04-2014	KEINE
WO 2014157719	A1	02-10-2014	KEINE