

(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
29. Oktober 2009 (29.10.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/130286 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/42 (2006.01) **H02M 1/32** (2007.01)

Property (CH-LC/IP), Brown Boveri Strasse 6 CH-5400
Baden (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/054908

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. April 2009 (23.04.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
08155061.8 24. April 2008 (24.04.2008) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ABB SCHWEIZ AG** [CH/CH]; Brown Boveri Strasse 6, CH-5400 Baden (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **REES, Jochen** [DE/DE]; Tannstrasse 2b, 79761 Waldshut-Tiengen (DE). **RUETTEN, Klaus** [DE/DE]; Kirschbaumweg 30, 79761 Waldshut-Tiengen (DE).

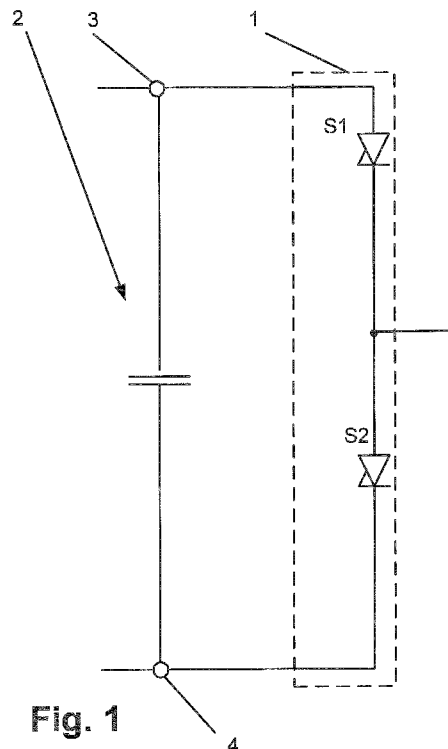
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,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

(74) Anwalt: **BERNER, Thomas**; ABB Patent Attorneys, Zusammenschluss 154, c/o ABB Schweiz AG, Intellectual

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE ERROR DETECTION IN A CONVERTER CIRCUIT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR FEHLERERKENNUNG IN EINER UMRICHTERSCHALTUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for error detection in a converter circuit, wherein the converter circuit comprises a partial converter system (1) and a direct voltage circuit connected to the partial converter system, wherein the partial converter system (1) comprises a first controllable bidirectional power semiconductor switch (S1) and a second controllable bidirectional power semiconductor switch (S1) connected in series to the first controllable bidirectional power semiconductor switch (S1), or alternatively comprises a first, second, third and fourth controllable bidirectional power semiconductor switch (S1, S2, S3, S4) and a fifth and sixth semiconductor switch (S5, S6), and wherein the controllable bidirectional power semiconductor switches (S1, S2, S3, S4) are switched after an error detection sequence. For detecting an error of the second controllable bidirectional power semiconductor switch (S2) in case of the partial converter system (1) with the first and second controllable bidirectional power semiconductor switch (S1, S2), the controllable bidirectional power semiconductor switches (S1, S2) are initially turned off after the error detection sequence, and the direct voltage circuit (2) is brought to a settable voltage level. After the error detection sequence, the first controllable bidirectional power semiconductor switch (S1) is then turned on, wherein the voltage level on the direct voltage circuit (2) is monitored for a settable time frame with respect to a threshold value.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird ein Verfahren zur Fehlererkennung in einer Umrichterschaltung angegeben, bei dem die Umrichterschaltung ein Teilumrichtersystem (1) und einen mit dem Teilumrichtersystem verbundenen Gleichspannungskreis umfasst, wobei das Teilumrichtersystem (1) einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S2) aufweist oder alternativ einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) aufweist, und bei dem die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet werden. Zur Erkennung eines Fehlers des zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters (S2) im Fall des Teilumrichtersystems (1) mit dem ersten- und zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters (S1, S2) werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) zunächst ausgeschaltet und der Gleichspannungskreis (2) auf ein einstellbares Spannungsniveau gebracht. Danach wird nach der Fehlererkennungssequenz der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1) eingeschaltet, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird.

5

10

Verfahren zur Fehlererkennung in einer Umrichterschaltung

BESCHREIBUNG

15

Technisches Gebiet

- 20 Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet Diagnoseverfahren von Umrichterschaltungen. Sie geht aus von einem Verfahren zur Fehlererkennung in einer Umrichterschaltung gemäss dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

25 Stand der Technik

- Leistungshalbleiterschalter werden derzeit vermehrt in der Umrichtertechnik und insbesondere in Umrichterschaltungen zur Schaltung von zwei oder drei Spannungsniveaus eingesetzt. Eine heute übliche Umrichterschaltung zur Schaltung von zwei Spannungsniveaus ist
- 30 in Fig. 1 dargestellt. Gemäss Fig. 1 umfasst die Umrichterschaltung ein Teilumrichtersystem und einen durch einen Kondensator gebildeten Gleichspannungskreis, wobei der Gleichspannungskreis einen ersten Hauptanschluss und einen zweiten Hauptanschluss aufweist und das Teilumrichtersystem einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter

- 2 -

ter in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter aufweist und der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit dem ersten Hauptanschluss und der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter dem zweiten Hauptanschluss verbunden ist. Zur Fehlererkennung bei einem ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter werden die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter typischerweise nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet.

Eine weitere heute übliche Umrichterschaltung zur Schaltung von drei Spannungsniveaus ist in Fig. 3 dargestellt. Gemäss Fig. 3 umfasst die Umrichterschaltung ebenfalls ein Teilumrichtersystem und einen durch zwei in Serie geschaltete Kondensatoren gebildeten Gleichspannungskreis, wobei der Gleichspannungskreis einen ersten Hauptanschluss und einen zweiten Hauptanschluss und einen durch die zwei benachbarten und miteinander verbundenen Kondensatoren gebildeten Teilanschluss umfasst, und wobei das Teilumrichtersystem einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter aufweist, wobei der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter mit dem ersten Hauptanschluss und der vierte Leistungshalbleiterschalter mit dem zweiten Hauptanschluss verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter mit dem Teilanschluss verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter verbunden ist. Zur Fehlererkennung bei einem ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter und/oder bei einem Leistungshalbleiterschalter werden die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter ebenfalls typischerweise nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet. Oft sind die Verfahren zur Fehlererkennung eines oder mehrerer ansteuerbarer bidirektionaler Leistungshalbleiterschalter und/oder Leistungshalbleiterschalter kompliziert und bedingen demnach ein Schalten der ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter nach einer komplizierten Fehlererkennungssequenz. Ein einfaches Verfahren zur Fehlerer-

kennung eines oder mehrerer beschädigter oder fehlerhafter ansteuerbarer bidirektionaler Leistungshalbleiterschalter und/oder Leistungshalbleiterschalter wäre daher wünschenswert.

Darstellung der Erfindung

- 5 Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Fehlererkennung in einer Umrichterschaltung anzugeben, welches sehr einfach und unkompliziert ist und eine schnelle und sichere Erkennung von fehlerhaften und beschädigten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter der Umrichterschaltung und/oder Leistungshalbleiterschalter der Umrichterschaltung ermöglicht. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw.
- 10 durch die Merkmale des Anspruchs 5 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Beim erfindungsgemässen Verfahren zur Fehlererkennung in einer Umrichterschaltung, bei dem die Umrichterschaltung ein Teilumrichtersystem und einen durch einen Kondensator gebildeten Gleichspannungskreis umfasst, wobei der Gleichspannungskreis einen ersten

15 Hauptanschluss und einen zweiten Hauptanschluss aufweist und das Teilumrichtersystem einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter aufweist und der erste an-

20 steuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter mit dem ersten Hauptanschluss und der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter dem zweiten Hauptanschluss verbunden ist. Verfahrensmässig werden die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter dann nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet. Erfindungsgemäss werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter zunächst ausgeschaltet und der Gleichspannungskreis auf ein ein-

25 stellbares Spannungsniveau gebracht. Danach wird nach der Fehlererkennungssequenz der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter eingeschaltet, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird. Fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren

30 Zeitdauer unter den Schwellwert, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalters einen Fehler aufweist und beispielsweise leitet, obwohl dieser sperren sollte. Das Verfahren erkennt Fehler oder Beschädigung

- 4 -

gen von ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern der Umrichterschaltung somit schnell und sicher und zudem in denkbar einfacher und unkomplizierter Weise.

Alternativ dazu weist die Umrichterschaltung ebenfalls ein Teilumrichtersystem auf und umfasst einen durch zwei in Serie geschaltete Kondensatoren gebildeten Gleichspannungskreis, wobei der Gleichspannungskreis einen ersten Hauptanschluss und einen zweiten Hauptanschluss und einen durch die zwei benachbarten und miteinander verbundenen Kondensatoren gebildeten Teilanschluss umfasst. Das Teilumrichtersystem weist einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter auf, wobei der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter mit dem ersten Hauptanschluss und der vierte Leistungshalbleiterschalter mit dem zweiten Hauptanschluss verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter mit dem Teilanschluss verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter verbunden ist. Auch bei dieser Alternative werden die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter bezüglich des erfindungsgemässen Verfahrens nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet. Nach der Erfindung werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter zunächst ebenfalls ausgeschaltet und der Gleichspannungskreis wird auf ein einstellbares Spannungsniveau gebracht. Danach werden nach der Fehlererkennungssequenz der erste und zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter eingeschaltet, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird. Fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete dritte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter und/oder der fünfte Leistungshalbleiterschalter einen Fehler aufweist. Auch dieses zum vorstehenden Verfahren alternative erfindungsgemässe Verfahren erkennt Fehler oder Beschädigungen von ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern und Leistungshalbleiterschaltern der

- 5 -

Umrichterschaltung somit schnell und sicher und zudem in denkbar einfacher und unkomplizierter Weise.

5 Diese und weitere Aufgaben, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10

Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von zwei Spannungsniveaus, mit einem Teilumrichtersystem,

15

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von zwei Spannungsniveaus, mit einem Teilumrichtersystem und n weiteren Teilumrichtersystemen gemäss Fig. 1,

20 Fig. 3 eine dritte Ausführungsform einer Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von drei Spannungsniveaus, mit einem Teilumrichtersystem, und

Fig. 4 eine vierte Ausführungsform einer Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von drei Spannungsniveaus, mit einem Teilumrichtersystem und n
25 weiteren Teilumrichtersystemen gemäss Fig. 3.

Die in der Zeichnung verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebenen Ausführungsformen stehen
30 beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

In Fig. 1 ist die bereits eingangs detailliert beschriebene erste Ausführungsform einer herkömmlichen Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von zwei Spannungsniveaus
5 gezeigt. Die Umrichterschaltung umfasst ein Teilumrichtersystem 1 und einen durch einen Kondensator gebildeten Gleichspannungskreis 2 umfasst, wobei der Gleichspannungskreis 2 einen ersten Hauptanschluss 3 und einen zweiten Hauptanschluss 4 aufweist. Das Teilumrichtersystem 1 weist einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1 und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1 in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S2 auf, wobei der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 mit dem ersten Hauptanschluss 3 und der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 dem zweiten Hauptanschluss 4 verbunden ist. Der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1, S2 ist insbesondere als Abschaltthyristor (GTO
10 - Gate Turn-Off Thyristor) oder als integrierter Thyristor mit kommutierter Ansteuer Elektrode (IGCT - Integrated Gate Commutated Thyristor) mit jeweils einer antiparallel geschalteten Diode ausgebildet. Es ist aber auch denkbar einen vorstehend genannten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2 beispielsweise als Leistungs-MOSFET mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode oder als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode (IGBT) mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode auszubilden. Verfahrensmässig werden die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2 dann nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet. Erfindungsgemäss werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2 zunächst ausgeschaltet und der Gleichspannungskreis 2 auf ein einstellbares Spannungsniveau gebracht. Danach wird nach der Fehlererkennungssequenz der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 eingeschaltet, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird. Fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 einen Fehler aufweist und beispielsweise leitet, obwohl dieser sperren sollte. Das Verfahren erkennt Fehler oder Beschädigungen von ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern der Umrichterschaltung somit schnell und sicher und zudem in denkbar einfacher und unkomplizierter Weise.

Falls nun der Schwellwert nicht unterschritten wird, d.h. der zweite ansteuerbare bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S2 keinen Fehler aufweist, werden nach der Fehlererkennungsssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter ausgeschaltet und danach wird der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 eingeschaltet, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird. Fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete erste ansteuerbare bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S1 einen Fehler aufweist und beispielsweise leitet, obwohl dieser sperren sollte.

In Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform der Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von zwei Spannungsniveaus, dargestellt. Diese Umrichterschaltung weist neben dem Teilumrichtersystem 1 nach Fig. 1 n weiteren Teilumrichtersysteme 1.1, ... 1.n auf, wobei jedes der n weiteren Teilumrichtersysteme 1.1, ... 1.n einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1 und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1 in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S2 aufweist und der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 mit dem ersten Hauptanschluss 3 und der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 dem zweiten Hauptanschluss 4 verbunden ist. Der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1, S2 eines jeden der n weiteren Teilumrichtersysteme 1.1, ... 1.n ist insbesondere als Abschaltthyristor (GTO - Gate Turn-Off Thyristor) oder als integrierter Thyristor mit kommutierter Ansteuerelektrode (IGCT - Integrated Gate Commutated Thyristor) mit jeweils einer antiparallel geschalteten Diode ausgebildet. Es ist aber auch denkbar einen vorstehend genannten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2 beispielsweise als Leistungs-MOSFET mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode oder als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode (IGBT) mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode auszubilden. Im vorstehend bereits beschriebenen Fall, dass lediglich der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 des Teilumrichtersystems 1 eingeschaltet und der Schwellwert nicht unterschritten wird, werden dann nach der Fehlererkennungsssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2 der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n zunächst ausgeschaltet und danach wird zeitlich nacheinander bezüglich je-

- des der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n eingeschaltet. Nach jedem Einschalten des ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S1 bezüglich des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n wird jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht. Falls dann das Spannungsniveau während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert fällt, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n einen Fehler aufweist.
- 10 Vorzugsweise werden bei Unterschreiten des Schwellwertes die nachfolgend nacheinander noch einzuschaltenden ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1 der noch verbliebenen weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n nicht mehr eingeschaltet.
- 15 Im vorstehend bereits beschriebenen Fall, dass lediglich der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 des Teilumrichtersystems 1 gemäss Fig. 2 eingeschaltet und der Schwellwert nicht unterschritten wird, werden dann nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2 der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n zunächst ausgeschaltet und danach wird zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n eingeschaltet. Nach jedem Einschalten des zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S2 bezüglich des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n wird jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht. Falls dann das Spannungsniveau während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert fällt, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n einen Fehler aufweist. Vorzugsweise werden bei Unterschreiten des Schwellwertes die nachfolgend nacheinander noch einzuschaltenden zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S2 der noch verbliebenen weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n nicht mehr eingeschaltet.
- 20
- 25
- 30

- 9 -

In Fig. 3 ist die alternative und bereits eingangs detailliert beschriebene dritte Ausführungsform einer herkömmlichen Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von drei Spannungsniveaus gezeigt. Die Umrichterschaltung umfasst einen durch zwei in Serie geschaltete Kondensatoren gebildeten Gleichspannungskreis 2, wobei der Gleichspannungskreis 2 einen ersten Hauptanschluss 3 und einen zweiten Hauptanschluss 4 und einen durch die zwei benachbarten und miteinander verbundenen Kondensatoren gebildeten Teilanschluss 5 aufweist. Das Teilumrichtersystem 1 weist einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter S5, S6 auf, wobei der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter S1 mit dem ersten Hauptanschluss 3 und der vierte Leistungshalbleiterschalter S4 mit dem zweiten Hauptanschluss 4 verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter S5, S6 in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters S5 mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter S6 mit dem Teilanschluss 5 verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter S6 mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters S1 mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter S2 verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter S6 mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters S3 mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter S4 verbunden ist. Der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 ist insbesondere als Abschaltthyristor (GTO - Gate Turn-Off Thyristor) oder als integrierter Thyristor mit kommutierter Ansteuer Elektrode (IGCT - Integrated Gate Commutated Thyristor) mit jeweils einer antiparallel geschalteten Diode ausgebildet. Es ist aber auch denkbar einen vorstehend genannten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 beispielsweise als Leistungs-MOSFET mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode oder als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode (IGBT) mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode auszubilden. Der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter S5, S6 ist ein nicht ansteuerbarer unidirektionaler Leistungshalbleiterschalter, jeweils gebildet durch eine Diode. Verfahrensmässig werden die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 dann nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet. Erfindungsgemäss werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 zunächst ausgeschaltet und der Gleichspannungskreis 2 wird auf ein einstellbares Spannungsniveau gebracht. Danach werden nach der Fehlererkennungssequenz der erste und

zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1, S2 eingeschaltet, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird. Fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete dritte an-
5 steuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S3 und/oder der fünfte Leistungshalbleiterschalter S5 einen Fehler aufweist. Auch dieses zum vorstehenden Verfahren alternative erfindungsgemäße Verfahren erkennt Fehler oder Beschädigungen von ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern S1, S2, S3, S4 und Leistungshalbleiterschaltern S5, S6 der Umrichterschaltung somit schnell und sicher und zudem in denkbar einfacher
10 und unkomplizierter Weise.

Falls nun der Schwellwert nicht unterschritten wird, d.h. der dritte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S3 und der fünfte Leistungshalbleiterschalter S5 keinen Fehler aufweist, werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen
15 Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 ausgeschaltet und danach werden der dritte und vierte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S3, S4 eingeschaltet, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird. Fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete zweite an-
20 steuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 und/oder der sechste Leistungshalbleiterschalter S6 einen Fehler aufweist.

Falls nun der Schwellwert bei den beiden vorstehend beschriebenen Fällen des Einschaltens des ersten und zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S1, S2 bzw. des dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters
25 S3, S4 nicht unterschritten wird, werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 ausgeschaltet und danach der zweite und dritte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2, S3 eingeschaltet werden, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstell-
30 bare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird. Fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 und/oder der ausgeschaltete vierte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S4 einen

Fehler aufweist. Wird das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 separat an jedem Kondensator überwacht und fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert an dem mit dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1 verbundenen Kondensator, dann ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 einen Fehler aufweist. Fällt das Spannungsniveau während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert hingegen an dem mit dem zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S2 verbundenen Kondensator, dann ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 einen Fehler aufweist.

In Fig. 4 ist eine vierte Ausführungsform der Umrichterschaltung, insbesondere zur Schaltung von drei Spannungsniveaus, dargestellt. Diese Umrichterschaltung weist neben dem Teilumrichtersystem 1 nach Fig. 3 n weiteren Teilumrichtersysteme 1.1, ... 1.n auf, wobei jedes der n weiteren Teilumrichtersysteme 1 einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter S5, S6 aufweist und der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter S1 mit dem ersten Hauptanschluss 3 und der vierte Leistungshalbleiterschalter S4 mit dem zweiten Hauptanschluss 4 verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter S5, S6 in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters S5 mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter S6 mit dem Teilanschluss 5 verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter S6 mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters S1 mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter S2 verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter S6 mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters S3 mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter S4 verbunden ist. Der jeweilige ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 eines jeden der n weiteren Teilumrichtersysteme 1.1, ... 1.n ist insbesondere als Abschaltthyristor (GTO - Gate Turn-Off Thyristor) oder als integrierter Thyristor mit kommutierter Ansteuerelektrode (IGCT - Integrated Gate Commutated Thyristor) mit jeweils einer antiparallel geschalteten Diode ausgebildet. Es ist aber auch denkbar einen vorstehend genannten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 beispielsweise als Leistungs-MOSFET mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode

oder als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode (IGBT) mit zusätzlich antiparallel geschalteter Diode auszubilden. Der jeweilige fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter S5, S6 eines jeden der n weiteren Teilumrichtersysteme 1.1, ... 1.n ist ein nicht ansteuerbarer unidirektionaler Leistungshalbleiterschalter, jeweils gebildet durch eine Diode.

5 Falls nun der Schwellwert bei dem vorstehend beschriebenen Fall des Einschaltens des ersten und zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S1, S2 des Teilumrichtersystems 1 gemäss Fig. 4 nicht unterschritten wird, werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n ausgeschaltet und danach werden zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n der
10 erste und zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1, S2 des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n eingeschaltet. Nach jedem Einschalten des ersten und zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S1, S2 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n wird jeweils das
15 Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht. Falls dann das Spannungsniveau während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert fällt, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete dritte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S3 und/oder der fünfte Leistungshalbleiterschalter S5 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n
20 einen Fehler aufweist. Vorzugsweise werden bei Unterschreiten des Schwellwertes die nachfolgend nacheinander noch einzuschaltenden ersten und zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2 der noch verbliebenen weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n nicht mehr eingeschaltet.

25 Falls nun der Schwellwert bei dem vorstehend beschriebenen Fall des Einschaltens des dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S3, S4 des Teilumrichtersystems 1 gemäss Fig. 4 nicht unterschritten wird, werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3, S4 der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n ausgeschaltet und danach werden zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n der
30 dritte und vierte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S3, S4 des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n eingeschaltet. Nach jedem Einschalten des dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S3, S4

des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n wird jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht. Falls dann das Spannungsniveau während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert fällt, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete zweite
5 ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2 und/oder der sechste Leistungshalbleiterschalter S6 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n einen Fehler aufweist. Vorzugsweise werden bei Unterschreiten des Schwellwertes die nachfolgend nacheinander noch einzuschaltenden dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S3, S4 der noch verbliebenen weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n nicht mehr eingeschaltet.
10

Falls nun der Schwellwert bei dem vorstehend beschriebenen Fall des Einschaltens des zweiten und dritten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S2, S3 des Teilumrichtersystems 1 gemäss Fig. 4 nicht unterschritten wird, werden nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1, S2, S3,
15 S4 der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n ausgeschaltet und danach werden zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n der zweite und dritte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S2, S3 des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n eingeschaltet. Nach jedem Einschalten
20 des zweiten und dritten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalters S2, S3 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n wird jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht. Falls dann das Spannungsniveau während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert fällt, ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete erste
25 ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 und/oder der ausgeschaltete vierte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S4 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n einen Fehler aufweist. Wird das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis 2 separat an jedem Kondensator überwacht und fällt das Spannungsniveau nun während der einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert an dem mit
30 dem jeweiligen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S1 verbundenen Kondensator, dann ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n einen Fehler aufweist. Fällt das Spannungsniveau während der

- einstellbaren Zeitdauer unter den Schwellwert hingegen an dem mit dem jeweiligen zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S2 verbundenen Kondensator, dann ist dies ein Hinweis, dass der ausgeschaltete zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter S1 des jeweils zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems 1.1, ..., 1.n einen Fehler aufweist. Vorzugsweise werden bei Unterschreiten des Schwellwertes die nachfolgend nacheinander noch einzuschaltenden zweiten und dritten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter S2, S3 der noch verbliebenen weiteren Teilstromrichtersysteme 1.1, ..., 1.n nicht mehr eingeschaltet.
- 10 Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass die einstellbare Zeitdauer in der Grössenordnung 50ms gewählt wird. Dadurch kann das erfindungsgemässe Verfahren vorteilhaft beispielsweise vor oder nach Aufnahme des normalen Betriebes der Umrichterschaltung durchgeführt werden, ohne dass viel Zeitverlust entsteht.

Bezugszeichenliste

	1	Teilumrichtersystem
5	2	Gleichspannungskreis
	3	erster Hauptanschluss
	4	zweiter Hauptanschluss
	5	Teilanschluss
	S1	erste Leistungshalbleiterschalter
10	S2	zweiter Leistungshalbleiterschalter
	S3	dritter Leistungshalbleiterschalter
	S4	vierter Leistungshalbleiterschalter
	S5	fünfter Leistungshalbleiterschalter
	S6	sechster Leistungshalbleiterschalter

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Fehlererkennung in einer Umrichterschaltung, bei dem die Umrichterschaltung ein Teilumrichtersystem (1) und einen durch einen Kondensator gebildeten Gleichspannungskreis (2) umfasst, wobei der Gleichspannungskreis (2) einen ersten Hauptanschluss (3) und einen zweiten Hauptanschluss (4) aufweist und das Teilumrichtersystem (1) einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S2) aufweist und der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S2) dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, bei dem die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet werden, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) ausgeschaltet werden dass der Gleichspannungskreis (2) auf ein einstellbares Spannungsniveau gebracht wird, und nach der Fehlererkennungssequenz der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1) eingeschaltet wird, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) ausgeschaltet werden und danach der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S2) eingeschaltet wird, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass n weitere Teilumrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) vorgesehen sind, wobei jedes der n weiteren Teilumrichtersysteme (1) einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S2) aufweist und der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S2) dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) ausgeschaltet werden und danach zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1) des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems (1.1, ..., 1.n) eingeschaltet wird, wobei jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass n weitere Teilumrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) vorgesehen sind, wobei jedes der n weiteren Teilumrichtersysteme (1) einen ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) und einen zu dem ersten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1) in Serie geschalteten zweiten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S2) aufweist und der erste ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S2) dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) ausgeschaltet werden und danach zeitlich nacheinander der jeweilige zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S2) des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems (1.1, ..., 1.n) eingeschaltet wird, wobei jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird.

5. Verfahren zur Fehlererkennung in einer Umrichterschaltung, bei dem die Umrichterschaltung ein Teilumrichtersystem (1) aufweist und einen durch zwei in Serie geschaltete Kondensatoren gebildeten Gleichspannungskreis (2) umfasst, wobei der Gleichspannungskreis (2) einen ersten Hauptanschluss (3) und einen zweiten Hauptanschluss (4) und einen durch die zwei benachbarten und miteinander verbundenen Kondensatoren gebildeten Teilanschluss (5) umfasst, und wobei das Teilumrichtersystem (1) einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) aufweist, wobei der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der vierte Leistungshalbleiterschalter (S4) mit dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters (S5) mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Teilanschluss (5) verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters (S1) mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter (S2) verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters (S3) mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter (S4) verbunden ist,
- bei dem die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) nach einer Fehlererkennungssequenz geschaltet werden, dadurch gekennzeichnet,
- dass nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) ausgeschaltet werden,
- dass der Gleichspannungskreis (2) auf ein einstellbares Spannungsniveau gebracht wird,
- und nach der Fehlererkennungssequenz der erste und zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) eingeschaltet werden, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektiona-

len Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) ausgeschaltet werden und danach der dritte und vierte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S3, S4) eingeschaltet werden, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird.

5

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) ausgeschaltet werden und danach der zweite und dritte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S2, S3) eingeschaltet werden, wobei das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf einen Schwellwert hin überwacht wird.

10

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass n weitere Teilumrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) vorgesehen sind, wobei jedes der n weiteren Teilumrichtersysteme (1) einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) aufweist und wobei der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der vierte Leistungshalbleiterschalter (S4) mit dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters (S5) mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Teilanschluss (5) verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters (S1) mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter (S2) verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters (S3) mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter (S4) verbunden ist, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) ausgeschaltet werden und danach zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) der erste und zweite ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S1, S2) des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems (1.1, ..., 1.n) eingeschaltet wird,

20

25

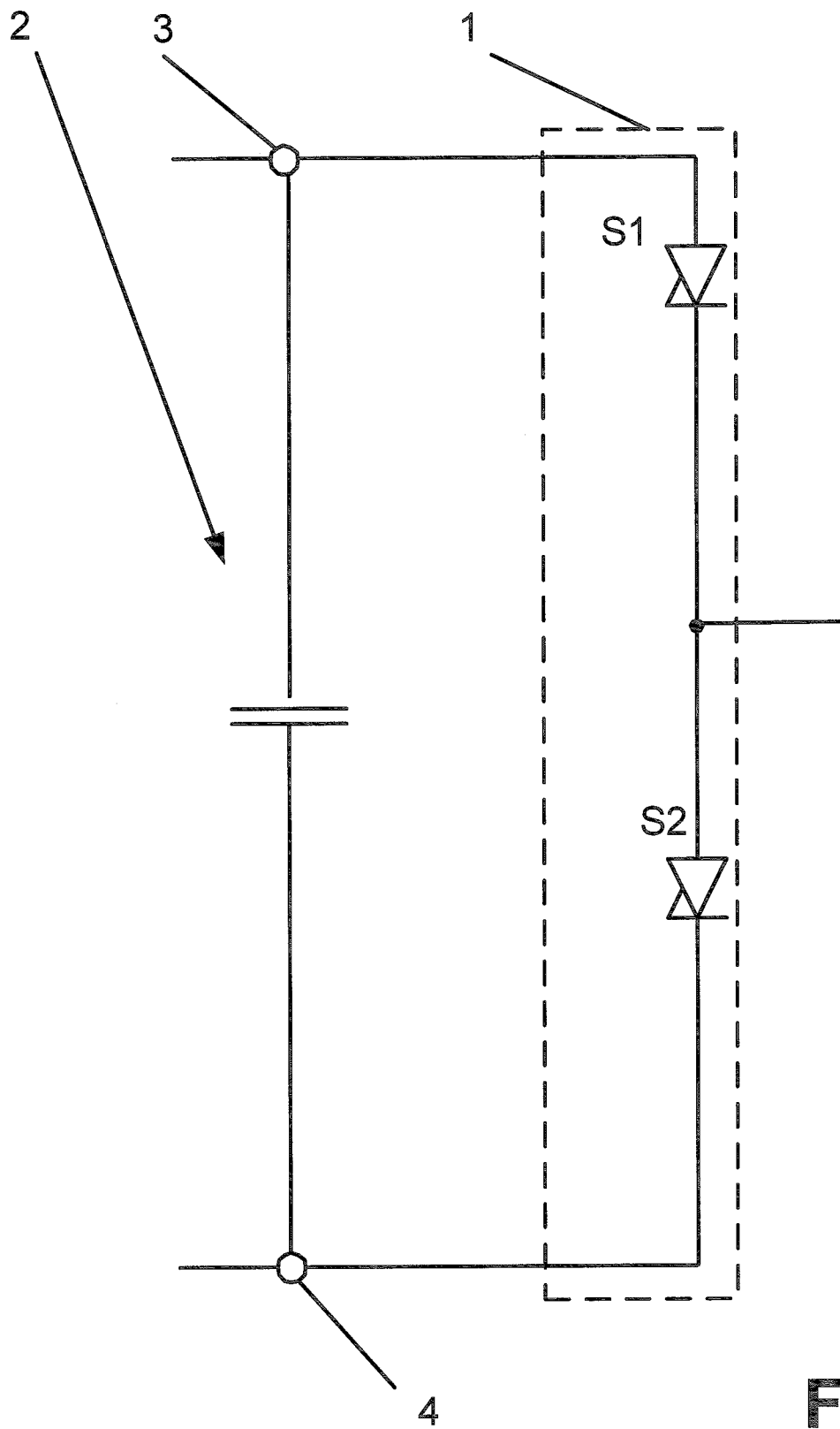
30

wobei jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird.

- 5 9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass n weitere Teilumrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) vorgesehen sind, wobei jedes der n weiteren Teilumrichtersysteme (1) einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) aufweist und wobei der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der vierte Leistungshalbleiterschalter (S4) mit dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters (S5) mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Teilanschluss (5) verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters (S1) mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter (S2) verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters (S3) mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter (S4) verbunden ist, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) ausgeschaltet werden und danach zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) der dritte und vierte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S3, S4) des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems (1.1, ..., 1.n) eingeschaltet wird, wobei
20 jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass n weitere Teilumrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) vorgesehen sind, wobei jedes der n weiteren Teilumrichtersysteme (1) einen ersten, zweiten, dritten und vierten ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) und einen fünften und sechsten Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) aufweist und wobei der erste, zweite, dritte und vierte Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) in Serie geschaltet sind und der erste Leistungshalbleiterschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der vierte Leistungshalbleiterschalter (S4) mit dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters (S5) mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Teilanschluss (5) verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters (S1) mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter (S2) verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters (S3) mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter (S4) verbunden ist, dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) ausgeschaltet werden und danach zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) der dritte und vierte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S3, S4) des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems (1.1, ..., 1.n) eingeschaltet wird, wobei
30 jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird.

- 21 -

- leitorschalter (S1) mit dem ersten Hauptanschluss (3) und der vierte Leistungshalbleiterschalter (S4) mit dem zweiten Hauptanschluss (4) verbunden ist, der fünfte und sechste Leistungshalbleiterschalter (S5, S6) in Serie geschaltet ist, der Verbindungspunkt des fünften Leistungshalbleiterschalters (S5) mit dem sechsten Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Teilanschluss (5) verbunden ist, der fünfte Leistungshalbleiterschalter (S5) mit dem Verbindungspunkt des ersten Leistungshalbleiterschalters (S1) mit dem zweiten Leistungshalbleiterschalter (S2) verbunden ist und der sechste Leistungshalbleiterschalter (S6) mit dem Verbindungspunkt des dritten Leistungshalbleiterschalters (S3) mit dem vierten Leistungshalbleiterschalter (S4) verbunden ist,
- 5 dass falls der Schwellwert nicht unterschritten wird nach der Fehlererkennungssequenz die ansteuerbaren bidirektionalen Leistungshalbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) ausgeschaltet werden und danach zeitlich nacheinander bezüglich jedes der n weiteren Teilstromrichtersysteme (1.1, ..., 1.n) der zweite und dritte ansteuerbare bidirektionale Leistungshalbleiterschalter (S2, S3)
- 10 des zugehörigen n weiteren Teilstromrichtersystems (1.1, ..., 1.n) eingeschaltet wird, wobei jeweils das Spannungsniveau am Gleichspannungskreis (2) für eine einstellbare Zeitdauer auf den Schwellwert hin überwacht wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 die einstellbare Zeitdauer in der Größenordnung 50ms gewählt wird.

**Fig. 1**

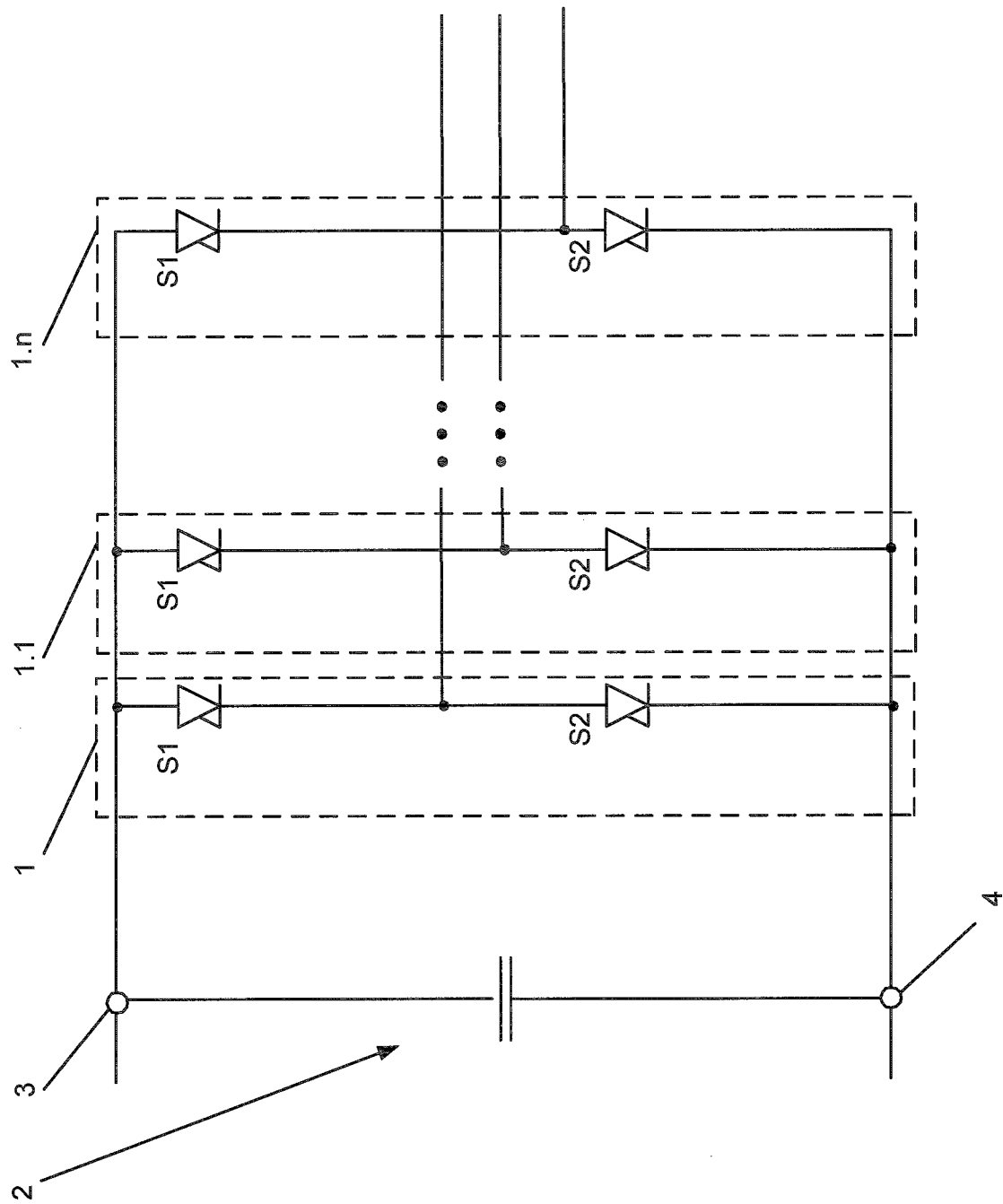
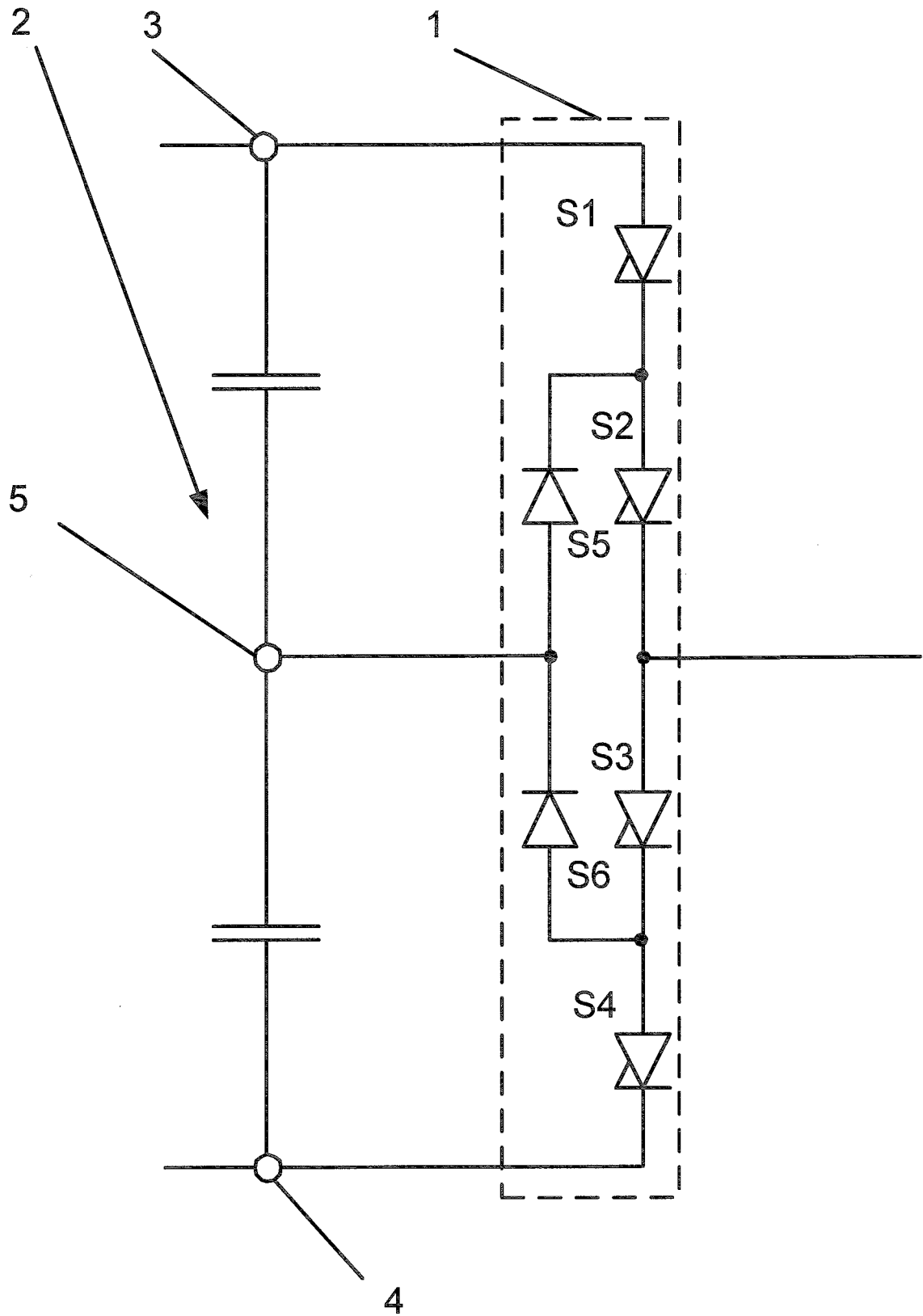
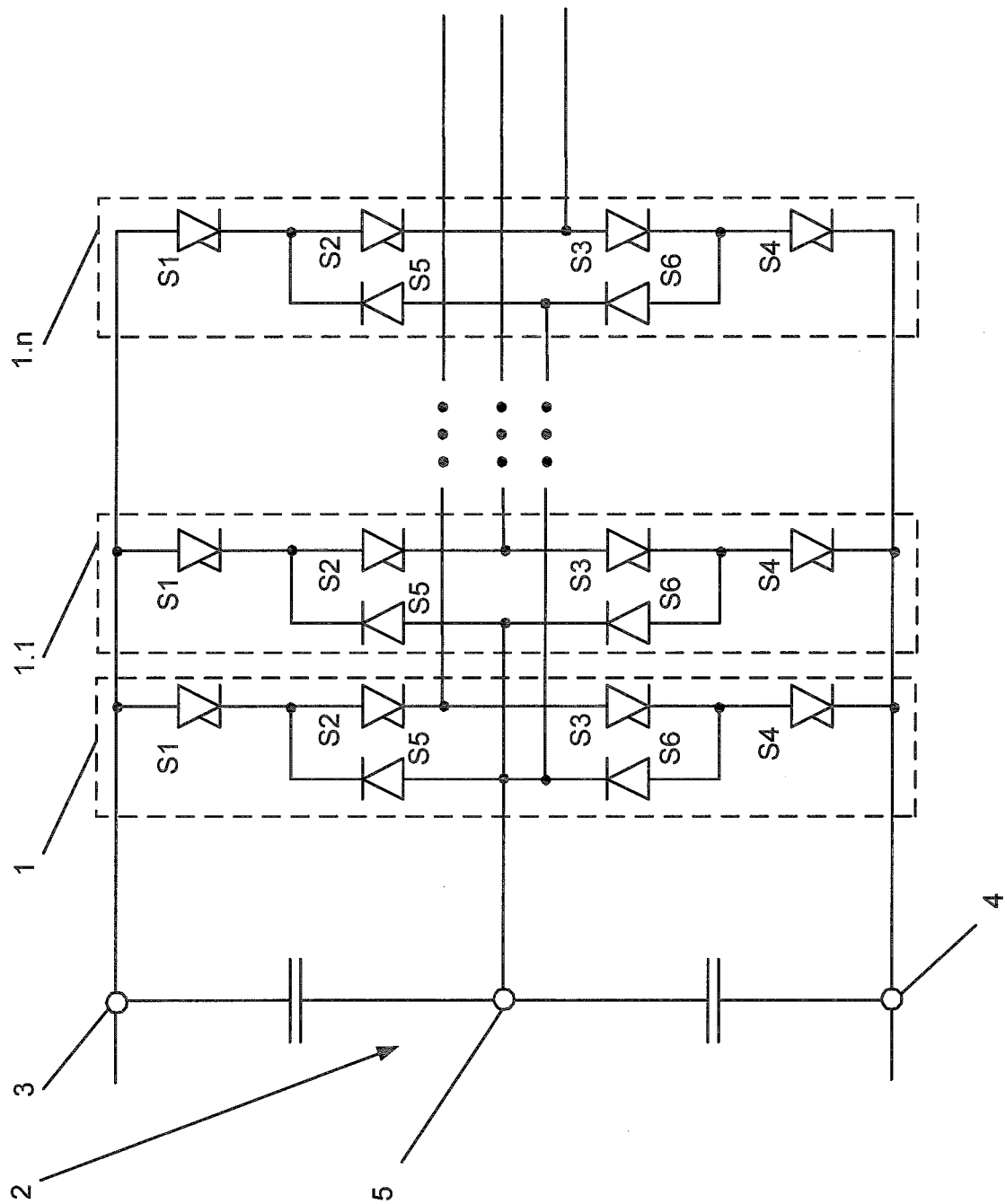


Fig. 2

**Fig. 3**



400

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/054908

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01R31/42 H02M1/32

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)

G01R 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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97/32220 A (LUCAS IND PLC [GB]; WILSON JONES RUSSELL [GB]; IRONSIDE JOHN MICHAEL [] 4 September 1997 (1997-09-04) abstract page 10 pages 10,11; table	1-11
A	US 6 078 173 A (KUMAR AJITH KUTRTOANNAIR [US] ET AL) 20 June 2000 (2000-06-20) abstract	1-11
A	WO 2007/102503 A (DAIKIN IND LTD [JP]; YAGI SATOSHI [JP]; KOKURA TAKESHI [JP]; NOMURA SH) 13 September 2007 (2007-09-13) abstract	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 document 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 Juli 2009

Date of mailing of the international search report

14/07/2009

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

Marannino, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/054908

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9732220	A	04-09-1997	DE 69717971 D1	30-01-2003
			DE 69717971 T2	28-08-2003
			EP 0883816 A1	16-12-1998
			JP 4156668 B2	24-09-2008
			JP 2001513875 T	04-09-2001
			US 6330140 B1	11-12-2001
US 6078173	A	20-06-2000	NONE	
WO 2007102503	A	13-09-2007	CN 101385236 A	11-03-2009
			EP 1995870 A1	26-11-2008
			JP 3960350 B1	15-08-2007
			JP 2007244104 A	20-09-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/054908

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R31/42 H02M1/32

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97/32220 A (LUCAS IND PLC [GB]; WILSON JONES RUSSELL [GB]; IRONSIDE JOHN MICHAEL []) 4. September 1997 (1997-09-04) Zusammenfassung Seite 10 Seiten 10,11; Tabelle	1-11
A	US 6 078 173 A (KUMAR AJITH KUTRTQANNAIR [US] ET AL) 20. Juni 2000 (2000-06-20) Zusammenfassung	1-11
A	WO 2007/102503 A (DAIKIN IND LTD [JP]; YAGI SATOSHI [JP]; KOKURA TAKESHI [JP]; NOMURA SH) 13. September 2007 (2007-09-13) Zusammenfassung	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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Juli 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/07/2009

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

Marannino, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/054908

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9732220	A	04-09-1997	DE	69717971 D1	30-01-2003
			DE	69717971 T2	28-08-2003
			EP	0883816 A1	16-12-1998
			JP	4156668 B2	24-09-2008
			JP	2001513875 T	04-09-2001
			US	6330140 B1	11-12-2001

US 6078173	A	20-06-2000	KEINE		

WO 2007102503	A	13-09-2007	CN	101385236 A	11-03-2009
			EP	1995870 A1	26-11-2008
			JP	3960350 B1	15-08-2007
			JP	2007244104 A	20-09-2007
