



(11) **EP 3 053 179 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2017 Patentblatt 2017/42

(51) Int Cl.:
H01H 33/59 (2006.01) H01H 9/54 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13814053.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/075144

(22) Anmeldetag: **29.11.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/078525 (04.06.2015 Gazette 2015/22)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM SCHALTEN EINES GLEICHSTROMES**

DEVICE AND METHOD FOR SWITCHING A DIRECT CURRENT

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE COMMUTATION D'UN COURANT CONTINU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.08.2016 Patentblatt 2016/32

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **ERGIN, Dominik**
91083 Baiersdorf (DE)
• **KNAAK, Hans-Joachim**
91054 Erlangen (DE)
• **MOHADDES KHORASSANI, Mojtaba**
Winnipeg, Manitoba R3P 2G5 (CA)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/092873 WO-A1-2013/093066

EP 3 053 179 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schalten eines Gleichstromes. Die Vorrichtung umfasst einen Betriebsstromzweig, in dem ein mechanischer Schalter angeordnet ist, einen mit dem Betriebsstromzweig verbundenen Schutzschalter zum Unterbrechen des Stromflusses im Betriebsstromzweig, einen in einer Parallelschaltung zum Betriebsstromzweig angeordneten Kondensatorzweig, in dem ein Kondensator angeordnet ist, sowie eine Dämpfungseinrichtung, die ein Widerstandselement umfasst.

[0002] Schaltvorrichtungen solcher Art werden üblicherweise an eine elektrische Gleichspannungsleitung oder ein Gleichspannungsnetz angeschlossen und dienen dazu, im Fehlerfall die Gleichstrom führende Leitung zu unterbrechen. In einem Normalbetrieb der Vorrichtung sind der mechanische Schalter sowie der Schutzschalter geschlossen, so dass der Betriebsstrom über den Betriebsstromzweig fließt. Im Kurzschlussfall wird der Kurzschlussstrom auf den Kondensatorzweig kommutiert, wobei der Kondensator aufgeladen wird. Dabei wird eine Gegenspannung aufgebaut, wodurch die Vorrichtung stromlos wird.

[0003] So ist die eingangs genannte Vorrichtung beispielsweise in der WO 2013/093066 A1 offenbart. Die Dämpfungseinrichtung gemäß der WO 2013/093066 A1 ist in Parallelschaltung zum Betriebsstromzweig angeordnet und dazu vorgesehen, eine Wiedereinschaltung der Vorrichtung nach einer Abschaltung in einem Fehlerfall innerhalb kurzer Zeit zu ermöglichen.

[0004] Bei der bekannten Vorrichtung liegt in einer Reihenschaltung zu der Dämpfungseinrichtung ein weiteres Schaltelement. Nach einem Fehlerfall kann bei geöffnetem Schutzschalter sowie geöffnetem mechanischen Schalter das Schaltelement geschlossen werden, so dass sich der Kondensator über die Dämpfungseinrichtung entladen kann. Auf diese Weise ist ein schnelles Wiedereinschalten der Vorrichtung ermöglicht. Allerdings ist bei der bekannten Vorrichtung für das zusätzliche Schaltelement die gleiche Spannungsdimensionierung notwendig, wie für den Schutzschalter, die den Strom im Betriebsstromzweig schalten soll. Dies führt zu erhöhten Kosten des zusätzlichen Schaltelements.

[0005] Das Dokument WO2013/092873 offenbart eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorzuschlagen, die kostengünstig ist.

[0006] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Dämpfungseinrichtung im Kondensatorzweig in einer Reihenschaltung zum Kondensator oder im Betriebsstromzweig in einer Reihenschaltung zum mechanischen Schalter angeordnet ist, wobei die Dämpfungseinrichtung mittels eines in einer Parallelschaltung zur Dämpfungseinrichtung angeordneten Überbrückungsschalters überbrückbar ist.

[0007] Der Überbrückungsschalter ist im Normalbe-

trieb geschlossen. Kommt es zu einem Fehlerfall, so kann der Kondensator im Kondensatorzweig aufgeladen werden, bis der Strom durch die aufgebaute Gegenspannung auf null sinkt. Bei geöffnetem Schutzschalter sowie geöffnetem mechanischen Schalter kann der Überbrückungsschalter geöffnet werden, so dass sich der Kondensator über die Dämpfungseinrichtung entladen kann, sobald der mechanische Schalter wieder geschlossen wird.

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, dass die Dimensionierung der Spannungsfestigkeit des Überbrückungsschalters heruntergesetzt werden kann. Denn nach der Aufladung des Kondensators und dem Öffnen des Schutzschalters fällt die gesamte Kondensatorspannung nur transient am Überbrückungsschalter allein ab. Auf diese Weise können die Gesamtkosten der Vorrichtung reduziert werden, da der Überbrückungsschalter nicht für eine Dauerspannung in Höhe der maximalen Kondensatorspannung ausgelegt werden muss, sondern nur für eine Impulsbelastung während des Entladevorgangs.

[0009] Um die Funktion des Wiedereinschaltens der Vorrichtung nach einer Kurzunterbrechung zu gewährleisten, muss das Widerstandselement der Dämpfungseinrichtung entsprechend der im Kondensator gegebenenfalls gespeicherten Energie ausgestaltet werden. Da einem jeden Widerstandselement außer einem Widerstandswert auch eine Induktivität zugeordnet werden kann, müssen diese beiden Werte vorbestimmte Anforderungen an die gewünschte Zeitspanne zwischen der Abschaltung und der Wiedereinschaltung erfüllen. Vorzugsweise weist das Widerstandselement einen elektrischen Widerstand und eine Induktivität auf, deren Werte eine Entladung des voll aufgeladenen Kondensators über die Dämpfungseinrichtung innerhalb einer Zeitspanne von 50 ms bis 500 ms, besonders bevorzugt von 100 ms bis 250 ms, erlauben.

[0010] Als vorteilhaft kann es sich beispielsweise erweisen, wenn die Dämpfungseinrichtung ein separates Spulenelement umfasst. Das Spulenelement bildet dabei mit dem Widerstandselement eine Parallelschaltung. Die derart ausgebildete Dämpfungseinrichtung begrenzt dabei den Spitzenwert des Entladestromes und absorbiert die im Kondensator gespeicherte Energie besonders effektiv.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung ferner einen Varistor, beispielsweise einen Metalloxid-Varistor, der in einer Parallelschaltung zum Kondensator sowie zum Betriebsstromzweig geschaltet ist. Mittels des Varistors kann eine Begrenzungsspannung definiert werden, welche beim Aufladen des Kondensators maximal aufgebaut werden kann. Der Varistor muss dabei derart ausgebildet sein, dass die Begrenzungsspannung größer als eine Netzspannung des Gleichspannungsnetzes ist, an das die Vorrichtung angeschlossen ist.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung ferner einen Leistungs-

halbleiterschalter, der in einer Reihenschaltung zum mechanischen Schalter im Betriebsstromzweig angeordnet ist. Im Kurzschlussfall steigt der Strom im Betriebsstromzweig zunächst annähernd linear an. Der Leistungshalbleiterschalter ist dazu eingerichtet, in einem solchen Fall mit möglichst kleiner Zeitverzögerung, vorzugsweise im Mikrosekundenbereich, abzuschalten, wodurch der weiter ansteigende Strom in den Kondensatorzweig kommutiert wird. Gleichzeitig wird das Öffnen des mechanischen Schalters in Gang gesetzt. Der mechanische Schalter wird dann geöffnet, so dass der Leistungshalbleiterschalter durch die hohe anliegende Spannung (von bis zu mehreren Hundert Kilovolt) nicht beschädigt wird. Je nach Ausbildung des Leistungshalbleiterschalters kann die Vorrichtung als uni- oder bidirektionaler Schalter ausgebildet sein. Durch die Verwendung des leistungselektronischen Schalters ergibt sich ferner vorteilhaft, dass der mechanische Schalter stromlos geöffnet werden kann (wodurch Lichtbogenentstehung vermieden werden kann), und dass der mechanische Schalter nicht die notwendige Kommutierungsspannung bereitstellen muss.

[0013] Bevorzugt weist der im Kondensatorzweig angeordnete Kondensator einen Kapazitätswert, der zwischen 25 μF und 200 μF liegt.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der Überbrückungsschalter ein mechanischer Trennschalter. Der mechanische Trennschalter nutzt beispielsweise eine elektromagnetische Kraftwirkung zum Öffnen und Schließen seiner Kontakte. Es ist allerdings ebenso denkbar, dass der Überbrückungsschalter ein Leistungsschalter, beispielsweise ein gebräuchlicher Wechselspannungsschalter ist. Der Überbrückungsschalter kann stets in einem stromlosen Zustand der Vorrichtung geschaltet werden. Die Anforderungen an die Schaltzeit des Überbrückungsschalters liegen daher im üblichen Bereich der Wechselspannungstechnik, vorzugsweise im Bereich von weniger als 100 ms.

[0015] Über die zuvor beschriebene Funktion hinaus ist es möglich, falls der Überbrückungsschalter im Betriebsstromzweig angeordnet ist, mittels der Vorrichtung eine beispielsweise auf die Vorrichtung folgende Leitung, zum Beispiel ein Kabel, über die Dämpfungseinrichtung vorzuladen. Dazu wird vor dem Zuschalten der Leitung mittels des Schutzschalters der Überbrückungsschalter geöffnet. Ein etwaiger Ladestrom fließt somit über die Dämpfungseinrichtung, wodurch ein Spitzenwert und die Belastung für alle Komponenten im Netz reduziert werden. Sobald der Strom auf einen vorbestimmten Wert reduziert ist, kann der Überbrückungsschalter geschlossen und der Normalbetrieb aufgenommen werden.

[0016] Ist der Überbrückungsschalter im Betriebsstromzweig angeordnet, so kann ein weiterer Vorteil der Vorrichtung darin gesehen werden, dass, falls im Fehlerfall ein Fehlerstrom vom Betriebsstromzweig auf den Kondensatorzweig kommutiert werden soll, gegebenenfalls sofort der mechanische Schalter und der Überbrückungsschalter geöffnet werden können. Dadurch steht

eine Lichtbogenspannung der beiden Schalter von Anfang an als Kommutierungsspannung zur Verfügung. Beide Schalter sind dabei geeigneterweise sehr schnelle Schalter, die über eine Lichtbogentragfähigkeit verfügen.

[0017] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Schalten des Gleichstromes mittels der artgemäßen Vorrichtung.

[0018] Ausgehend vom Stand der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein alternatives Verfahren zum Schalten des Gleichstromes mittels der artgemäßen Vorrichtung vorzuschlagen.

[0019] Die Aufgabe wird durch das Verfahren gelöst, bei dem im Fehlerfall nach einem Öffnen des Schutzschalters der Überbrückungsschalter geöffnet und der Kondensator über den Betriebsstromzweig und die Dämpfungseinrichtung entladen wird.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird der Überbrückungsschalter erst nach dem Entladen des Kondensators und nach einem Schließen des Schutzschalters geschlossen. Ist der Überbrückungsschalter im Betriebsstromzweig angeordnet, so fließt der Strom nach dem Zuschalten der Vorrichtung durch Schließen des Schutzschalters zunächst für eine begrenzte Zeit über die Dämpfungseinrichtung. Dadurch können der Strom-Spitzenwert und damit die Belastung einer der Vorrichtung nachgeschalteten Komponente reduziert werden. Für die Aufnahme des Normalbetriebs wird der Überbrückungsschalter nach einer vorbestimmten Zeit wieder geschlossen.

[0021] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren 1 und 2 näher erläutert.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Darstellung;

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Darstellung.

[0022] Im Einzelnen zeigt Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Schalten eines Gleichstromes. Die Vorrichtung 1 weist zwei Klemmen 141, 142 auf, mittels derer die Vorrichtung 1 an ein Gleichspannungsnetz angeschlossen ist. Die Stromrichtung ist durch den Pfeil 13 angedeutet. Die Vorrichtung 1 umfasst einen Betriebsstromzweig 2 und einen Kondensatorzweig 5, wobei der Kondensatorzweig 5 in Parallelschaltung zum Betriebsstromzweig 2 geschaltet ist. Ferner weist die Vorrichtung 1 ein Varistorzweig 15, wobei der Varistorzweig 15 in einer Parallelschaltung zum Kondensatorzweig 5 sowie zum Betriebsstromzweig 2 angeordnet ist. Im Betriebsstromzweig 2 sind ein mechanischer Schalter 3 sowie ein Leistungshalbleiterschalter 12 angeordnet, wobei der mechanische Schalter 3 und der Leistungshalbleiterschalter 12 in einer Reihenschaltung geschaltet sind. Im Kondensatorzweig 5 sind ein Kondensator 11 und eine Dämpfungseinrichtung 14 angeordnet, wobei der Kondensator 11 und die Dämpfungseinrichtung 14 in einer Reihenschaltung geschaltet sind.

satorzweig 5 ist ein Kondensator 6 angeordnet. Im Varistorzweig 15 ist ein Metalloxidvaristor 11 angeordnet. Die Vorrichtung 1 umfasst ferner eine Dämpfungseinrichtung 7, die in einer Reihenschaltung zum mechanischen Schalter 3 angeordnet ist. In einer Parallelschaltung zur Dämpfungseinrichtung 7 ist ein Überbrückungsschalter 9 angeordnet, mittels dessen die Dämpfungseinrichtung überbrückt werden kann. Die Dämpfungseinrichtung 7 umfasst ein Spulenelement 10 sowie einen Widerstandselement 8, wobei das Spulenelement 10 und das Widerstandselement 8 in einer Parallelschaltung zueinander angeordnet sind.

[0023] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind der mechanische Schalter 3 und der Überbrückungsschalter 9 als mechanische Trennschalter ausgebildet. Der Leistungshalbleiterschalter 12 ist derart ausgebildet, dass die Vorrichtung 1 als bidirektionaler Schalter verwendet werden kann.

[0024] Die Vorrichtung 1 umfasst ferner einen Schutzschalter 4, der dazu eingerichtet ist, den Stromfluss im Betriebsstromzweig 2 zu unterbrechen.

[0025] In einem Normalbetrieb der Vorrichtung 1 fließt ein Laststrom über den Schutzschalter 4, den mechanischen Schalter 3, den Halbleistungsschalter 12 sowie den Überbrückungsschalter 9 im Betriebsstromzweig 2. In einem Fehlerfall kommt es im Betriebsstromzweig 2 zu einem entsprechenden Stromanstieg. In einem solchen Fehlerfall steuert eine in Figur 1 nicht dargestellte Regeleinheit den mechanischen Schalter 3 und den Leistungshalbleiterschalter 12 an, abzuschalten. Der Leistungshalbleiterschalter 12 wird demnach gesperrt und der mechanische Schalter 3 wird geöffnet. Dabei wird der Strom vom Betriebsstromzweig auf den Kondensatorzweig 5 kommutiert. Zudem wird der Schutzschalter 4 ebenfalls geöffnet, wobei zunächst der Strom weiter durch den Kondensatorzweig fließt. Der Kondensator 6 wird solange aufgeladen bis eine Spannung am Kondensator 6 abfällt, die größer als die Netzspannung ist. Dabei wird die Maximalspannung, auf die der Kondensator 6 aufgeladen wird, durch den ableitenden Varistor 11 definiert. Der durch die Vorrichtung 1 fließende Strom wird dadurch auf null gezwungen, womit ein möglicher Lichtbogen im Schutzschalter 4 verlöscht. Nach einer solchen Abschaltung der Vorrichtung 1 ist der Kondensator 6 auf etwa die doppelte Nennspannung aufgeladen. Soll nun innerhalb kurzer Zeit die Vorrichtung 1 wieder zugeschaltet werden, muss die im Kondensator gespeicherte Energie zunächst freigesetzt werden.

[0026] Sobald der Strom im mechanischen Schalter 3 und damit im gesamten Betriebsstromzweig null ist, kann der Überbrückungsschalter 9 geöffnet werden. Ist der Abschaltvorgang der Vorrichtung 1 durch das Verlöschen des Lichtbogens im Schutzschalter 4 beendet, so können die Schalter 3, 12 wieder geschlossen werden. Über den mechanischen Schalter 3, der nun geschlossen ist, den Leistungshalbleiterschalter 12, die Dämpfungseinrichtung 7, den Kondensator 6 schließt sich nun ein Stromkreis, über den der Kondensator 6 entladen wer-

den kann. Das Spulenelement 10 sowie das Widerstandselement 8 der Dämpfungseinrichtung 7 sorgen dabei für eine Begrenzung des Spitzenwertes des Entladestromes und für eine Absorption der gespeicherten Energie des Kondensators 6. Sobald der Kondensator 6 entladen ist, kann der Überbrückungsschalter 9 wieder geschlossen werden. Die Schaltung ist damit bereit für die erneute Zuschaltung der Vorrichtung 1. Die Zuschaltung der Vorrichtung 1 erfolgt über das Schließen des Schutzschalters 4.

[0027] In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 schematisch dargestellt. Gleichartige Elemente in den Figuren 1 und 2 sind dabei jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird daher in der folgenden Beschreibung der Figur 2 nur auf diejenigen Elemente eingegangen, die das Ausführungsbeispiel der Figur 2 vom Ausführungsbeispiel der Figur 1 unterscheiden.

[0028] In dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 ist die Dämpfungseinrichtung 7 in einer Reihenschaltung zum Kondensator 6 im Kondensatorzweig 5 angeordnet. Der Überbrückungsschalter 9 ist in einer Parallelschaltung zur Dämpfungseinrichtung 7 geschaltet, wobei die Dämpfungseinrichtung 7 mittels des Überbrückungsschalters 9 überbrückt werden kann.

[0029] Die Funktionsweise der Vorrichtung 1 gemäß der Figur 2 entspricht im Wesentlichen der Funktionsweise der Vorrichtung 1 der Figur 1.

[0030] Im Normalbetrieb fließt ein Laststrom über den Schutzschalter 4, den mechanischen Schalter 3 und den Halbleistungsschalter 12 im Betriebsstromzweig 2. In einem Fehlerfall kommt es im Betriebsstromzweig 2 zu einem entsprechenden Stromanstieg. In einem solchen Fehlerfall steuert eine in Figur 1 nicht dargestellte Regeleinheit den mechanischen Schalter 3 und den Leistungshalbleiterschalter 12 an, abzuschalten. Der Leistungshalbleiterschalter 12 wird demnach gesperrt und der mechanische Schalter 3 wird geöffnet. Zudem wird der Schutzschalter 4 ebenfalls geöffnet. Auf diese Weise wird der Strom vom Betriebsstromzweig auf den Kondensatorzweig kommutiert. Dabei wird der Kondensator 6 aufgeladen bis eine Spannung am Kondensator abfällt, die größer als die Netzspannung ist. Dabei wird die Maximalspannung, auf die der Kondensator 6 aufgeladen wird, durch den ableitenden Varistor 11 definiert. Der durch die Vorrichtung 1 fließende Strom wird dadurch auf null gezwungen, womit ein möglicher Lichtbogen im Schutzschalter 4 verlöscht. Nach einer solchen Abschaltung der Vorrichtung 1 ist der Kondensator 6 auf etwa die doppelte Nennspannung aufgeladen. Soll nun innerhalb kurzer Zeit die Vorrichtung 1 wieder zugeschaltet werden, muss die im Kondensator gespeicherte Energie zunächst freigesetzt werden.

[0031] Sobald der Strom im mechanischen Schalter 3 null ist, und ist der Abschaltvorgang der Vorrichtung 1 durch das Verlöschen des Lichtbogens im Schutzschal-

ter 4 beendet, kann der Überbrückungsschalter 9 geöffnet werden. Ferner können die Schalter 3, 12 wieder geschlossen werden. Über den mechanischen Schalter 3, den Leistungshalbleiterschalter 12, die Dämpfungseinrichtung 7 und den Kondensator 6 schließt sich nun ein Stromkreis, über den der Kondensator 6 entladen werden kann. Das Spulenelement 10 sowie das Widerstandselement 8 der Dämpfungseinrichtung 7 sorgen dabei für eine Begrenzung des Spitzenwertes des Entladestromes und für eine Absorption der gespeicherten Energie des Kondensators 6. Sobald der Kondensator 6 entladen ist, kann der Überbrückungsschalter 9 wieder geschlossen werden. Die Schaltung ist damit bereit für die erneute Zuschaltung der Vorrichtung 1. Die Zuschaltung der Vorrichtung 1 erfolgt über das Schließen des Schutzschalters 4.

Bezugszeichenliste

[0032]

1	Vorrichtung zum Schalten eines Gleichstromes
2	Betriebsstromzweig
3	mechanischer Schalter
4	Schutzschalter
5	Kondensatorzweig
6	Kondensator
7	Dämpfungseinrichtung
8	Widerstandselement
9	Überbrückungsschalter
10	Spulenelement
11	Varistor
12	Leistungshalbleiterschalter
13	Richtungspfeil
141	Klemme
142	Klemme
15	Varistorzweig

Patentansprüche

- Vorrichtung (1) zum Schalten eines Gleichstromes, umfassend
 - einen Betriebsstromzweig (2), in dem ein mechanischer Schalter (3) angeordnet ist,
 - einen mit dem Betriebsstromzweig (2) verbundenen Schutzschalter (4) zum Unterbrechen des Stromflusses im Betriebsstromzweig (2),
 - einen in Parallelschaltung zum Betriebsstromzweig (2) angeordneten Kondensatorzweig (5), in dem ein Kondensator (6) angeordnet ist, sowie
 - eine Dämpfungseinrichtung (7), die ein Widerstandselement (8) umfasst, wobei die Dämpfungseinrichtung (7) im Kondensatorzweig (5) in einer Reihenschaltung zum Kondensator (6) oder im Betriebsstromzweig (2) in einer Reihen-

schaltung zum mechanischen Schalter (3) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungseinrichtung (7) mittels eines in einer Parallelschaltung zur Dämpfungseinrichtung (7) angeordneten Überbrückungsschalters (9) überbrückbar ist.

- Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Widerstandselement (8) einen elektrischen Widerstand und eine Induktivität aufweist, deren Werte derart bemessen sind, dass die Entladungszeit einer Entladung des Kondensators (6) über die Dämpfungseinrichtung (7) zwischen 50 ms und 500 ms, bevorzugt zwischen 100 ms und 250 ms, beträgt.
- Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungseinrichtung (7) eine Parallelschaltung aus dem Widerstandselement (8) und einem Spulenelement (10) umfasst.
- Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Varistor (11) vorgesehen ist, der in einer Parallelschaltung zum Betriebsstromzweig (2) und zum Kondensatorzweig (5) angeordnet ist.
- Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) ferner einen Leistungshalbleiterschalter (12) umfasst, der in einer Reihenschaltung zum mechanischen Schalter im Betriebsstromzweig (2) angeordnet ist.
- Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kondensator (6) einen Kapazitätswert zwischen 25 μF und 200 μF aufweist.
- Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überbrückungsschalter (9) ein mechanischer Trennschalter ist.
- Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Überbrückungsschalter (9) ein elektronischer Leistungsschalter ist.
- Verfahren zum Schalten eines Gleichstromes mittels

der Vorrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem im Fehlerfall nach einem Öffnen des Schutzschalters (4) der Überbrückungsschalter (9) geöffnet und der Kondensator (6) über den Betriebsstromzweig (2) und die Dämpfungseinrichtung (7) entladen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Überbrückungsschalter (9) nach dem Entladen des Kondensators (6) und nach einem Schließen des Schutzschalters (4) geschlossen wird.

Claims

1. Device (1) for switching a direct current, comprising

- an operating current branch (2) in which a mechanical switch (3) is arranged,
- a protective switch (4) connected to the operating current branch (2) for interrupting the current flow in the operating current branch (2),
- a capacitor branch (5) arranged in parallel with the operating current branch (2), in which a capacitor (6) is arranged, and
- an attenuator (7) which includes a resistance element (8), wherein the attenuator (7) in the capacitor branch (5) is arranged in series with the capacitor (6), or in the operating current branch (2) in series with the mechanical switch (3), **characterized in that** the attenuator (7) is bridgeable by means of a bridging switch (9) arranged in parallel with the attenuator (7).

2. Device (1) according to the preceding claim, **characterized in that**

the resistance element (8) has an electric resistance and an inductance whose values are measured in such a way that the discharge time of a discharge of the capacitor (6) via the attenuator (7) is between 50 ms and 500 ms, preferably between 100 ms and 250 ms.

3. Device (1) according to either of the preceding claims,

characterized in that the attenuator (7) includes a parallel circuit made up of the resistance element (8) and an inductor element (10).

4. Device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that**

a varistor (11) is provided which is arranged in parallel with the operating current branch (2) and the capacitor branch (5).

5. Device (1) according to one of the preceding claims,

characterized in that

the device (1) furthermore includes a power semiconductor switch (12) which is arranged in series with the mechanical switch in the operating current branch (2).

6. Device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that**

the capacitor (6) has a capacitance value between 25 μ F and 200 μ F.

7. Device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that**

the bridging switch (9) is a mechanical circuit breaker.

8. Device (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that**

the bridging switch (9) is an electronic power switch.

9. Method for switching a direct current by means of the device (1) according to one of the preceding claims, in which, in the event of a fault, after opening the protective switch (4), the bridging switch (9) is opened and the capacitor (6) is discharged via the operating current branch (2) and the attenuator (7).

10. Method according to Claim 9, in which the bridging switch (9) is closed after discharging the capacitor (6) and after closing the protective switch (4).

Revendications

1. Dispositif (1) de commutation d'un courant continu, comprenant

- une branche (2) de courant de service, dans laquelle est monté un interrupteur (3) mécanique,
- un interrupteur (4) de protection relié à la branche (2) de courant de service pour interrompre le flux de courant dans la branche (2) de courant de service,
- une branche (5) de condensateur, qui est montée en parallèle à la branche (2) de courant de service et dans laquelle est monté un condensateur (6), ainsi que
- un dispositif (7) d'amortissement, qui comprend un élément (8) de résistance,

dans lequel

le dispositif (7) d'amortissement est monté, dans la branche (5) de condensateur, en série avec le condensateur (6) ou dans la branche (2) de courant de service, en série avec l'interrupteur (3) mécanique, **caractérisé en ce que**

le dispositif (7) d'amortissement peut être court-cir-

- cuité au moyen d'un interrupteur (9) de court-circuit, monté en parallèle au dispositif (7) d'amortissement.
2. Dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 l'élément (8) de résistance a une résistance électrique et une inductance, dont des valeurs sont telles que le temps de décharge d'un condensateur (6), sur le dispositif (7) d'amortissement, est compris entre 50 ms et 500 ms, en étant de préférence compris entre 100 ms et 250 ms. 5
3. Dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 le dispositif (7) d'amortissement comprend un circuit en parallèle, composé de l'élément (8) de résistance et d'un élément (10) de bobine. 10 15
4. Dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
 il est prévu une varistance (11), qui est montée en parallèle à la branche (2) de courant de service et à la branche (5) de condensateur. 20 25
5. Dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 le dispositif (1) comprend en outre un interrupteur (2) à semi-conducteur de puissance, qui est monté en série avec l'interrupteur mécanique, dans la branche (2) de courant de service. 30 35
6. Dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 le condensateur (6) a une capacité comprise entre 25 μ F et 200 μ F. 40
7. Dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 l'interrupteur (6) de court-circuit est un sectionneur mécanique. 45
8. Dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 l'interrupteur (9) de court-circuit est un interrupteur de puissance électronique. 50
9. Procédé de commutation d'un courant continu au moyen du dispositif (1) suivant l'une des revendications précédentes,
 dans lequel, en cas de défaut, après une ouverture de l'interrupteur (4) de protection, on ouvre l'inter- 55
- rupteur (6) de court-circuit et on décharge le condensateur (6) sur la branche (2) de courant de service et le dispositif (7) d'amortissement.
10. Procédé suivant la revendication 9, dans lequel on ferme l'interrupteur (9) de court-circuit après la décharge du condensateur (6) et après une fermeture de l'interrupteur (4) de protection.

FIG 1

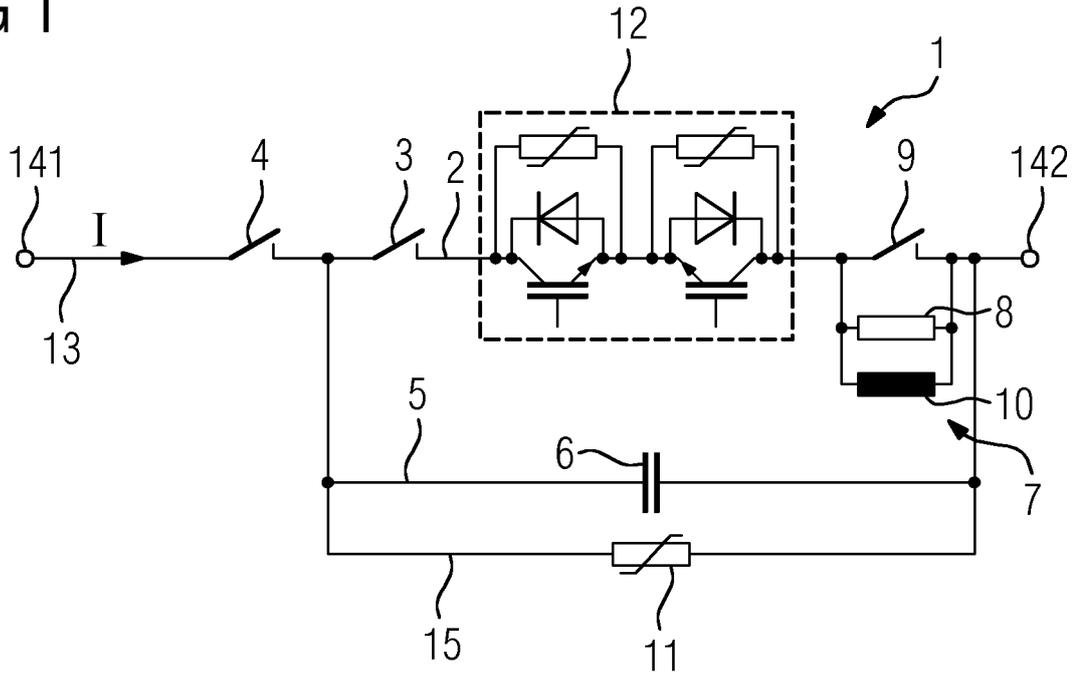
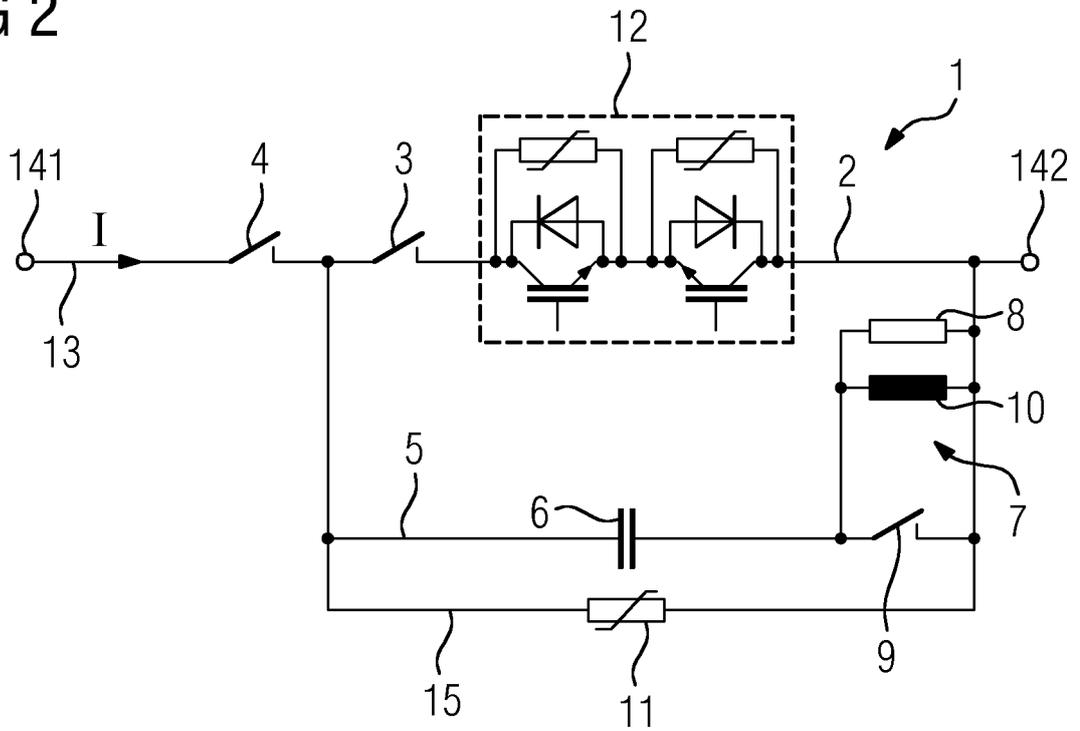


FIG 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2013093066 A1 [0003]
- WO 2013092873 A [0005]