

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1637/2010
(22) Anmeldetag: 30.09.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2015

(51) Int. Cl.: **H02M 7/42** (2006.01)
H01H 33/16 (2006.01)
H01H 9/30 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CN 101752877 A
DE 202009004198 U1
DE 102009012928 A1
DE 102005040432 A1
DE 10225259 B3

(73) Patentinhaber:
FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
4643 PETTENBACH (AT)

(72) Erfinder:
LUGER ANDREAS
WEISSKIRCHEN (AT)
VUKSAN DRAGAN
LINZ (AT)
EDER CHRISTIAN
WELS (AT)
RIEDLER PETER
SCHWANENSTADT (AT)

(74) Vertreter:
SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE
WIEN

(54) **WECHSELRICHTER UND VERFAHREN ZUR TRENNUNG VON PHOTOVOLTAIKMODULEN VON EINEM WECHSELRICHTER**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trennung von Photovoltaikmodulen (6) einer Photovoltaikanlage von einem Wechselrichter (1) und einem Wechselrichter (1) zur Umwandlung in einer in Photovoltaikmodulen erzeugten Gleichspannung (U_{DC}) in eine Wechselspannung (U_{AC}) mit Zuleitungen (11, 12) zur Verbindung mit den Photovoltaikmodulen (6), wobei eine durch mechanische Trennelemente (16) in den Zuleitungen (11, 12) gebildete Trennschaltung (14) zur Trennung der Photovoltaikmodule (6) vom Wechselrichter (1) vorgesehen ist. Zur einfachen Trennung von Photovoltaikmodulen (6) auch mit besonders hohen Gleichspannungen ohne den Einsatz entsprechend aufwändiger Lastschalter ist zur Entlastung des Ausschaltvorganges der mechanischen Trennelemente (16) beim Trennen der Photovoltaikmodule (6) zumindest ein Entlastungskondensator (17) vorgesehen und derart angeordnet, dass am Entlastungskondensator (17) vor dem Trennen der mechanischen Trennelemente (16) im Wesentlichen die Spannung der Photovoltaikmodule (6) anliegt, sodass die mechanischen Trennelemente (16) bei der Betätigung im Wesentlichen spannungsfrei sind.

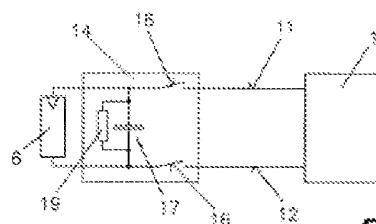


Fig.03

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wechselrichter zur Umwandlung einer in Photovoltaikmodulen erzeugten Gleichspannung in eine Wechselspannung, mit Zuleitungen zur Verbindung mit den Photovoltaikmodulen, wobei eine durch mechanische Trennelemente in den Zuleitungen gebildete Trennschaltung zur Trennung der Photovoltaikmodule vom Wechselrichter, vorgesehen ist.

[0002] Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Trennung von Photovoltaikmodulen einer Photovoltaikanlage von einem Wechselrichter mit Hilfe von mechanischen Trennelementen einer Trennschaltung.

[0003] Ein Wechselrichter dient dazu die Gleichspannung einer Energiequelle bzw. von Photovoltaikmodulen in eine sinusförmige Wechselspannung umzuwandeln, welche in ein Versorgungsnetz eingespeist oder auch direkt zur Versorgung von Verbrauchern verwendet werden kann. Zur Verringerung, insbesondere von Leistungsverlusten, werden immer höhere Eingangsgleichspannungen, beispielsweise bis zu 1500 Volt und darüber, eingesetzt, indem eine entsprechend hohe Anzahl an Photovoltaikmodulen in Serie geschaltet wird.

[0004] Für Wartungsarbeiten ist es notwendig den Wechselrichter einer Photovoltaikanlage spannungsfrei zu schalten. Zu diesem Zweck sind die Photovoltaikmodule über eine entsprechende Trenneinrichtung mit dem Eingang des Wechselrichters und der Ausgang des Wechselrichters über eine entsprechende Trenneinrichtung mit dem Versorgungsnetz verbunden. Während das Trennen des Wechselspannungsausgangs des Wechselrichters mit entsprechenden mechanischen Trennelementen, insbesondere Schaltern, oder auch Halbleiterbauelementen keine großen Probleme bereitet, ist das Schalten hoher Gleichspannungen problematisch, da es auf Grund der fehlenden Nulldurchgänge bei Gleichspannungen schwer ist einen entstehenden Lichtbogen zu löschen. Je höher die Gleichspannung wird, umso größere Löschkammern brauchen entsprechende mechanische Schalter, weshalb sowohl die Abmessungen derartiger Schalter als auch deren Preis steigt. Darüber hinaus wird bei mechanischen Schaltern die gesamte Verlustleistung, welche beim Schalten durch den Lichtbogen beim Öffnen der Kontakte entsteht, im Schalter in Wärme umgesetzt. Neben der hohen (durch den Lichtbogen verursachten) Verlustleistung werden auch die Schaltkontakte der mechanischen Schalter bzw. Trennelemente abgenutzt und somit deren Lebensdauer reduziert.

[0005] Das Schalten hoher Gleichspannungen mit Hilfe von elektronischen Schaltern ist prinzipiell möglich, meist jedoch auf Grund von Sicherheitsvorschriften nicht zulässig.

[0006] Die Verwendung von Schmelzsicherungen, welche z.B. bei Überlast oder Kurzschluss schmelzen und somit automatisch die Photovoltaikmodule vom Wechselrichter trennen, ist auf Grund der elektrischen Charakteristik eines Photovoltaikmoduls auch nicht möglich, da der vom Photovoltaikmodul gelieferte Kurzschlussstrom nicht ausreicht, eine Schmelzsicherung zum Schmelzen zu bringen. Der Betriebsstrom eines Photovoltaikmoduls liegt nämlich nur relativ knapp unter dem Kurzschlussstrom.

[0007] Eine Anordnung zum Trennen eines Photovoltaikmoduls von einem Wechselrichter mit Hilfe einer speziell gesteuerten Halbleiterschaltung ist beispielsweise aus der EP 2 048 679 A1 bekannt.

[0008] Wie bereits oben erwähnt, ist für die Erfüllung bestimmter Sicherheitsvorkehrungen die Verwendung von Halbleiterschaltenelementen nicht zulässig.

[0009] Eine Trennschaltung mit mechanischen Schaltern ist beispielsweise aus der US 2009/0027932 A1 bekannt geworden. Die eingesetzten mechanischen Schalter müssen jedoch aufgrund der aufwändigen Lichtbogenlöschung sehr groß und relativ teuer ausgeführt sein.

[0010] Eine Kombination von Steckkontakten und Halbleiterschaltern ist aus der DE 10 2007 043 512 A1 bekannt.

[0011] Schließlich zeigt die DE 10 2008 048 841 B3 eine Trennschaltung für einen Wechselrichter, bei der elektronische Schalter mit elektronischen Schaltelementen kombiniert werden.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines oben genannten Wechselrichters und eines oben genannten Verfahrens zur Trennung von Photovoltaikmodulen von einem Wechselrichter, die auch ein sicheres und einfaches Trennen von Photovoltaikmodulen mit besonders hohen Gleichspannungen ermöglichen, ohne dass durch das Entstehen von Lichtbögen hohe Schaltverluste verursacht werden. Die Schaltung bzw. das Verfahren soll möglichst einfach und kostengünstig durchführbar sein und die Sicherheitsbestimmungen bei Photovoltaikanlagen erfüllen.

[0013] Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch einen oben genannten Wechselrichter, bei dem zur Entlastung des Ausschaltvorgangs der mechanischen Trennelemente beim Trennen der Photovoltaikmodule zumindest ein Entlastungskondensator vorgesehen und derart angeordnet ist, dass am Entlastungskondensator vor dem Trennen der mechanischen Trennelemente im Wesentlichen die Spannung der Photovoltaikmodule anliegt, sodass die mechanischen Trennelemente bei der Betätigung im Wesentlichen spannungsfrei sind. Durch den erfindungsgemäßen Entlastungskondensator ist es möglich die mechanischen Trennelemente vor dem Trennvorgang im Wesentlichen spannungsfrei zu schalten, wodurch die Gefahr der Bildung von Lichtbögen minimiert wird. In der Folge können kleinere mechanische Trennelemente auch zum Trennen von Photovoltaikmodulen mit besonders hohen Eingangsgleichspannungen eingesetzt werden. Unter den Begriff der mechanischen Trennelemente fallen insbesondere mechanische Schalter, aber auch Steckkontakte, über welche die Komponenten, hier die Photovoltaikmodule und der Wechselrichter, voneinander getrennt werden können. Der erfindungsgemäße zumindest eine Entlastungskondensator wird entsprechend aufgeladen, sodass die Spannungsdifferenz an den Trennelementen bzw. Schaltern vor dem Trennen der Photovoltaikmodule weitestgehend auf Null gebracht wird. Beim Trennen der Photovoltaikmodule entsteht somit kein Lichtbogen, wodurch auch die Schaltverluste minimiert werden können. Die Lebensdauer der mechanischen Trennelemente wird dadurch ebenfalls erhöht. Um zu gewährleisten, dass der zumindest eine Entlastungskondensator vorzugsweise innerhalb einer vorgegebenen Zeit unter eine vorgegebene Spannung entladen wird, kann parallel zu dem zumindest einen Entlastungskondensator ein hochohmiger Widerstand geschaltet werden.

[0014] Um zu gewährleisten, dass die Spannung an dem zumindest einen Entlastungskondensator auch für ein im Wesentlichen spannungsfreies Schalten der mechanischen Trennelemente ausreicht, wird der zumindest eine Entlastungskondensator vorzugsweise derart dimensioniert, dass der Spannungsanstieg an den mechanischen Trennelementen langsamer als der Anstieg der Isolationsfestigkeit der mechanischen Trennelemente während deren Öffnung ist. Durch diese Bedingung wird sichergestellt, dass im mechanischen Trennelement, insbesondere Schalter, kein Lichtbogen entsteht.

[0015] Vorteilhafterweise ist die Kapazität des zumindest einen Entlastungskondensators $> I/(\Delta u/\Delta t)$, worin I der Schaltstrom der mechanischen Trennelemente und $(\Delta u/\Delta t)$ die maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der mechanischen Trennelemente bedeuten. Durch diese Bedingung wird durch den Entlastungskondensator die Entstehung von Lichtbögen in den mechanischen Trennelementen zur Trennung der Photovoltaikmodule verhindert.

[0016] Gemäß einer Variante des erfindungsgemäßen Wechselrichters bzw. der Trennschaltung ist in zumindest einer Zuleitung zwischen den Photovoltaikmodulen und dem Wechselrichter in Serie zu einem mechanischen Trennelement der Trennschaltung ein mechanischer Hilfsschalter vorgesehen, welcher gegenüber dem in Serie geschalteten mechanischen Trennelement voreilend ausgebildet ist. Der zusätzliche voreilende Hilfsschalter wird also beim Trennen der Photovoltaikmodule vom Wechselrichter vor den mechanischen Trennelementen betätigt.

[0017] Die mechanischen Trennelemente der Trennschaltung und der in Serie geschaltete Hilfsschalter können mechanisch miteinander gekoppelt sein, um die voreilende Ausbildung des Hilfsschalters realisieren zu können.

[0018] Beispielsweise kann diese mechanische Kopplung durch einen kombinierten Drehschalter gebildet sein, der zuerst den Hilfsschalter und dann die Trennelemente der Trennschaltung betätigt.

[0019] Der zumindest eine Entlastungskondensator ist vorzugsweise parallel zu den Photovoltaikmodulen angeordnet. Somit wird der Entlastungskondensator immer im Wesentlichen auf der Spannung der Photovoltaikmodule gehalten, sodass es bei einer Trennung der Photovoltaikmodule vom Wechselrichter zu keinen Spannungsüberschlägen an den mechanischen Trennelementen kommt, da diese im Wesentlichen spannungslos sind.

[0020] Ebenso ist es möglich, dass der zumindest eine Entlastungskondensator parallel zum mechanischen Hilfsschalter angeordnet ist. Dadurch wird der mechanische Hilfsschalter entlastet geöffnet und danach werden die mechanischen Trennelemente der Trennschaltung im Wesentlichen spannungsfrei geöffnet.

[0021] Die mechanischen Trennelemente der Trennschaltung und gegebenenfalls der mechanische Hilfsschalter können mit einem Gehäuse des Wechselrichters mechanisch gekoppelt sein, um eine Trennung der Photovoltaikmodule automatisch beim Entfernen des Wechselrichters beispielsweise von einer Wandhalterung zu erzielen. Beispielsweise kann beim Abheben des Gehäuses des Wechselrichters automatisch die Trennschaltung sowohl für die Photovoltaikmodule als auch für die Verbindung mit dem Versorgungsnetz betätigt werden und eine Wartung am Wechselrichter im spannungsfreien Zustand vorgenommen werden.

[0022] In verfahrensmäßiger Hinsicht wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass vor der Trennung der Photovoltaikmodule zumindest ein Entlastungskondensator über die Photovoltaikmodule aufgeladen wird, welcher zumindest eine Entlastungskondensator mit den mechanischen Trennelementen verbunden und derart angeordnet ist, dass der Entlastungskondensator vor dem Trennen der mechanischen Trennelemente im Wesentlichen auf der Spannung der Photovoltaikmodule gehalten wird, sodass die mechanischen Trennelemente bei der Betätigung im Wesentlichen spannungsfrei sind. Zu den Vorteilen wird auf die obige Beschreibung des Wechselrichters verwiesen.

[0023] Vorteilhafterweise wird der zumindest eine Entlastungskondensator derart dimensioniert, dass der Spannungsanstieg an den mechanischen Trennelementen langsamer als der Anstieg der Isolationsfestigkeit der mechanischen Trennelemente während deren Öffnung ist. Dadurch wird die Entstehung eines Lichtbogens in den mechanischen Trennelementen wirkungsvoll verhindert.

[0024] Die Kapazität des zumindest einen Entlastungskondensators ist vorzugsweise $> I/(\Delta u/\Delta t)$, worin I der Schaltstrom der mechanischen Trennelemente und $(\Delta u/\Delta t)$ die maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der mechanischen Trennelemente bedeuten.

[0025] Vor der Betätigung der mechanischen Schalter der Trennschaltung kann ein mechanischer Hilfsschalter in zumindest einer Zuleitung zwischen dem Wechselrichter und den Photovoltaikmodulen geöffnet werden. Die mechanischen Trennelemente der Trennschaltung sind vorzugsweise mechanisch mit dem mechanischen Hilfsschalter gekoppelt um die voreilende Wirkung des Hilfsschalters gegenüber den Trennelementen zu gewährleisten.

[0026] Die mechanischen Trennelemente der Trennschaltung und der mechanische Hilfsschalter können durch einen kombinierten Drehschalter gebildet werden.

[0027] Der zumindest eine Entlastungskondensator kann parallel zu den Photovoltaikmodulen oder auch parallel zum mechanischen Hilfsschalter angeordnet werden.

[0028] Um eine automatische Betätigung der Trennschaltung zu ermöglichen, werden die mechanischen Trennelemente der Trennschaltung und gegebenenfalls der mechanische Hilfsschalter mit dem Gehäuse des Wechselrichters mechanisch gekoppelt.

[0029] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

- [0030] Fig. 1 eine schematische Übersichtsdarstellung eines Wechselrichters einer Photovoltaikanlage;
- [0031] Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Photovoltaikanlage
- [0032] Fig. 3 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Trennschaltung
- [0033] Fig. 4 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Trennschaltung; und
- [0034] Fig. 5 eine dritte Ausführungsvariante einer Schaltung zur Trennung der Photovoltaikmodule vom Wechselrichter.

[0035] Einführend wird festgehalten, dass gleiche Teile des Ausführungsbeispiels mit gleichen Bezugszeichen versehen werden.

[0036] In Fig. 1 ist ein Aufbau eines bekannten Wechselrichters 1, im Detail eines HF-Wechselrichters, dargestellt. Da die einzelnen Komponenten bzw. Baugruppen und Funktionen von Wechselrichtern 1 bereits aus dem Stand der Technik bekannt sind, wird auf diese nachstehend nicht im Detail eingegangen.

[0037] Der Wechselrichter 1 weist zumindest einen Eingangs-DC-DC-Wandler 2, einen Zwischenkreis 3 und einen Ausgangs-DC-AC-Wandler 4 auf. Am Eingangs-DC-DC-Wandler 2 ist eine Energiequelle 5 angeschlossen, welche bevorzugt aus einem oder mehreren parallel und/oder seriell zueinander geschalteten Photovoltaikmodulen 6 gebildet werden. Der Wechselrichter 1 und die Photovoltaikmodule 6 werden auch als Photovoltaikanlage bzw. als PV-Anlage bezeichnet. Der Ausgang des Wechselrichters 1 bzw. des Ausgangs-DC-AC-Wandlers 4 kann mit einem Versorgungsnetz 7, wie einem öffentlichen oder privaten Wechselspannungsnetz oder einem Mehr-Phasennetz, und/oder mit zumindest einem elektrischen Verbraucher 8 verbunden sein. Beispielsweise wird ein Verbraucher 8 durch einen Motor, Kühlschrank, Funkgerät usw. gebildet. Ebenso kann der Verbraucher 8 auch eine Hausversorgung darstellen. Die einzelnen Komponenten des Wechselrichters 1, können über einen Datenbus 9 mit einer Steuervorrichtung 10 verbunden sein.

[0038] Bevorzugt dient ein derartiger Wechselrichter 1 als so genannter netzgekoppelter Wechselrichter 1, dessen Energiemanagement daraufhin optimiert ist, möglichst viel Energie in das Versorgungsnetz 7 einzuspeisen. Wie aus dem Stand der Technik bekannt, werden die Verbraucher 8 über das Versorgungsnetz 7 versorgt. Selbstverständlich können auch mehrere parallel geschaltete Wechselrichter 1 eingesetzt werden. Dadurch kann mehr Energie zum Betrieb der Verbraucher 8 bereitgestellt werden.

[0039] Diese Energie wird von der Energiequelle 5 bzw. den Photovoltaikmodulen 6 in Form einer Gleichspannung geliefert, welche über zwei Anschlussleitungen 11, 12 mit dem Wechselrichter 1 verbunden ist.

[0040] Die Steuervorrichtung 10 des Wechselrichters 1 ist beispielsweise durch einen Mikroprozessor, Mikrocontroller oder Rechner gebildet. Über die Steuervorrichtung 10 kann eine entsprechende Steuerung der einzelnen Komponenten des Wechselrichters 1, wie dem Eingangs-DC-DC-Wandler 2 oder dem Ausgangs-DC-AC-Wandler 4, insbesondere der darin angeordneten Schaltelemente, vorgenommen werden. In der Steuervorrichtung 10 sind hierzu die einzelnen Regel- bzw. Steuerabläufe durch entsprechende Software-Programme und/oder Daten bzw. Kennlinien gespeichert.

[0041] Des Weiteren sind mit der Steuervorrichtung 10 Bedienelemente 13 verbunden, durch welche der Benutzer beispielsweise den Wechselrichter 1 konfigurieren und/oder Betriebszustände oder Parameter anzeigen - beispielsweise mittels Leuchtdioden - und einstellen kann. Die Bedienelemente 13 sind dabei beispielsweise über den Datenbus 9 oder direkt mit der Steuervorrichtung 10 verbunden. Derartige Bedienelemente 13 sind beispielsweise an einer Front des Wechselrichters 1 angeordnet, sodass eine Bedienung von außen möglich ist. Ebenso können die Bedienelemente 13 auch direkt an Baugruppen und/oder Modulen innerhalb des Wechselrichters 1 angeordnet sein.

[0042] Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Photovoltaikanlage umfassend den Wechselrichter 1, die Photovoltaikmodule 6 und ein Versorgungsnetz 7. Die Photovoltaikmodule sind über eine Trenneinrichtung 14 mit dem Wechselrichter 1 bzw. dem Eingangs-DC-DC- Wandler 2 des Wechselrichters 1 verbunden. Ausgangsseitig ist der Ausgang des Ausgangs-DC-AC-Wandlers 4 des Wechselrichters über eine Trenneinrichtung 15 mit dem Versorgungsnetz 7 verbunden. Üblicherweise ist sowohl die eingangsseitige Trenneinrichtung 14 als auch die ausgangsseitige Trenneinrichtung 15 im Wechselrichter 1 integriert, was durch die strichlierte Umrandung gekennzeichnet wurde. Die gegenständliche Erfindung ist auf die Gestaltung der eingangsseitigen Trenneinrichtung 14 gerichtet, welche aufgrund der immer höher werdenden Gleichspannungen der Photovoltaikmodule 6 von über 1500 Volt eine höhere Herausforderung ist.

[0043] Figur 3 zeigt eine erste Ausführungsvariante einer Schaltung zur Trennung der Photovoltaikmodule 6 vom Wechselrichter 1, wobei die mechanischen Trennelemente 16 der Trennschaltung 14 mit einem Entlastungskondensator 17 verbunden sind, dessen Kapazität so gewählt ist, dass die an den mechanischen Trennelementen 16 anliegende Spannung langsamer ansteigt als die Isolationsfestigkeit der mechanischen Trennelemente 16 während deren Öffnung.

[0044] Die mechanischen Trennelemente 16 sind durch mechanische Schalter gebildet. Somit kann in den Trennelementen 16 kein Lichtbogen entstehen und es sind keine aufwändigen Löschkammern in den mechanischen Trennelementen 16 erforderlich. Durch das bloße Zuschalten dieses entsprechend dimensionierten Entlastungskondensators 17 können wesentlich kleinere mechanische Trennelemente 16 eingesetzt werden. Parallel zum Entlastungskondensator 17 kann ein hochohmiger Widerstand 19 angeordnet sein, der die Entladung des Entlastungskondensators 17 vor dem nächsten Anschließen der Photovoltaikmodule 6 an den Wechselrichter 1 gewährleistet. Die Dimensionierung des Widerstands 19 erfolgt derart, dass zur Erfüllung allfälliger Sicherheitsvorschriften die Ladung des Entlastungskondensators 17 innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne unter eine vorgegebene Spannung sinkt. Dadurch wird nach der Zeitspanne sichergestellt, dass das Wartungspersonal nicht mehr mit gefährlichen Spannungen in Berührung kommen kann. Die Dimensionierung des Entlastungskondensators 17 erfolgt vorzugsweise derart, dass der Spannungsanstieg an den mechanischen Trennelementen 16 langsamer als der Anstieg der Isolationsfestigkeit der mechanischen Trennelemente 16 erfolgt. Dabei ergibt sich für die Kapazität C des Entlastungskondensators 17 die Bedingung $C > I/(\Delta u/\Delta t)$, worin I der Schaltstrom der mechanischen Trennelemente 16 und $(\Delta u/\Delta t)$ die maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der mechanischen Trennelemente 16 bedeutet.

[0045] Beispiele für die Dimensionierung des Entlastungskondensators:

[0046] Bei Annahme einer Durchschlagsfestigkeit von idealer Luft von 3kV/mm und einer Kontaktöffnungsgeschwindigkeit eines mechanischen Trennelements (z. B. Relais 832A-SBH) von 0,8 mm/ms ergibt sich eine Durchschlagsspannung von 240V. Diese Spannung darf 100µs nicht überschreiten, sonst würde ein Lichtbogen gezündet. Geht man von einer doppelten Sicherheit aus, so muss die Spannungsanstiegsgeschwindigkeit $\Delta u/\Delta t < 120V/100\mu s = 1,2kV/ms$ sein. Daraus folgen in Abhängigkeit des Schaltstroms I folgende Werte für den Entlastungskondensator:

I [A]	C [µF]
20	17
30	25
50	42
100	83

[0047] Figur 4 zeigt eine zweite Variante einer Trennschaltung 14, wobei in Serie mit einem mechanischen Trennelement 16 ein weiterer mechanischer Hilfsschalter 18 angeordnet ist, dessen Kontakt dem mechanischen Trennelement 16 voreilend ausgebildet ist. Dabei sind in dieser Ausführungsvariante die mechanischen Trennelemente 16 durch Steckkontakte reali-

siert. Der Entlastungskondensator 17 ist parallel zum Hilfsschalter 18 angeordnet. Auch durch diese Schaltungsvariante wird gewährleistet, dass die Trennelemente 16, und der Hilfsschalter 18 im Wesentlichen spannungsfrei geschaltet werden können und somit kleine mechanischen Trennelemente bzw. Schalter ausreichen. Die Kombination des Hilfsschalters 18 mit den Trennelementen 16 kann durch entsprechende mechanische Kopplung beispielsweise in einem kombinierten Drehschalter erzielt werden. Dabei kann der Hilfsschalter 18 als Relais ausgebildet sein, welches beispielsweise automatisch beim Abheben des Wechselrichters 1 von einer Wandhalterung ausgelöst wird, wonach die mechanischen Trennelemente 16 geöffnet werden.

[0048] Die in Figur 5 gezeigte weitere Ausführungsvariante kombiniert die in Figur 3 dargestellte Schaltungsvariante mit einem mechanischen Hilfsschalter 18 in der Zuleitung 11, dessen Kontakte den mechanischen Trennelementen 16 voreilen.

[0049] Die erfindungsgemäßen Schaltungsvarianten ermöglichen ein einfaches und sicheres Trennen von Photovoltaikmodulen von einem Wechselrichter einer Photovoltaikanlage, ohne dass Lastschalter mit entsprechend großen Löschstrecken verwendet werden müssen.

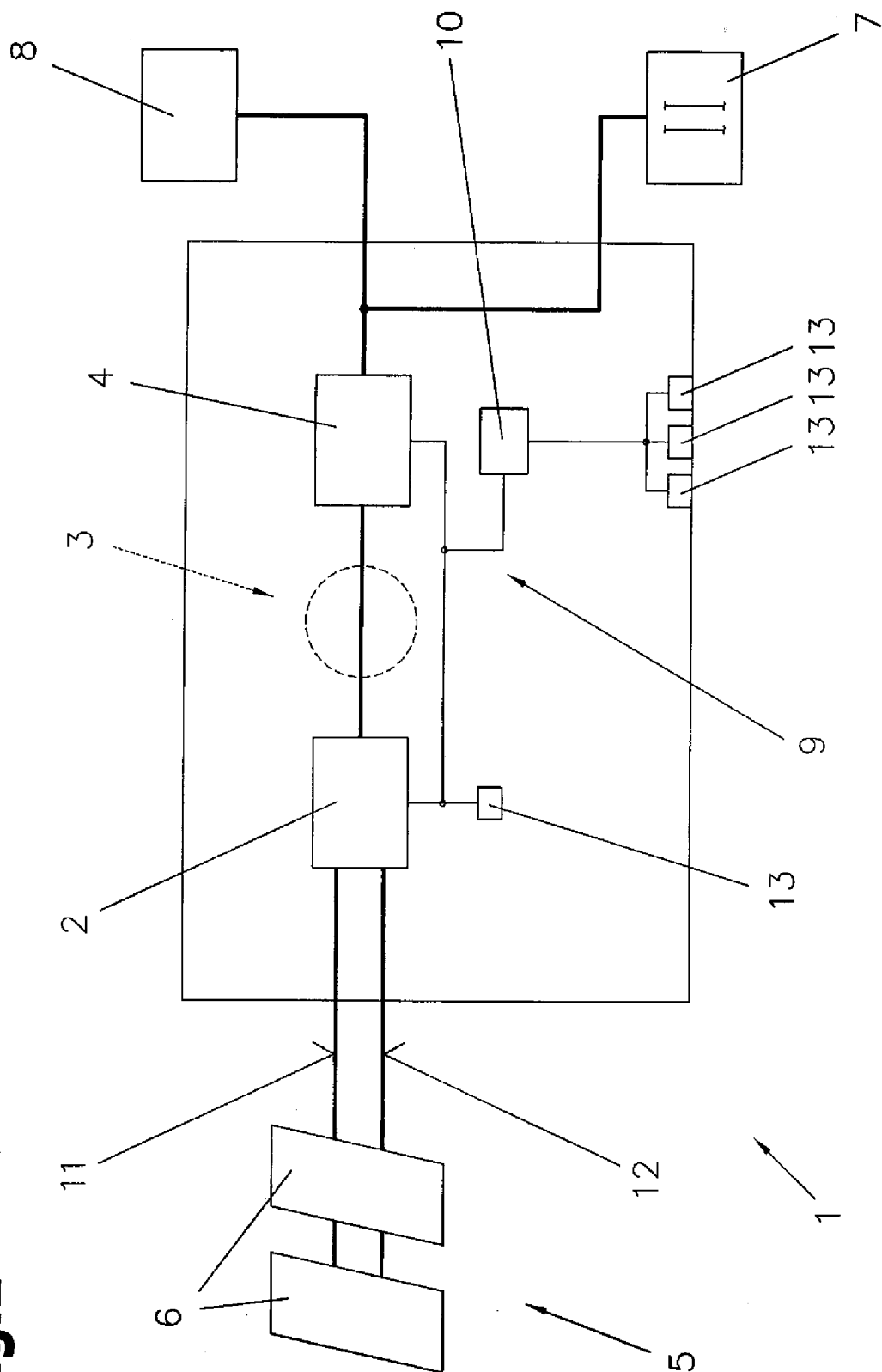
Patentansprüche

1. Wechselrichter (1) zur Umwandlung einer in Photovoltaikmodulen (6) erzeugten Gleichspannung (U_{DC}) in eine Wechselspannung (U_{AC}), mit Zuleitungen (11, 12) zur Verbindung mit den Photovoltaikmodulen (6), wobei eine durch mechanische Trennelemente (16) in den Zuleitungen (11, 12) gebildete Trennschaltung (14) zur Trennung der Photovoltaikmodule (6) vom Wechselrichter (1) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Entlastung des Ausschaltvorgangs der mechanischen Trennelemente (16) beim Trennen der Photovoltaikmodule (6) zumindest ein Entlastungskondensator (17) vorgesehen und derart angeordnet ist, dass am Entlastungskondensator (17) vor dem Trennen der mechanischen Trennelemente (16) im Wesentlichen die Spannung der Photovoltaikmodule (6) anliegt, sodass die mechanischen Trennelemente (16) bei der Betätigung im Wesentlichen spannungsfrei sind.
2. Wechselrichter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Entlastungskondensator (17) derart dimensioniert ist, dass der Spannungsanstieg ($\Delta u/\Delta t$) an den mechanischen Trennelementen (16) langsamer als der Anstieg der Isolationsfestigkeit der mechanischen Trennelemente (16) während deren Öffnung ist.
3. Wechselrichter (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kapazität (C) des zumindest einen Entlastungskondensators (17) $> I/(\Delta u/\Delta t)$ ist, worin I der Schaltstrom der mechanischen Trennelemente (16), und ($\Delta u/\Delta t$) die maximale Spannungsanstiegs geschwindigkeit der mechanischen Trennelemente (16) bedeuten.
4. Wechselrichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in zumindest einer Zuleitung (11, 12) in Serie zu einem mechanischen Trennelement (16) der Trennschaltung (14) ein mechanischer Hilfsschalter (18) vorgesehen ist, wobei der mechanische Hilfsschalter (18) gegenüber dem in Serie geschalteten mechanischen Trennelement (16) voreilend ausgebildet ist.
5. Wechselrichter (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanischen Trennelemente (16) der Trennschaltung (14) und der in Serie geschaltete mechanische Hilfsschalter (18) mechanisch miteinander gekoppelt sind.
6. Wechselrichter (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanischen Trennelemente (16) der Trennschaltung (14) und der mechanische Hilfsschalter (18) durch einen kombinierten Drehschalter gebildet sind.
7. Wechselrichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Entlastungskondensator (16) parallel zu den Photovoltaikmodulen (6) angeordnet ist.
8. Wechselrichter (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Entlastungskondensator (16) parallel zum mechanischen Hilfsschalter (18) angeordnet ist.
9. Wechselrichter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanischen Trennelemente (16) der Trennschaltung (14) und gegebenenfalls der mechanische Hilfsschalter (18) mit einem Gehäuse mechanisch gekoppelt sind.
10. Verfahren zur Trennung von Photovoltaikmodulen (6) einer Photovoltaikanlage von einem Wechselrichter (1) mit Hilfe von mechanischen Trennelementen (16) einer Trennschaltung (14), **dadurch gekennzeichnet**, dass vor der Trennung der Photovoltaikmodule (6) zumindest ein Entlastungskondensator (17) über die Photovoltaikmodule (6) aufgeladen wird, welcher zumindest ein Entlastungskondensator (17) mit den mechanischen Trennelementen (16) verbunden und derart angeordnet ist, dass der Entlastungskondensator (17) vor dem Trennen der mechanischen Trennelemente (16) im Wesentlichen auf der Spannung der Photovoltaikmodule (6) gehalten wird, sodass die mechanischen Trennelemente (16) bei der Betätigung im Wesentlichen spannungsfrei sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Entlastungskondensator (17) derart dimensioniert wird, dass der Spannungsanstieg ($\Delta u/\Delta t$) an den mechanischen Trennelementen (16) langsamer als der Anstieg der Isolationsfestigkeit der mechanischen Trennelemente (16) während deren Öffnung ist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kapazität (C) des zumindest einen Entlastungskondensators (17) $> I/(\Delta u/\Delta t)$ gewählt wird, worin I der Schaltstrom der mechanischen Trennelemente (16), und ($\Delta u/\Delta t$) die maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der mechanischen Trennelemente (16) bedeuten.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor der Betätigung der mechanischen Schalter (16) der Trennschaltung (14) ein mechanischer Hilfsschalter (18) in zumindest einer Zuleitung (11, 12) geöffnet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanischen Trennelemente (16) der Trennschaltung (14) mechanisch mit dem mechanischen Hilfsschalter (18) gekoppelt werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanischen Trennelemente (16) der Trennschaltung (14) und der mechanische Hilfsschalter (18) durch einen kombinierten Drehschalter gebildet werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Entlastungskondensator (16) parallel zu den Photovoltaikmodulen (6) angeordnet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Entlastungskondensator (16) parallel zum mechanischen Hilfsschalter (18) angeordnet wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanischen Trennelemente (16) der Trennschaltung (14) und gegebenenfalls der mechanische Hilfsschalter (18) mit einem Gehäuse des Wechselrichters (1) mechanisch gekoppelt werden.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig.1



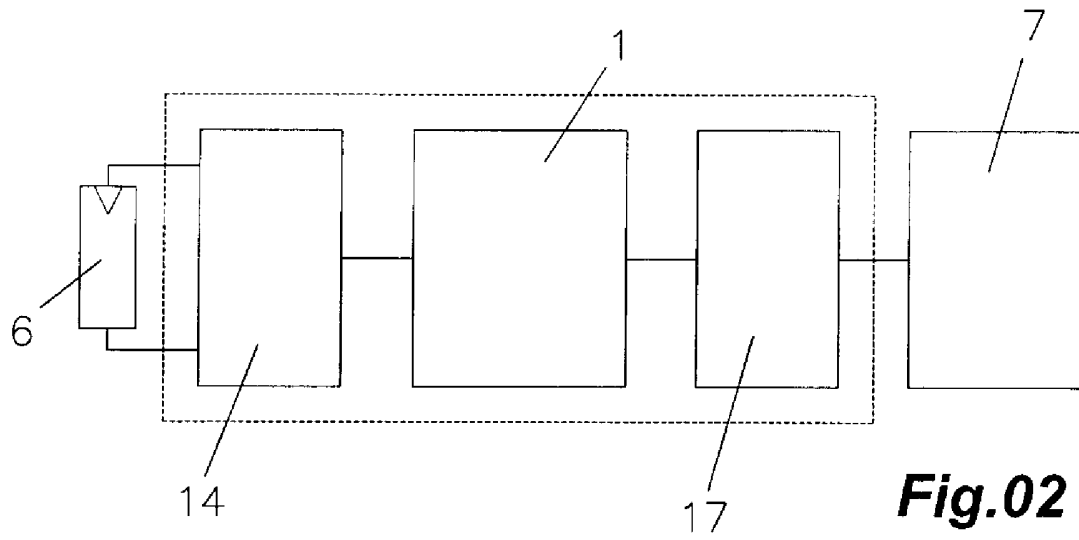


Fig.02

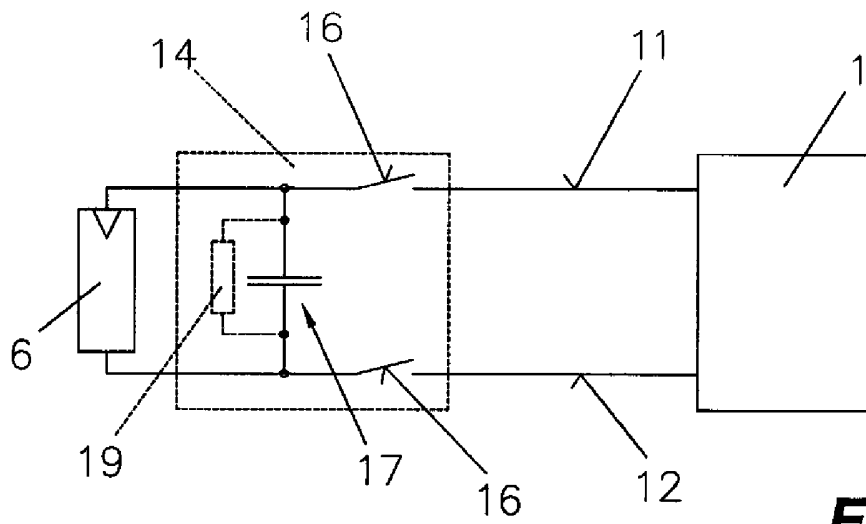


Fig.03

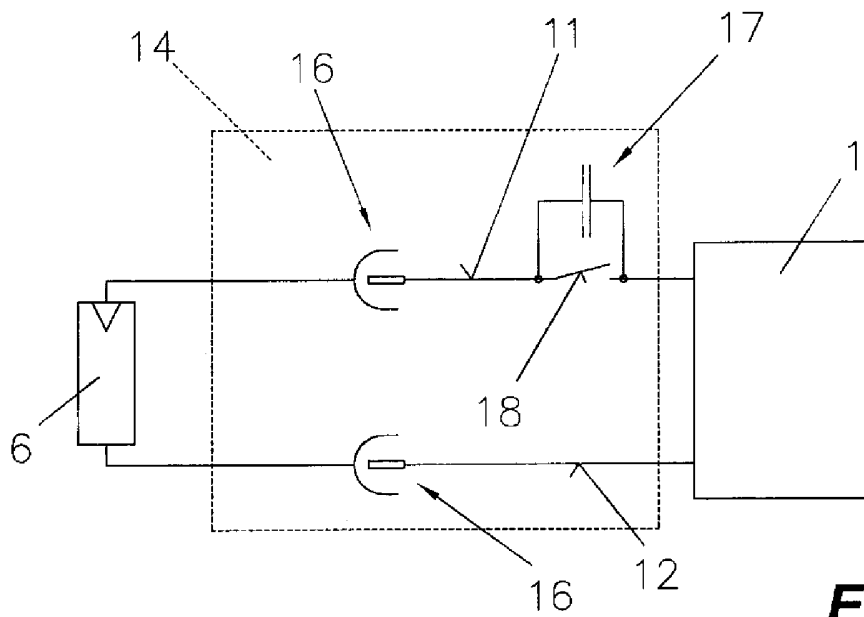


Fig.04

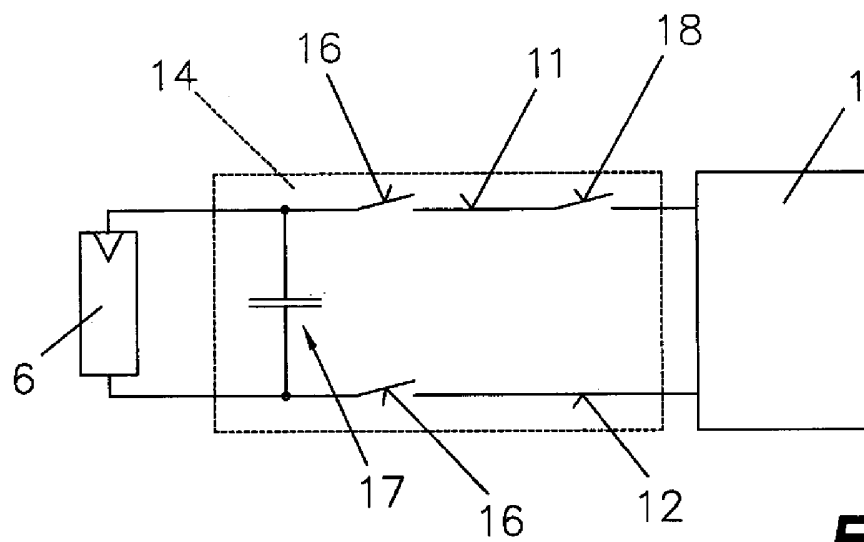


Fig.05