



(10) **DE 10 2009 037 723 B4** 2016.08.11

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 037 723.9**
(22) Anmeldetag: **17.08.2009**
(43) Offenlegungstag: **24.02.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.08.2016**

(51) Int Cl.: **H02M 5/42 (2006.01)**
H02H 7/122 (2006.01)
H02M 1/36 (2007.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

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

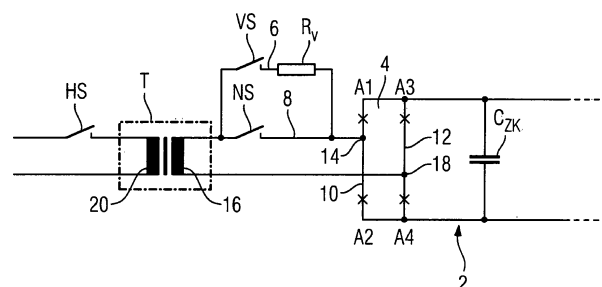
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2007 047 713 A1
US 2005 / 0 231 172 A1

(72) Erfinder:
Ackermann, Markus, 91301 Forchheim, DE;
Amler, Gerald, Dr., 90475 Nürnberg, DE; Nagel,
Andreas, Dr., 90478 Nürnberg, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Entladen eines Zwischenkreiskondensators eines Spannungswischenkreis-Umrichters**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Entladen eines Zwischenkreiskondensators (C_{ZK}) eines Spannungswischenkreis-Umrichters (2), dessen netzseitiger Stromrichter (4) abschaltbare Leistungshalbleiter (A1, ..., A6) aufweist und mittels einer mittels eines Netzschützes (NS) überbrückbaren Reihenschaltung eines Vorladeschützes (VS) und eines Vorladewiderstandes (R_V), eines Transformators (T) und eines Hauptschalters (HS) mit einem speisenden Wechselspannungsnetz verbindbar ist, über den Vorladewiderstand (R_V) und der Sekundärwicklung (16) des Transformators (T), wobei zunächst der Hauptschalter (HS) geöffnet wird, anschließend werden das Netzschütz (NS) geöffnet und das Vorladeschütz (VS) geschlossen, wobei dann zwei diagonal gegenüberliegende abschaltbare Leistungshalbleiter (A1, A4; A2, A3) des netzseitigen Stromrichters (4) eingeschaltet werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Entladen eines Zwischenkreiskondensators eines Spannungszwischenkreis-Umrichters, dessen netzseitiger Stromrichter abschaltbare Leistungshalbleiter aufweist und mittels einer mittels eines Netzschützes überbrückbaren Reihenschaltung eines Ladeschützes und eines Vorladewiderstandes, eines Transformators und eines Hauptschalters mit einem speisenden Wechselspannungsnetz verbindbar ist.

[0002] Bei Spannungszwischenkreis-Umrichter ist eine Vorladeschaltung generell vorhanden. Mit dieser Vorladeschaltung wird der Zwischenkreiskondensator geladen. Durch die Wahl des Vorladewiderstandes wird der Ladestrom eingestellt. Dieser Ladestrom darf einen maximalen Diodenstrom der Inversdiode der abschaltbaren Leistungshalbleiter des netzseitigen Stromrichters nicht überschreiten. Wäre kein Vorwiderstand vorhanden, würde sich ein Ladestrom einstellen, der die maximale Stromtragfähigkeit der netzseitigen Dioden überschreiten würde. Die Folge wäre eine Zerstörung dieser Dioden. Sobald beispielsweise 80% des maximalen Ladezustandes des Zwischenkreiskondensators erreicht ist, wird der Vorladewiderstand mittels eines Netzschützes überbrückt. Dadurch ist der netzseitige Stromrichter mittels eines Netztransformators mit einem speisenden Wechselspannungsnetz verbunden.

[0003] Für Wartungszwecke bzw. bei der Beseitigung von Fehlern muss sichergestellt werden, dass der Zwischenkreiskondensator nach Abschaltung des Spannungszwischenkreis-Umrichters in relativ kurzer Zeit entladen ist. Zumindest sollte die am Zwischenkreiskondensator abfallende Spannung nicht größer sein als 60 V Gleichspannung. Dadurch können beim Wartungspersonal bei Berührung dieser Gleichspannung keine gefährlichen Körperströme zum Fließen gebracht werden.

[0004] Bei den im Handel erhältlichen Spannungszwischenkreis-Umrichtern wird der Zwischenkreiskondensator mittels eines schaltbaren Widerstandes entladen. Dieser Widerstand wird elektrisch parallel zum Zwischenkreiskondensator geschaltet. Für die Entladung werden somit zusätzliche Bauelemente, wie ein Schütz bzw. ein abschaltbarer Leistungshalbleiter und ein Widerstand, benötigt.

[0005] Aus der DE 10 2007 047 713 A1 ist ein Verfahren zur Entladung eines Hochspannungsnetzes bekannt, dass den vorhandenen Vorladewiderstand dazu verwendet. Die Schaltung, die einen Gleichspannungskondensator aufweist, ist ein in einem Hybridfahrzeug vorhandenes Hochspannungsnetz. Dieses Hochspannungsnetz besteht im einfachsten Fall aus einer Batterie, einem Spannungs-

umrichter mit Gleichspannungskondensator, einer oder mehrerer elektrischer Maschinen, weitere Hochspannungsverbraucher und einem Kabelbaum, der alle Hochspannungskomponenten miteinander elektrisch leitend verbindet. Die Hochspannungsbatterie ist mittels einer überbrückbaren Reihenschaltung eines Vorladewiderstandes und eines Schalters mit einem positiven Pol des Gleichspannungskondensators verbindbar. Der negative Pol dieses Gleichspannungskondensators ist mittels eines weiteren Schalters oder auch direkt mit einem negativen Pol der Hochspannungsbatterie verbindbar. Für den Entladevorgang kommt ein Entladeschütz zum Einsatz, welches ebenfalls über einen einfachen Schließkontakt bzw. Schalter verfügt. Dieses Entladeschütz ist derart mit dem Vorladewiderstand verschaltet, dass bei geschlossenen Kontakten dieses Entladeschützes der Vorladewiderstand elektrisch parallel zum Gleichspannungskondensator geschaltet ist.

[0006] Durch diese Maßnahme wird die bekannte Entladeschaltung auf ein Schütz beschränkt, da der Vorladewiderstand nicht nur zu Ladungszwecken, sondern auch zu Entladungszwecken verwendet wird. Durch die Dimensionierung des Vorladewiderstandes wird eine Entladung des Gleichspannungskondensators deutlich schneller als mit einer separaten Entladeschaltung erreicht. Obwohl sich der Aufwand der Entladeschaltung sehr verringert hat, wird immer noch ein zusätzliches Bauelement, nämlich ein Schütz, benötigt, das einen entsprechenden Einbauplatz beansprucht und mit der Schaltung, die einen Gleichspannungskondensator aufweist, verschaltet werden muss.

[0007] Aus der US 2005/0 231 172 A1 ist ein Vor- und Entladesystem eines Zwischenkreiskondensators eines Spannungszwischenkreis-Umrichters bekannt. Dieser Spannungszwischenkreis-Umrichter ist zwischen einer Gasturbine, die einen Generator/Motor antreibt, und einem energieaufnehmenden Netz angeordnet, wobei der netzseitige Stromrichter ausgangsseitig mit einem LC-Filter versehen ist. Außerdem ist zwischen LC-Filter und dem Netz ein Hauptschalter geschaltet, dem elektrisch parallel eine Reihenschaltung eines Vorladewiderstandes und eines Vorladeschützes geschaltet ist. Als last- und netzseitige Stromrichter sind jeweils ein selbstgeführter Pulsstromrichter vorgesehen. Damit die Gasturbine mittels Generator/Motor gestartet werden kann, muss der Zwischenkreiskondensator des Spannungszwischenkreis-Umrichters geladen werden. Dazu wird der Hauptschalter geöffnet und das Vorladeschütz geschlossen. Wegen des Filterkondensators wird der Zwischenkreiskondensator beispielsweise auf 160 V geladen. Anschließend wird der netzseitige Stromrichter derart betrieben, dass dieser als Booster arbeitet, so dass der Zwischenkreiskondensator bis auf 280 V aufgeladen wird.

[0008] Wenn das aus Gasturbine und Generator/ Motor bestehende System ausgeschaltet wird, muss der Zwischenkreiskondensator entladen werden. Dazu wird der Hauptschalter geöffnet, wodurch das energieaufnehmende Netz vom netzseitigen selbstgeführten Pulsstromrichter des Spannungszwischenkreis-Umrichters getrennt ist. Der Gleichstrom vom Zwischenkreiskondensator wird mittels netzseitigem selbstgeführten Pulsstromrichter in einen Wechselstrom gewandelt und in dem LC-Filter verbraucht. Somit wird die im Zwischenkreiskondensator gespeicherte Energie im LC-Filter verbraucht.

[0009] Bei im Handel erhältlichen Spannungszwischenkreis-Umrichtern, mit denen ein elektrischer Motor angetrieben werden soll, sind netzseitig keine LC-Filter vorgesehen. Ein derartiges Filter wird optional an den Ausgängen des lastseitigen selbstgeführten Pulsstromrichters des Spannungszwischenkreis-Umrichters angeschlossen, damit der Motorstrom möglichst sinusförmig ist.

[0010] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem ein Zwischenkreiskondensator eines eingangs beschriebenen Spannungszwischenkreis-Umrichters entladen werden kann.

[0011] Diese Aufgabe wird mit den Verfahrensschritten des Anspruchs 1 erfindungsgemäß gelöst.

[0012] Dadurch, dass zunächst ein Hauptschalter und anschließend ein Netzschütz geöffnet und gleichzeitig das vorhandene Vorladeschütz und zwei diagonal gegenüberliegende abschaltbare Leistungshalbleiter des netzseitigen Stromrichters eingeschaltet werden, ist der Vorladewiderstand zusammen mit der Sekundärwicklung des Transformators elektrisch parallel zum Zwischenkreiskondensator des Spannungszwischenkreis-Umrichters geschaltet. Dadurch wird der Vorladewiderstand auch bei der Entladung des Zwischenkreiskondensators eines Spannungszwischenkreis-Umrichters verwendet, ohne dass ein zusätzliches Schütz bzw. Schalter vorgesehen werden muss. D. h., bei der Entladung des Zwischenkreiskondensators eines eingangs beschriebenen Spannungszwischenkreis-Umrichters werden die vorhandenen Bauelemente verwendet.

[0013] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der zwei Ausführungsformen eines Spannungszwischenkreis-Umrichters schematisch dargestellt sind.

[0014] Fig. 1 zeigt eine einphasige Einspeisung mit Transformator eines Spannungszwischenkreis-Umrichters, wogegen in der

[0015] Fig. 2 eine dreiphasige Einspeisung mit Transformator eines Spannungszwischenkreis-Umrichters dargestellt ist.

[0016] In der Fig. 1 ist von einem Spannungszwischenkreis-Umrichter **2** nur der Spannungszwischenkreis mit einem Zwischenkreiskondensator C_{ZK} und ein netzseitiger Stromrichter **4** dargestellt.

[0017] Der lastseitige Stromrichter mit einer daran angeschlossenen Last ist aus Übersichtlichkeitsgründen nicht näher dargestellt. Der Spannungszwischenkreis-Umrichter **2** ist mittels weiterer Bauelemente mit einem einphasigen Wechselspannungsnetz verbindbar. Zu diesen zusätzlichen Bauelementen zählen eine Vorladeschaltung **6**, eine Überbrückungsschaltung **8**, ein Transformator T zur Potentialtrennung und ein Hauptschalter HS. Wegen der Anbindung des Spannungszwischenkreis-Umrichters **2** an ein einphasiges Wechselspannungs-Netz weist der netzseitige Stromrichter **4** nur zwei Brückenarme **10** und **12** auf, die jeweils zwei elektrisch in Reihe geschaltete abschaltbare Leistungshalbleiter A1, A2 und A3, A4 aufweisen. Am wechselfspannungsseitigen Anschluss **14** des Brückenarmes **10** ist mittels der Überbrückungsschaltung **8** ein Anschluss einer Sekundärwicklung **16** des Transformators T angeschlossen. Der zweite Anschluss dieser Sekundärwicklung **16** ist direkt mit einem wechselfspannungsseitigen Anschluss **18** des Brückenarmes **12** des netzseitigen Stromrichters **4** verknüpft. Elektrisch parallel zur Überbrückungsschaltung **8** ist die Vorladeschaltung **6** geschaltet. Diese Vorladeschaltung **6** weist ein Vorladeschütz VS und einen Vorladewiderstand R_V auf. Vorladeschütz VS und Vorladewiderstand R_V sind elektrisch in Reihe geschaltet. Die Überbrückungsschaltung **8** weist nur ein Netzschütz NS auf. Die Primärwicklung **20** des Transformators T ist mittels eines Hauptschalters HS mit einem nicht näher dargestellten Wechselspannungsnetz verbindbar.

[0018] Wenn dieser Spannungszwischenkreis-Umrichter **2** an ein einphasiges Wechselspannungsnetz angeschlossen wird, werden der Hauptschalter HS und das Vorladeschütz VS geschlossen. Dadurch ist ein Strompfad geschaltet, über dem ein Ladestrom fließt, der den Zwischenkreiskondensator C_{ZK} auflädt. Sobald beispielsweise 80% des maximalen Ladestandes dieses Zwischenkreiskondensators C_{ZK} erreicht ist, wird das Netzschütz NS geschlossen. Dadurch ist die Vorladeschaltung **6** überbrückt. Das Vorladeschütz VS kann anschließend stromlos geöffnet werden.

[0019] Bei der Entladung des Zwischenkreiskondensators C_{ZK} des Spannungszwischenkreis-Umrichters **2** wird wie folgt vorgegangen: Zunächst wird der Spannungszwischenkreis-Umrichter **2** von einem speisenden Wechselspannungsnetz

getrennt, in dem der Hauptschalter HS geöffnet wird. Anschließend werden das Netzschütz NS geöffnet und das Vorladeschütz VS geschlossen. Dadurch ist der Vorladewiderstand R_V zusammen mit der Sekundärwicklung **16** des Transformators T elektrisch parallel zu den wechsellspannungsseitigen Anschlüssen **14** und **18** des netzseitigen Stromrichters **4** geschaltet. Damit der Vorladewiderstand R_V elektrisch parallel zum Zwischenkreiskondensator C_{ZK} des Spannungszwischenkreis-Umrichters geschaltet ist, müssen nur noch zwei von vier abschaltbaren Leistungshalbleiter des netzseitigen Stromrichters **4** eingeschaltet werden. Entweder werden die abschaltbaren Leistungshalbleiter A1 und A4 oder die abschaltbaren Leistungshalbleiter A2 und A3 eingeschaltet. Nachdem der Zwischenkreiskondensator C_{ZK} entladen ist, wird das Vorladeschütz VS geöffnet und die eingeschalteten abschaltbaren Leistungshalbleiter A1, A4 bzw. A3, A2 wieder ausgeschaltet.

[0020] Mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren kann ein Zwischenkreiskondensator C_{ZK} eines dargestellten Spannungszwischenkreis-Umrichters **2** mit Hilfe des vorhandenen Vorladewiderstandes R_V entladen werden, ohne dass ein Entladeschütz mehr vorgesehen werden muss.

[0021] In der Fig. 2 ist ein Spannungszwischenkreis-Umrichter **2** für den Anschluss an ein nicht näher dargestelltes dreiphasiges Wechselspannungsnetz dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 1 dadurch, dass der netzphasige Stromrichter **4** nun drei Brückenarme aufweist. Als Transformator T ist ebenfalls ein Drehstromtransformator vorgesehen. Auch der Hauptschalter HS, das Netzschütz NS und das Vorladeschütz VS sind jeweils dreiphasig ausgebildet. Anstelle von einem Vorladewiderstand R_V werden bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 drei Vorladewiderstände R_V verwendet. Trotz der geänderten Ausführungsform hat sich am Verfahren zur Entladung des Zwischenkreiskondensators C_{ZK} nichts geändert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entladen eines Zwischenkreiskondensators (C_{ZK}) eines Spannungszwischenkreis-Umrichters (**2**), dessen netzseitiger Stromrichter (**4**) abschaltbare Leistungshalbleiter (A1, ..., A6) aufweist und mittels einer mittels eines Netzschützes (NS) überbrückbaren Reihenschaltung eines Vorladeschützes (VS) und eines Vorladewiderstandes (R_V), eines Transformators (T) und eines Hauptschalters (HS) mit einem speisenden Wechselspannungsnetz verbindbar ist, über den Vorladewiderstand (R_V) und der Sekundärwicklung (**16**) des Transformators (T), wobei zunächst der Hauptschalter (HS) geöffnet wird, anschließend werden das Netzschütz (NS) geöffnet und das Vorladeschütz (VS) geschlossen, wo-

bei dann zwei diagonal gegenüberliegende abschaltbare Leistungshalbleiter (A1, A4; A2, A3) des netzseitigen Stromrichters (**4**) eingeschaltet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Erreichen eines vorbestimmten verringerten Ladezustandes des Zwischenkreiskondensators (C_{ZK}) das Vorladeschütz (VS) geöffnet und die beiden eingeschalteten abschaltbaren Leistungshalbleiter (A1, A4; A2, A3) des netzseitigen Stromrichters (**4**) des Spannungszwischenkreis-Umrichters (**2**) ausgeschaltet werden.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

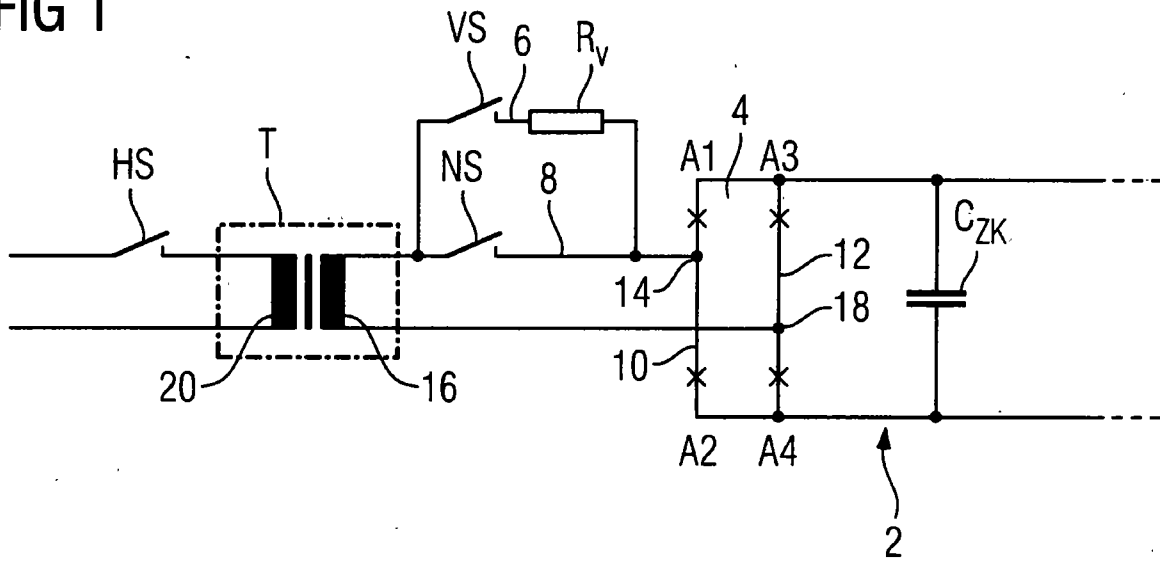


FIG 2

