

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 649/2010
(22) Anmeldetag: 21.04.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2012

(51) Int. Cl. : **H02J 7/35** (2006.01)
G05F 1/67 (2006.01)
H02M 7/53 (2006.01)

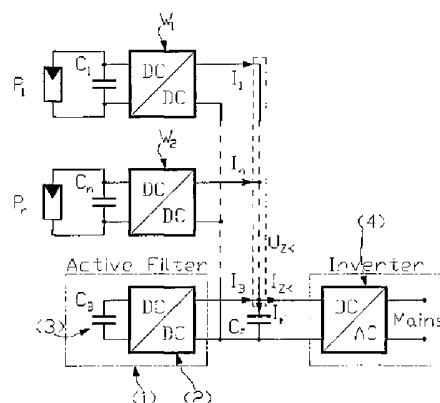
(56) Entgegenhaltungen:
CA 2459074 A1
JP 2008099503 A
JP 2005218150 A
US 2006132102 A1

(73) Patentinhaber:
FACHHOCHSCHULE TECHNIKUM WIEN
1200 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
HIMMELSTOSS FELIX DIPL.ING. DR.
WR. NEUDORF (AT)
EDELMOSEER KARL DIPL.ING. DR.
WIEN (AT)

(54) **VORRICHTUNG ZUR REDUZIERUNG DES ZWISCHENSPEICHERS IN EINEM MEHRKONVERTERSYSTEM**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reduzierung des erforderlichen Kapazitätswertes der Kondensatoren in einem Mehrkonvertersystem, bestehend aus getakteten Wandlern (W 1 bis W n) mit Ausgangsstromcharakteristik, die auf einen gemeinsamen Zwischenkreis speisen, von dem auch ein einphasiger Wechselrichter versorgt wird. Die Aufgabe die Energie zwischenspeichern wird dadurch erzielt, dass an den Zwischenkreis ein bidirektionaler Wandler angeschlossen ist, an dessen Ausgangsseite ein Kondensator oder eine Kombination von Kondensatoren oder ein anderer Energiespeicher geschaltet ist, wobei parallel zu Eingängen der getakteten Wandler (W1, bis Wn) mit Ausgangsstromcharakteristik Kapazitäten entsprechend der verwendeten Schaltfrequenz zur Glättung der Eingangsspannung geschaltet sind und die getakteten Wandler (W1, bis Wn) mit Ausgangsstromcharakteristik mit einer Vorrichtung zur Einstellung des Punktes der maximalen Leistung versehen sind, wobei es sinnvoll ist, dass der verwendete Kondensator oder Energiespeicher an der Ausgangsseite des bidirektionalen Wandlers auf einem höheren Spannungsniveau betrieben wird als der Zwischenkreis.



Beschreibung

VORRICHTUNG ZUR REDUZIERUNG DES ZWISCHENSPEICHERS IN EINEM MEHRKONVERTERSYSTEM

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reduzierung des erforderlichen Kapazitätswertes der Kondensatoren in einem Mehrkonvertersystem bestehend aus getakteten Wandlern (W_1 bis W_n) mit Ausgangsstromcharakteristik, die auf einen gemeinsamen Zwischenkreis speisen, von dem auch ein einphasiger Wechselrichter versorgt wird.

[0002] Möchte man in ein Versorgungsnetz einspeisen (z.B. in das Niederspannungsnetz), so ist die Spannung durch das Netz vorgegeben, die Einspeisung muss daher stromgeregelt erfolgen. Die Augenblicksleistung, die in das Netz eingespeist wird, ändert sich beim 50 Hz Netz innerhalb von 10 ms von null bis zum Spitzenwert und wieder zurück auf null. Den Einspeisequellen (Solargenerator, kleine Windkraftanlage, Brennstoffzelle und ähnliches) sollte aber eine gleichmäßige Leistung möglichst am Punkt der maximalen Leistungsabgabe entnommen werden, daher ist eine Energiezwischen-speicherung nötig. Werden nun mehrere Stromquellen, die im jeweiligen MMP Punkt ihrer Eingangsquelle arbeiten, verwendet, so braucht man nun entsprechend bei jeder Quelle einen entsprechend großen Kondensator.

[0003] Bei der hier vorgestellten Erfindung wird ein anderer Weg eingeschlagen. Jeder Quelle, also Solargenerator, Brennstoffzelle, Akkumulator u.s.w., wird nur ein so kleiner Kondensator parallel geschaltet, damit der Arbeitspunkt in Bezug auf die im Vergleich zur Netzspannung hochfrequent taktenden Spannungs-Stromwandler konstant bleibt. Die einzelnen Konverter liefern einen im Mittel der Schaltfrequenz konstanten Strom. Der Ansteuerung des Konverters kann auch die Ermittlung des Punktes mit der größten Leistung aufgetragen werden. Dazu gibt es eine große Anzahl von Verfahren. Die Ermittlung des Punktes der maximalen Leistung, die Ansteuerung der Konverter und die Auswahl der Konverterstrukturen (viele Konverter können zur Stromeinspeisung angegeben werden) sind nicht Gegenstand dieser Anmeldung, da viele Vorschläge dafür aus der Literatur zu entnehmen sind und das Gleiche gilt auch für die Ansteuerung.

[0004] Im Folgenden wird auf die einschlägige Patentliteratur eingegangen:

[0005] CA 2459074 A1 behandelt ein System mit einem Solargenerator als einzige Energiequelle und Doppelschichtkondensatoren als einzige Speichervorrichtung. Als Subkomponenten befinden sich ein MPP System und ein Isolator zu den Doppelschichtkondensatoren in der Anlage. Dabei liefert das MPP System direkt an das Speichersystem und von dort werden die Konverter zur Versorgung der Last betrieben. Der Aufbau unterscheidet sich deutlich von der gegenständlichen Erfindung, bei der es entscheidend auch um die Minimierung des erforderlichen Kapazitätsbedarfs des gesamten Systems geht.

[0006] JP 2008-099503 behandelt einen Konverter mit angeschlossenem Doppelschichtkondensator und einer Ladungsmethode für diesen. Als Schaltungstopologie ist ein Zweiquadrantensteller verwendet. Der Kondensator ist auf der Niederspannungsseite angeschlossen. Auch hier geht es nicht um ein Gesamtsystem, bei dem der Zwischenspeicher minimiert werden soll, sondern nur um eine Lade- und Entladevorrichtung für einen Doppelschichtkondensator.

[0007] JP 2005-218150 A zeigt ein System, bei dem eine (schwankende) DC Quelle über einen Konverter in einen Zwischenkreis speist, an dem ein einphasiger Wechselrichter geschaltet ist. Ein bidirektionaler Konverter versorgt zusätzlich eine Batterie. Die dort gespeicherte Energie kann wenn notwendig entnommen werden. Auch hier geht es nicht um Reduktion der Kondensatoren im Gesamtsystem.

[0008] US 2006/132102 A1 behandelt Ladevorrichtungen für Doppelschichtkondensatoren, die speziell dazu dienen, Energie aus stark schwankenden Quellen (wie Solar, Wind) aufzunehmen und zu speichern.

[0009] Nebenbei sei angemerkt, dass es bei der gegenständlichen Erfindung nicht um den

Einsatz von Doppelschichtkondensatoren geht, sondern darum, möglichst mit geringem Aufwand die erforderliche Energie, die beim Einspeisen ins Einphasennetz zwischengespeichert werden muss, aufzunehmen bzw. abzugeben. Das Zusammenspiel Speicherkondensatoren auf hoher Spannung - wobei diese Spannung auch stark schwanken kann - und bidirektionalem Wandler, führt zu einer Reduktion des Aufwandes an Kondensatoren. Der Doppelschichtkondensator erfordert zusätzliche Elektronik um bei der Serienschaltung, und diese ist erforderlich, wenn Energie auf höherer Spannung gespeichert werden soll, die Spannung an den einzelnen Bauelementen gleichmäßig zu verteilen. Bei dieser Anwendung sind normale Kondensatoren ausreichend.

[0010] Speisen nun mehrere Konverter auf einen Zwischenkreis, so wird man die einzelnen Konverter durch Dioden entkoppeln. Diese wird man sinnvoll dorthin schalten, wo der geringste Strom fließt, also entweder bei der Quelle in der Eingangsleitung oder im Ausgangskreis. Durch diese Dioden wird auch ein Rückfluss in die Quellen vermieden.

[0011] Man kann nun den Kondensator im Zwischenkreis entsprechend groß machen, damit er als Puffer für den Eingang des einphasigen Wechselrichters dient. Hier ist auch eine größere Schwankung der Spannung erlaubt, da die Regelung des Wechselrichters bei einer langsam veränderlichen Eingangsspannung kein Problem darstellt.

[0012] Will man jedoch nur einen kleinen Zwischenkreis - und das ist sinnvoll, wenn die Eingangsspannung des Wechselrichters gering ist, - so kann man folgende Lösung vorschlagen: An den Zwischenkreis, in den die einzelnen Stromkonverter speisen und von dem der Wechselrichter, der ins Netz speist versorgt wird, ist ein aktives Filter der folgenden Art angeschlossen. Ein bidirektionaler Wandler speist auf einen Kondensator. Die Spannung am Kondensator sollte um einiges höher sein als am Zwischenkreis. Vorteilhaft ist dabei, dass die Energie im Kondensator mit dem Quadrat der Spannung steigt. Dreifache Spannung heißt also neunfache Energie oder einen Kapazitätswert, der auf ein Neuntel reduziert werden kann. Nachteilig ist jedoch die zusätzliche zweimalige Energieumformung im bidirektionalen Konverter.

[0013] Die Erfindung soll nun an Hand einiger Abbildungen erklärt werden. Figur 1 zeigt den Aufbau eines Systems mit mehreren Convertern in einem System zur distributiven Netzeinspeisung. Figur 2 zeigt beispielhaft einen Konverter mit Ausgangsstromcharakteristik. Figur 3 zeigt den Aufbau des vorgeschlagenen Systems und Figur 4 beispielhaft die Realisierung eines aktiven Filters.

[0014] Figur 1 zeigt den Aufbau eines Systems mit mehreren Convertern in einem System zur distributiven Netzeinspeisung. Beispielhaft sind Solargeneratoren (P_1 , P_n) gezeichnet. Parallel zu diesen liegt jeweils ein Kondensator (C_1 , C_n) zur Pufferung und der entsprechende Eingang des DC/DC Konverters. Die Ausgänge der DC/DC Konverter (W_1 , W_n) speisen auf einen gemeinsamen Zwischenkreis mit dem Zwischenkreiskondensator (CZ), an dem die Zwischenkreisspannung (UZK) auftritt. Mit dem DC/AC Umformer (4) wird die Spannung am Zwischenkreis (UZK) in einen entsprechenden Ausgangsstrom, der in das Netz (Mains) gespeist wird, umgeformt.

[0015] Figur 2 zeigt beispielhaft einen Konverter mit Ausgangsstromcharakteristik. Es handelt sich dabei um einen Tiefsetzsteller, bei dem der Strom durch die Induktivität (L_n) geregelt wird. Wenn die Energie im Eingangskondensator (C_{IN}) zwischengespeichert wird, erfolgt die Regelung so, dass ein Stromverlauf entsprechend einer gleichgerichteten Sinusfunktion oder einer dem Netzspannung proportionalen Verlauf erzeugt wird. Die Amplitude des Stromes ist dabei so vorzugeben, dass im Mittel die optimale Leistung aus der Eingangsquelle (z.B. dem Solargenerator) entnommen wird. Der Eingangskondensator (C_{IN}) muss dann entsprechend groß gewählt werden, da aus der Eingangsquelle konstante Leistung entnommen werden soll. Wird die Energie im Zwischenkreiskondensator (CZ) gepuffert, wird der Konverter so stromgeregelt, dass ein um den optimalen Punkt pendelnder Strom aus der Eingangsquelle entnommen wird. Jetzt kann der Kondensator (C_{IN}) entsprechend klein dimensioniert werden, da er nur die schaltfrequente Komponente puffern muss.

[0016] Figur 3 zeigt den Aufbau des vorgeschlagenen Systems. Das System nach Fig. 1 wird durch das aktive Filter (Active Filter) (1), bestehend aus einem bidirektionalen DC/DC Wandler (2) mit angeschlossenem Ausgangskondensator (CB) oder Speicher (3), wie z.B. ein Akkumulator, ergänzt. Die Einzelkonverter (W1, Wn) müssen daher nur einen (gemittelt über die Periodendauer der Schaltfrequenz) konstanten Strom liefern. Die Pufferung erfolgt nun über das aktive Filter (1) und durch das höhere Spannungsniveau kann der Kapazitätswert entsprechend verringert werden. Zusätzlich ist natürlich eine höhere Spannungsschwankung am Kondensator (CB) möglich, da über den Konverter ein Ausgleich erfolgen kann. Je größer man den Kondensator (CZ) wählt, umso geringer muss der Beitrag des aktiven Filters (1) sein. Es lässt sich ein optimaler Punkt in Bezug auf Kondensatorgröße und Wirkungsgrad bestimmen.

[0017] Figur 4 zeigt beispielhaft die Realisierung eines aktiven Filters mit einer Halbbrücke, hier gezeichnet mit n-Kanal MOSFETs. Die beiden Transistoren (SBU, SBL) werden im Gegentakt betrieben (natürlich mit einer kurzen Verriegelung beim Umschalten), um so die Flussspannung der parallel liegenden Dioden (die Bodydioden sind nicht eingezeichnet) zu überbrücken. Dies führt zu einem guten Wirkungsgrad der Halbbrücke.

[0018] Die Aufgabe, die Energie bei einem System von stromgespeisten Wandlern zwischenzuspeichern, wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, dass an den Zwischenkreis ein bidirektionaler Wandler angeschlossen ist, an dessen Ausgangsseite ein Kondensator oder eine Parallelschaltung von Kondensatoren oder eine Kombination von in Serie und parallel geschalteten Kondensatoren oder ein anderer Energiespeicher geschaltet ist, wobei parallel zu Eingängen der getakteten Wandler (W1, bis Wn) mit Ausgangsstromcharakteristik Kapazitäten entsprechend der verwendeten Schaltfrequenz zur Glättung der Eingangsspannung geschaltet sind und die getakteten Wandler (W1, bis Wn) mit Ausgangsstromcharakteristik mit einer Vorrichtung zur Einstellung des Punktes der maximalen Leistung versehen sind, wobei es sinnvoll ist, dass der verwendete Kondensator oder Energiespeicher an der Ausgangsseite des bidirektionalen Wandlers auf einem höheren Spannungsniveau betrieben wird als der Zwischenkreis.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reduzierung des erforderlichen Kapazitätswertes der Kondensatoren in einem Mehrkonvertersystem, bestehend aus getakteten Wandlern (W1 bis Wn) mit Ausgangsstromcharakteristik, die auf einen gemeinsamen Zwischenkreis speisen, von dem auch ein einphasiger Wechselrichter versorgt wird **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Zwischenkreis ein bidirektionaler Wandler angeschlossen ist, an dessen Ausgangsseite ein Kondensator oder eine Parallelschaltung von Kondensatoren oder eine Kombination von in Serie und parallel geschalteten Kondensatoren oder ein anderer Energiespeicher geschaltet ist.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zu Eingängen der getakteten Wandler (W1, bis Wn) mit Ausgangsstromcharakteristik Kapazitäten entsprechend der verwendeten Schaltfrequenz zur Glättung der Eingangsspannung geschaltet sind.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die getakteten Wandler (W1, bis Wn) mit Ausgangsstromcharakteristik mit einer Vorrichtung zur Einstellung des Punktes der maximalen Leistung versehen sind.
4. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1, 2, 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass der verwendete Kondensator oder Energiespeicher an der Ausgangsseite des bidirektionalen Wandlers auf einem höheren Spannungsniveau betrieben wird als der Zwischenkreis.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Figuren

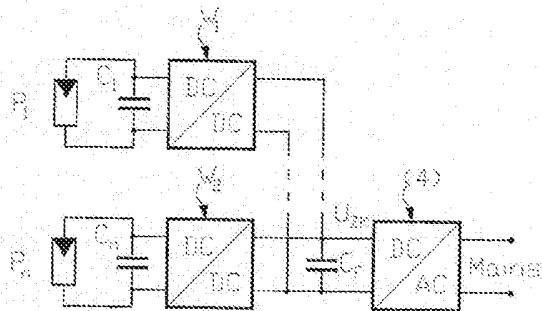


Fig. 1

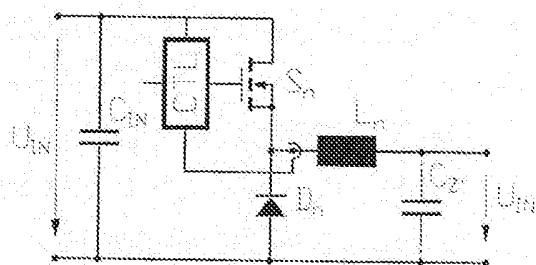


Fig. 2

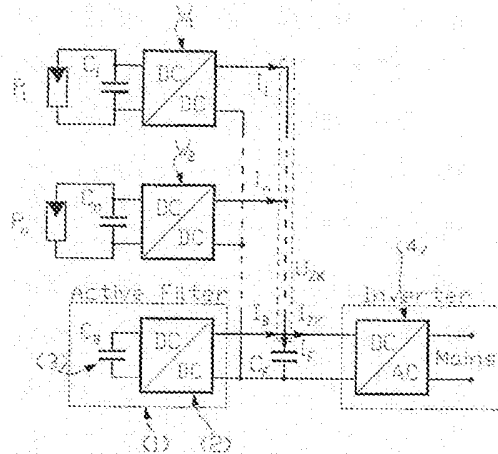


Fig. 3

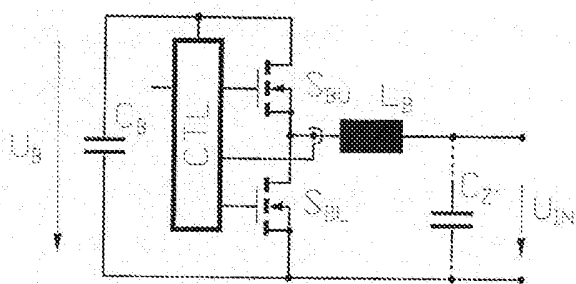


Fig. 4