



(10) **DE 10 2013 009 823 A1** 2014.12.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 009 823.8**  
 (22) Anmeldetag: **11.06.2013**  
 (43) Offenlegungstag: **11.12.2014**

(51) Int Cl.: **H02J 15/00 (2006.01)**  
**B66C 19/00 (2006.01)**  
**H02M 5/42 (2006.01)**  
**H02P 27/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Liebherr-Components Biberach GmbH, 88400  
 Biberach, DE**

(72) Erfinder:  
**Schuster, Wolfgang, Dipl.-Ing., 88339 Bad  
 Waldsee, DE; Fenker, Oliver, Dr., 88447  
 Warthausen, DE; Welser, Sven, B.Eng., 88437  
 Maselheim, DE**

(74) Vertreter:  
**Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte  
 Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538  
 München, DE**

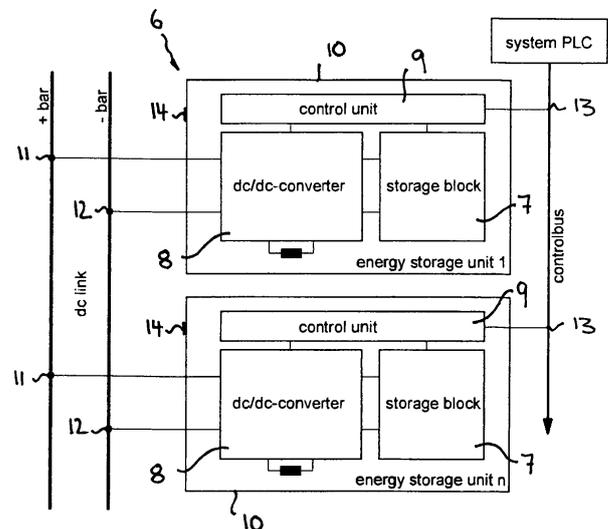
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**WO 02/ 015 363 A2**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Elektrisches Antriebssystem sowie Energiespeichervorrichtung hierfür**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Antriebssysteme mit zumindest einem Elektromotor, der über eine Leistungselektronik speisbar ist, die über einen Gleichspannungskreis mit einer Spannungsquelle verbindbar ist, sowie einer Energiespeichervorrichtung zum Zwischenspeichern von aus dem Elektromotor rückgespeister Energie. Die Erfindung betrifft dabei insbesondere eine Energiespeichervorrichtung für ein solches Antriebssystem, mit zumindest einem elektrischen Speicherblock, einem DC/DC-Steller für das Verbinden des genannten Gleichspannungskreises mit dem internen Spannungskreis des Speicherblocks, sowie einer Steuerungseinheit zum Steuern des DC/DC-Stellers. Erfindungsgemäß zeichnet sich die Energiespeichervorrichtung dadurch aus, dass der DC/DC-Steller bidirektional ausgebildet ist, die Steuerungseinheit Abgabe- und Einspeisesteuermittel zum Ansteuern des DC/DC-Stellers sowohl beim Abgeben als auch beim Einspeisen von Strom aus bzw. in den Speicherblock aufweist, wobei der genannte DC/DC-Steller, der Speicherblock und die Steuerungseinheit zu einer Energiespeichereinheit mit einem gemeinsamen Gehäuse zusammengefasst sind, in dem die genannten Komponenten aufgenommen sind und an dessen Außenseite zwei Anschlüsse zum Anschließen an den Gleichspannungskreis vorgesehen sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Antriebssysteme mit zumindest einem Elektromotor, der über eine Leistungselektronik speisbar ist, die über einen Gleichspannungskreis mit einer Spannungsquelle verbindbar ist, sowie einer Energiespeichervorrichtung zum Zwischenspeichern von aus dem Elektromotor rückgespeicherter Energie. Die Erfindung betrifft dabei insbesondere eine solche Energiespeichervorrichtung zum Anschließen an einen Gleichspannungskreis einer Leistungselektronik, mit zumindest einem elektrischen Speicherblock, einem DC/DC-Steller für das Verbinden des genannten Gleichspannungskreises mit dem internen Spannungskreis des Speicherblocks, sowie einer Steuerungseinheit zum Steuern des DC/DC-Stellers. Solche elektrischen Antriebssysteme können bei Hubvorrichtungen, insbesondere Kranen wie Containerbrückenkranen, oder Baumaschinen wie beispielsweise Betonmischerfahrzeugen, grundsätzlich aber auch anderen mobilen Maschinen oder auch netzgebundenen Maschinen zum Einsatz kommen.

**[0002]** Zur Einsparung von Energie werden immer mehr Antriebe elektrifiziert, die bislang mechanisch oder hydraulisch betrieben wurden, um den besseren Wirkungsgrad von Elektromotoren ausnutzen zu können. Eine solche Elektrifizierung ist auch bei Baumaschinen wie Betonmischerfahrzeugen, Erdbewegungs- und Bergbaumaschinen wie Oberflächenfräsern, oder Kranen wie Containerbrückenkranen im Gange, obwohl hier aufgrund von rauen Arbeitsbedingungen wie Staubbelastung, kräftigen Vibrationen und dergleichen Elektroantriebe und deren Komponenten weniger einfach als bei in Gebäuden eingesetzten Arbeitsmaschinen verwendbar sind.

**[0003]** Um bei solchen elektrischen Antriebssystemen nicht nur den besseren Wirkungsgrad von Elektromotoren selbst nutzen zu können, sondern auch darüber hinaus Energie sparen zu können, wird elektrische Energie zwischengespeichert, wenn sie im Arbeitszyklus, beispielsweise beim Senken von Lasten oder beim Bremsen, anfällt, und wieder freigegeben, wenn Energie benötigt wird, beispielsweise beim Heben von Lasten, beim Beschleunigen etc. Sinnvollerweise wird die Speicherung der Energie hier elektrisch bewerkstelligt, wozu sich Kondensatoren, insbesondere Doppelschichtkondensatoren, oder andere Batteriesysteme oder Akkumulatoren eignen.

**[0004]** Werden solche Doppelschichtkondensatoren als Energiespeicher verwendet, werden sog. DC/DC-Steller oder DC/DC-Wandler benötigt, da sich die Spannung über einem Doppelschichtkondensator abhängig vom Füllzustand ändert. Der genannte DC/DC-Wandler verbindet den Doppelschichtkondensator-Speicherbaustein mit den Antriebselementen bzw. den damit normalerweise verbundenen Fre-

quenzrichter und stellt den Austausch von Energie sicher. Solche DC/DC-Wandler oder DC/DC-Steller bezeichnen eine elektrische Schaltung, die eine am Eingang zugeführte Gleichspannung in eine Gleichspannung mit höherem, niedrigerem oder invertiertem Spannungsniveau umsetzen kann und in der Lage ist, Energie vom hohen Spannungspegel in den niedrigen Spannungspegel zu transferieren, beispielsweise um den Energiespeicherblock zu laden, und ebenfalls in der anderen Richtung zu transferieren, d. h. auszuspeichern bzw. vom Speicherblock in den Gleichspannungskreis des Antriebssystems zu transferieren.

**[0005]** Die Anbindung einer solchen Energiespeichervorrichtung mit einem Doppelschichtkondensator an das jeweilige Antriebssystem ist jedoch mehr oder minder aufwändig, da üblicherweise die einzelnen Bausteine einer solchen Energiespeichervorrichtung mühsam zusammenkonfiguriert und an die Rahmenbedingungen des Antriebssystems, beispielsweise dessen Elektromotor und Leistungselektronik angepasst werden müssen. Hierbei wird ein Anwender bzw. Applikationsingenieur in der Regel gezwungen, sich mit den komplexen internen Abläufen im Energiespeicher und im DC/DC-Steller zu beschäftigen, um die notwendigen Auslegungen bezüglich der Bausteine und der internen Funktionsweise machen zu können. Hinzu kommt eine je nach Antrieb und Einsatzgerät mehr oder minder aufwändige Verkabelung einschließlich Hochstromleitungen, Busverkabelung und SPS-Signalen. Gleichzeitig muss bei den eingangs genannten Einsatzgeräten darauf geachtet werden, dass die Energiespeichervorrichtung den rauen Einsatzbedingungen wie Staubbelastung und Stoß- und Vibrationsbelastungen standhalten muss.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt hiervon ausgehend die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Energiespeichervorrichtung der eingangs genannten Art, sowie ein verbessertes Antriebssystem mit einer solchen Energiespeichervorrichtung zu schaffen, die Nachteile des Standes der Technik vermeiden und Letzteren in vorteilhafter Weise weiterbilden. Insbesondere soll die Anbindung der Energiespeichervorrichtung an ein jeweiliges Antriebssystem drastisch vereinfacht werden und dabei dennoch die Zwischenspeicherung und Wiederabgabe der elektrischen Energie in und aus dem Energiespeicher effizient und sicher gestaltet werden.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe durch eine Energiespeichervorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Antriebssystem mit einer solchen Energiespeichervorrichtung gemäß Anspruch 18 gelöst. Erfindungsgegenstand ist weiterhin der Einsatz eines solchen Antriebssystems in einer Hubvorrichtung gemäß Anspruch 21 sowie einer Baumaschine gemäß Anspruch 22.

**[0008]** Es wird also vorgeschlagen, die elektrischen Komponenten der Energiespeichervorrichtung zu einem Plug-and-Play-Modul zusammenzufassen, das von einem Anwender nach Art einer Black Box einfach an die Leistungselektronik bzw. den Gleichspannungskreis zur Versorgung des Antriebssystems anschließbar ist und sich an die Gegebenheiten der Systemumgebung selbst anpasst bzw. die notwendigen Steuerungsadaptionen durchführt. Erfindungsgemäß zeichnet sich die Energiespeichervorrichtung dadurch aus, dass der DC/DC-Steller bidirektional ausgebildet ist, die Steuerungseinheit Abgabe- und Einspeisesteuermittel zum Ansteuern des DC/DC-Stellers sowohl beim Abgeben von Strom aus dem Speicherblock an den Gleichspannungskreis als auch beim Einspeisen von Strom aus dem Gleichspannungskreis in den Speicherblock aufweist, und der genannte DC/DC-Steller, der Speicherblock und die Steuerungseinheit zu einer Energiespeichereinheit mit einem gemeinsamen Gehäuse zusammengefasst sind, in dem der DC/DC-Steller, der Speicherblock und die Steuerungseinheit aufgenommen sind und an dessen Außenseite zwei Anschlüsse zum Anschließen an den Gleichspannungskreis vorgesehen sind. Es erfolgt also sowohl die Einspeisung als auch die Abgabe von Strom in den bzw. aus dem Speicherblock über den DC/DC-Steller, der sowohl die Stromabgabe als auch die Einspeisung steuert, so dass eine einfache Anbindung an den Gleichspannungskreis des Antriebssystems möglich ist. Dabei bildet die Energiespeichervorrichtung ein integrales Gesamtsystem, welches die beteiligten und benötigten Komponenten in einem einzigen Gehäuse zusammenführt, in das auch die Steuerung für das Energiemanagement eingebaut ist. Im Wesentlichen müssen lediglich die beiden an der Gehäuseaußenseite vorhandenen Anschlüsse mit dem Gleichspannungskreis des Antriebssystems verbunden werden, wobei die Steuerungseinheit im Inneren des Gehäuses der Energiespeichervorrichtung die notwendigen Steuerungs- und Regelgrößen an das Antriebssystem anpasst.

**[0009]** Der Speicherblock der Energiespeichervorrichtung kann insbesondere zumindest einen Kondensator, vorzugsweise in Form eines Doppelschichtkondensators, zur Energiespeicherung umfassen, wobei prinzipiell aber auch zumindest eine Batterie oder ein Akkumulator zusätzlich oder alternativ zu einem solchen oder mehreren Kondensatoren vorgesehen sein kann.

**[0010]** Um thermische Probleme der Energiespeichervorrichtung zu vermeiden, kann der zumindest eine Speicherblock und/oder der DC/DC-Steller und/oder die Steuerungseinheit im Inneren des gemeinsamen Gehäuses an einen Kühlkreis angebunden werden, der vorzugsweise am Gehäuse Kühlmittelanschlüsse zum Anschließen an einen externen Kühlkreis aufweisen kann, um die in das Kühlmittel

gelangende Wärme aus dem Speicherblock und/oder dem DC/DC-Steller und/oder der Steuerungseinheit aus dem Gehäuse herausführen und extern abgeben zu können. Um eine einfache Montage zu ermöglichen, können die genannten Kühlmittelanschlüsse steckbar ausgebildet sein, so dass lediglich die Kühlmittelleitungen des externen Kühlkreises an das Gehäuse der Energiespeichervorrichtung angeschlossen werden müssen.

**[0011]** Vorteilhafterweise kann der interne und/oder externe Kühlkreis und dessen Bauteile wie Kühlmittelumwälzer, Kühlluftgebläse, Schaltventile, Durchflussregler und dergleichen temperaturabhängig von der Steuereinheit im Inneren der Energiespeichervorrichtung angesteuert werden, insbesondere in Abhängigkeit der Temperatur einer Komponente im Inneren des Gehäuses der Energiespeichervorrichtung und/oder einer Umgebungstemperatur. Hierzu kann zumindest ein Temperatursensor vorgesehen und mit der Steuereinheit verbindbar sein, welcher die genannte Bauteil- und/oder Umgebungstemperatur und/oder Gehäuseinnenraumtemperatur misst. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuereinheit mit einem Durchflussmesser verbindbar sein, um die Durchflussmenge des Kühlmediums regeln zu können.

**[0012]** Um nicht nur die Kühlmittelleitungen einfach an das Gehäuse anstecken zu können, können auch die elektrischen Anschlüsse und/oder die Signalan Anschlüsse der Energiespeichervorrichtung an der Gehäuseaußenseite steckbar bzw. als Stecker ausgebildet sein, so dass die entsprechenden Strom- bzw. Signalleitungen lediglich angesteckt werden brauchen.

**[0013]** Um eine einfache Handhabung und einen einfachen Transport der Energiespeichervorrichtung zu ermöglichen, kann das Gehäuse, in das die Komponenten des Moduls integriert sind, teilbar ausgebildet sein und mehrere Gehäuseteile umfassen, die zu dem gemeinsamen Gehäuse zusammensetzbar sind, in das zumindest der DC/DC-Steller, der Speicherblock und die Steuereinheit integriert sind. In die verschiedenen Gehäuseteile können verschiedene elektrische Komponenten untergebracht sein, die beim Zusammensetzen der Gehäuseteile durch lösbare Verbindungsmittel, insbesondere Steckkontakte, miteinander verbunden werden können. Beispielsweise können Steckverbindungsteile an den Schnittstellen der Gehäuseteile oder anderswo so angebracht sein, dass beim Zusammensetzen bzw. Aneinanderfügen zweier Gehäuseteile automatisch auch die Steckverbindungen geschlossen werden bzw. in Eingriff geraten, um die elektronischen Komponenten, die in den beiden Gehäuseteilen untergebracht sind, miteinander zu verbinden.

**[0014]** Um einen sicheren, gefahrlosen Gebrauch der Energiespeichereinheit sicherzustellen, kann in

Weiterbildung der Erfindung eine Warnsignaleinrichtung zum Abgeben eines Warnsignals vorgesehen sein, wenn die Energiespeichereinheit noch mit Energie geladen ist und insofern an den äußeren Anschlusskontakten noch Spannung anliegen kann und damit ein mögliches Gefahrenpotential vorhanden ist. Die Warnsignaleinrichtung kann beispielsweise visuell ausgebildet sein und ein von außen sichtbares Warnsignal bereitstellen, ggf. aber auch akustisch oder in anderer Weise arbeiten.

**[0015]** Alternativ oder zusätzlich zu einer solchen Warnsignaleinrichtung kann vorteilhafterweise auch ein elektrischer Trennschalter zum Abtrennen des Speicherblocks und/oder zum Energielosschalten der Anschlüsse am Gehäuse vorgesehen sein, wobei der genannte Trennschalter intern bzw. im Inneren des Gehäuses der Energiespeichereinheit als Trennschaltung ausgebildet sein kann. Mit Hilfe eines solchen elektrischen Trennschalters können die aus dem Energiespeichersystem herausführenden Anschlüsse elektrisch spannungslos gemacht werden, wodurch das Gefahrenpotential beträchtlich reduziert wird.

**[0016]** Alternativ oder zusätzlich kann die Energiespeichervorrichtung auch eine vorzugsweise integrierte Entladeschaltung umfassen, die vorteilhafterweise von außen her betätigbar bzw. auf ein Kommando von außen her die im Speicherblock noch enthaltene Energie in Wärme umwandeln kann. Dementsprechend kann durch ein von außen her an die Energiespeichereinheit gebbares Steuersignal der Speicherblock entladen werden, beispielsweise wenn die Energiespeichervorrichtung vom Antriebssystem abgekoppelt werden soll.

**[0017]** Vorteilhafterweise kann das Gehäuse in einer ausreichend hohen IP-Schutzklasse ausgebildet sein, die den Einsatz des Speichersystems im Freien ermöglicht. Vorteilhafterweise ist die Energiespeichervorrichtung mechanisch derart ausgebildet, daß sie auch bei höheren Vibrationsbelastungen, wie sie bei mobilen Arbeitsmaschinen wie Bausmaschinen und Kranen vorkommen, einsetzbar ist, bspw. durch entsprechend starke Ausbildung des Gehäuses und/oder dämpfende Einbettung der elektrischen Komponenten im Gehäuse und/oder geeignete Ausbildung der elektrischen Komponenten selbst.

**[0018]** Die in die Energiespeichereinheit integrierte Steuervorrichtung kann grundsätzlich verschieden ausgebildet sein bzw. verschiedene Betriebsmodi realisieren. Grundsätzlich ist die Steuervorrichtung in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung an die speziellen Eigenschaften der Speicherelemente des zumindest einen Speicherblocks angepasst und enthält Steuermittel zur Ausführung des Energiemanagements entsprechend den speziellen Eigenschaften der genannten Speicherelemente.

**[0019]** Um einen effizienten Einsatz der zwischengespeicherten Energie und deren Rückspeisung in das Antriebssystem bzw. die Aufladung des Speicherblocks effizient steuern zu können, kann die in die Energiespeichereinheit integrierte Steuereinheit auch Informationen bzw. Betriebsparameter betreffend den Zustand der Energiespeichereinheit, insbesondere des Speicherblocks bestimmen und/oder zur externen Verwendung bereitstellen. Beispielsweise kann das Steuerungssystem Steuermittel zur Bestimmung einer Energiekennzahl und zum Bereitstellen und/oder Übermitteln dieser Energiekennzahl zu einer übergeordneten Steuerung umfassen, wobei die genannte Energiekennzahl die im Speicher verfügbare Energie darstellt.

**[0020]** Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die integrierte Steuerungsvorrichtung auch von außen her kommende Informationen verarbeiten und/oder Steuerbefehle umsetzen, beispielsweise dergestalt, dass die Steuerungsvorrichtung Steuer- und/oder Regelungsmittel für den DC/DC-Steller umfasst, die auf ein Steuerungssignal von außen her vorgebbare Leistungswerte für die Ladung und/oder Entladung durch Sollwertvorgaben für die Regelung des DC/DC-Stellers umsetzt.

**[0021]** Alternativ oder zusätzlich kann das Steuerungssystem von außen her mit konfigurierbaren Parametern versorgt werden und auf Basis dieser von außen her eingespeisten, konfigurierbaren Parameter eine kennliniengesteuerte Betriebsweise ausführen.

**[0022]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die integrierte Steuerungsvorrichtung Leistungssteuermittel zum Regeln bzw. Steuern und/oder begrenzen der maximal übertragbaren Leistungen umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann die integrierte Steuerungsvorrichtung Spannungsregel- und/oder Steuermittel zum Regeln bzw. Steuern der Ausgangsspannung der Energiespeichereinheit umfassen.

**[0023]** Vorteilhafterweise umfasst die Energiespeichervorrichtung zumindest einen Spannungssensor, der die Spannungen am Eingang und/oder über dem Speicherblock misst. In Verbindung mit den zuvor genannten Steuer- bzw. Regelmitteln kann das genannte Spannungssignal dazu verwendet werden, die Ausgangsspannung zu regeln, aber auch entsprechende Messwerte von Strom und Spannung über eine Kommunikationsverbindung an eine externe und/oder übergeordnete Steuervorrichtung zu übermitteln.

**[0024]** In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die modulartige Energiespeichereinheit nicht nur alleine verwendet, sondern mit mehreren solcher Energiespeichereinheiten zusammengeschaltet

werden. Insbesondere können zumindest zwei, aber auch mehr als zwei Energiespeichereinheiten parallel geschaltet werden, wobei in Weiterbildung der Erfindung mehrere solcher Energiespeichereinheiten mit den nach außen führenden Leistungsanschlüssen direkt parallel schaltbar sind, d. h. Plus auf Plus und Minus auf Minus. Vorteilhafterweise ist die Steuervorrichtung des bzw. eines jeden Moduls dabei derart ausgebildet, dass sie eine solche Parallelschaltung unterstützt.

**[0025]** Insbesondere können die Energiespeichereinheiten mit einer Kommunikationsverbindung ausgestattet sein, die eine Kommunikation der Energiespeichereinheiten untereinander bzw. eine Kommunikation der integrierten Steuervorrichtungen untereinander ermöglicht. Beispielsweise kann die genannte Kommunikationsvorrichtung ein Bussystem umfassen, über das die parallel geschalteten Energiespeichereinheiten miteinander kommunizieren können.

**[0026]** In Weiterbildung der Erfindung ist die Steuervorrichtung der Energiespeichereinheiten mit Steuermitteln bzw. Regelmitteln versehen, die bei mehreren parallel geschalteten Energiespeichern automatisch alle Speicherblöcke auf einen einheitlichen Energiebetrag einregeln bzw. entsprechend ansteuern.

**[0027]** Um eine einfache Anbindung an das Antriebssystem auch bei Verwendung mehrerer Energiespeichereinheiten zu ermöglichen, können die mehreren Energiespeichereinheiten untereinander mit einer weiteren elektrischen Leitung verbindbar sein, welche zum Anschluss des jeweiligen internen Speicherblocks führt.

**[0028]** Bei Zusammenschaltung mehrerer Energiespeichereinheiten können deren Steuervorrichtungen auf verschiedene Art und Weise miteinander interagieren. Beispielsweise können die Steuervorrichtungen gleichberechtigt zueinander agieren und jeweils direkt an eine übergeordnete Steuerung angebunden sein, beispielsweise über einen Steuerungsbus.

**[0029]** In alternativer Weiterbildung der Erfindung können die Steuervorrichtungen der miteinander gekoppelten Energiespeichereinheiten auch hierarchisch miteinander agieren, insbesondere derart, dass eine Steuervorrichtung einer Energiespeichereinheit eine übergeordnete Mastereinheit bildet und die Steuervorrichtungen der übrigen Energiespeichereinheiten Slave-Einheiten bilden. Die Mastereinheit gibt Randbedingungen und/oder direkte Steuerungsbefehle für die anderen Slave-Einheiten vor, die dann in entsprechender Abhängigkeit ausgeführt werden. Insbesondere kann die als Mastereinheit fungierende Steuervorrichtung mit ei-

ner übergeordneten Steuerung kommunizieren, während die als Slave-Einheit fungierenden Steuervorrichtungen lediglich mit der genannten Mastereinheit kommunizieren. Das als Mastereinheit definierte Modul ermittelt und kommuniziert auch für die anderen als Slave-Einheiten definierten Module die Sollwertvorgaben für die Leistungsregelung und/oder andere Steuerungsparameter.

**[0030]** Die als Mastereinheit fungierende Steuervorrichtung kann vorteilhafterweise ein Interface für alle gängigen Industriefeldbusse besitzen.

**[0031]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

**[0032]** Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Energiespeichervorrichtung nach einer ersten vorteilhaften Ausführung der Erfindung, wobei zwei Energiespeichereinheiten, die jeweils in ein gemeinsames Gehäuse integriert einen Speicherblock, eine Steuervorrichtung und einen DC/DC-Steller umfassen, zueinander parallel geschaltet angeordnet sind und gleichberechtigt miteinander sowie mit einer übergeordneten Steuerung kommunizierende Steuervorrichtungen umfassen,

**[0033]** Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Energiespeichervorrichtung nach einer zweiten vorteilhaften Ausführung der Erfindung, bei der ebenfalls zwei Energiespeichereinheiten zueinander parallel geschaltet angeordnet sind, im Gegensatz zur Ausführung nach Fig. 1 jedoch die Steuervorrichtungen der Energiespeichereinheiten als Master- und Slave-Einheiten fungieren,

**[0034]** Fig. 3: eine schematische Darstellung eines Antriebssystems mit Netzspeisung und ein über einen Frequenzumrichter gesteuerten Elektromotor, wobei der Frequenzumrichter aus einem Gleichspannungs-Zwischenkreis versorgt wird, an welchen die Energiespeichervorrichtung aus den Fig. 1 und Fig. 2 anbindbar ist, und

**[0035]** Fig. 4: eine schematische Darstellung der Anbindung des Speicherblocks aus den Fig. 1 und Fig. 2 an den Gleichspannungs-Zwischenkreis aus Fig. 3 über einen DC/DC-Steller.

**[0036]** Fig. 3 zeigt ein Beispiel eines Antriebssystems 1, an das die in den Fig. 1 und Fig. 2 beispielhaft gezeigten Energiespeichervorrichtungen gemäß Ausführungsbeispielen der Erfindung angebunden werden können. Das Antriebssystem 1 kann einen Elektromotor M umfassen, der über eine Leistungselektronik 2 von einer Stromquelle bzw. Spannungsquelle 5 her versorgt werden kann, wobei die genannte Stromquelle 5 ein Netzanschluss, oder auch

ein Generator sein kann, der beispielsweise von einem Dieselmotor angetrieben werden kann, wie dies häufig bei Baumaschinen der Fall ist. Der genannte Elektromotor M kann verschiedene Stellaggregate antreiben. Beispielsweise kann dies, wie eingangs erwähnt, ein Hubwerk und/oder ein Verfahrentrieb einer Hubvorrichtung beispielsweise in Form eines Krans, insbesondere eines Containerbrückenkrans sein, oder ein Stellantrieb oder ein Antriebsaggregat einer mobilen Baumaschine wie beispielsweise eines Fahrmischers.

**[0037]** Wie **Fig. 3** zeigt, kann die Leistungselektronik **2** einen Frequenzumrichter **3** umfassen, der den Elektromotor M ansteuert und versorgt. Der genannte Frequenzumrichter **3** kann wiederum aus einem Gleichspannungskreis bzw. Gleichspannungs-Zwischenkreis **4** versorgt werden, der an die Stromquelle **5** angebunden ist und als Gleichrichter arbeiten kann. Insbesondere kann der genannte Gleichspannungs-Zwischenkreis **4** einen Zwischenkreis-kondensator C1 umfassen, an dessen beiden Spannungsanschlüssen eine Energiespeichervorrichtung **6** angeschlossen werden kann, wie dies in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt ist. Insbesondere kann die Anbindung des zumindest einen Speicherblocks **7** der Energiespeichervorrichtung **6** über einen DC/DC-Steller **8** erfolgen, der die Ausgangsspannung U2 des Speicherblocks **7** an die Spannung U1 des Gleichspannungs-Zwischenkreises **4** anbindet, vgl. **Fig. 4**.

**[0038]** Wenn der Elektromotor M des Antriebssystems **1** antreibt, wird Energie aus dem Gleichspannungs-Zwischenkreis **4** entnommen und dem Elektromotor M zugeführt, wobei die Nachlieferung der Energie aus der Stromquelle **5** über den Netzgleichrichter erfolgt, der in **Fig. 3** den linken Schaltungs- teil der Leistungselektronik **2** bildet. Wenn der Elektromotor M jedoch bremst, wird Energie vom Elektromotor M in das Gleichspannungssystem eingespeist. In herkömmlichen Systemen ohne Energie-zwischenspeicherung wird diese rückgespeiste Energie üblicherweise, die in **Fig. 3** mit dem Bezugszeichen R1 gekennzeichnet sind, zu Wärme vernichtet, wobei solche Hochlastwiderstände mittels elektronischen Schaltern T5 über das Gleichspannungssystem geschaltet werden können, um eine Zerstörung der Leistungselektronik durch die rückgespeiste Energie zu vermeiden.

**[0039]** Das beispielsweise an die Anschlüsse des Zwischenkreiskondensators C1 angeschlossene Energiespeichersystem dient nun dazu, die rückgespeiste Energie aus dem Gleichspannungs-Zwischenkreis **4** nicht zu vernichten, sondern sie aufzunehmen und zu einem späteren Zeitpunkt wieder zur Verfügung zu stellen. Der Energiespeicher selber kann hierbei aus verschiedenen elektrischen Komponenten gebildet sein, welche hierzu in Frage kommen. Dies können insbesondere Doppelschichtkon-

densatoren sein, oder auch Batteriezellen oder Akkumulatoren, wie sie in Notstromanlagen in Gebrauch sind. Beispielsweise kann aus mehreren solcher Zellen – beispielsweise mehreren Doppelschichtkondensatoren – durch Reihen- und/oder Parallelschaltung ein Speicherblock **7** gebildet sein, der je nach Zellentyp und Ladungszustand eine veränderliche Summenspannung abgibt.

**[0040]** Die Schaltung wird nun vorteilhafterweise so ausgelegt, dass die maximale Spannung des Speicherblocks **7** niedriger ist als die minimale Spannung des Gleichspannungs-Zwischenkreises **4**. Wie **Fig. 4** zeigt, kann die Ausgangsspannung U2 des Speicherblocks **7** beispielsweise im Bereich von 250 bis 500 V liegen, während die Spannung U1 über den Anschlüssen des Gleichspannungs-Zwischenkreises **4** beispielsweise 650 V betragen kann.

**[0041]** Der DC/DC-Steller **8** verbindet nun die beiden Spannungssysteme miteinander, wobei die Schaltung des DC/DC-Stellers in der Lage ist, Energie vom hohen Spannungspegel in den niedrigen Spannungspegel zu transferieren, was dem Laden des Speicherblocks **7** entspricht, und auch in die andere Richtung zu transferieren, was dem Ausspeichern bzw. einem Energietransfer vom Speicherblock **7** in den Zwischenkreis **4** entspricht, vgl. **Fig. 4**.

**[0042]** Wie die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen, zeichnet sich die Energiespeichervorrichtung **6** vorteilhafterweise durch eine Plug-and-Play-Konfiguration aus, so dass die Energiespeichervorrichtung **6** nach Art einer Blackbox einfach an den Zwischenkreis **4** anschließbar ist. Dabei sind jeweils ein Speicherblock **7**, der wie erwähnt aus mehreren Speicherzellen beispielsweise in Form von Doppelschichtkondensatoren bestehen kann, zusammen mit einem DC/DC-Steller **8** und einer Steuerungsvorrichtung **9**, die das Energiemanagement der Energiespeichervorrichtung bewerkstelligt, zu einer Energiespeichereinheit zusammengefasst und in ein gemeinsames Gehäuse **10** integriert, welches, wie erwähnt, aus verschiedenen Gehäuseteilen zusammengesetzt sein kann. An der Außenseite des Gehäuses **10** einer Energiespeichereinheit sind lediglich zwei Leistungsanschlüsse **11** und **12**, die vorteilhafterweise als Stecker ausgeführt sein können, sowie Signalleitungsanschlüsse **13** vorgesehen, über die die Steuerungsvorrichtung **9** mit einer übergeordneten Steuerung PLC bzw. der Steuerungsvorrichtung **10** einer anderen Energiespeichereinheit kommunizieren kann, beispielsweise über ein Bussystem. Ferner können an dem Gehäuse **10** einer Energiespeichereinheit jeweils Kühlmittelanschlüsse **14** vorgesehen sein, um einen in das Gehäuse **10** integrierten Kühlkreis zur Kühlung des Speicherblocks **7** und/oder des DC/DC-Stellers **8** und/oder der Steuerungsvorrichtung **9** an einen externen Kühlkreis der Arbeitsmaschine anschließen zu können.

**[0043]** Wie Fig. 1 zeigt, können mehrere solcher Energiespeichereinheiten parallel geschaltet und in dieser Konfiguration an den Gleichspannungs-Zwischenkreis 4 angebunden werden, wobei die nach außen führenden Leistungsanschlüsse 11 und 12 direkt parallel geschaltet werden können, d. h. + auf + und – auf –. Die miteinander verbundenen Steuerungsvorrichtungen 9 der Energiespeichereinheiten kommunizieren miteinander über den Steuerungsbus und unterstützen die genannte Parallelschaltung insbesondere derart, dass automatisch alle Speicherblöcke der parallel geschalteten Einheiten auf einen einheitlichen Energiebetrag eingeregelt werden. Die Speicherblöcke 7 können dabei jeweils über eine Symmetrierschaltung verfügen, welche die Einzelspannungen der Speicherzellen zu einem möglichst einheitlichen Wert führt.

**[0044]** Wie Fig. 2 zeigt, können die Steuerungsvorrichtungen 9 der parallel geschalteten Energiespeichereinheiten auch hierarchisch miteinander kommunizieren, wobei eine Steuerungsvorrichtung 9 als Mastereinheit fungiert, die die anderen, als Slave-Einheiten fungierenden Steuerungsvorrichtungen 9 ansteuert, mit Steuerungsvorgaben und/oder direkten Steuerbefehlen versorgt, sowie mit der übergeordneten Systemsteuerung PLC kommuniziert.

**[0045]** Die Steuerungsvorrichtungen 9 der Speichereinheiten können dabei die eingangs bereits näher erläuterten Steuer- und/oder Regelmittel umfassen und mit entsprechenden Sensoren, Erfassungsschaltungen oder Sensorschaltungen versehen sein bzw. verbunden sein, so dass die Energiespeichervorrichtung 6 bzw. deren Energiespeichereinheiten, die in Parallelschaltung zusammengefasst sein können, die ebenfalls bereits eingangs erläuterten Funktionen ausführen können.

### Patentansprüche

1. Energiespeichervorrichtung zum Anschließen an einen Gleichspannungskreis (4) einer Leistungselektronik (2) eines Antriebssystems (1), mit zumindest einem elektrischen Speicherblock (7), einem DC/DC-Steller (8) für die Verbindung des genannten Gleichspannungskreises (4) mit dem internen Spannungskreis des genannten Speicherblocks (7), sowie einer Steuerungsvorrichtung (9) zum Steuern des DC/DC-Stellers (8), **dadurch gekennzeichnet**, dass der DC/DC-Steller (8) bidirektional ausgebildet ist, die Steuerungsvorrichtung (9) Abgabe- und Einspeisesteuermittel zum Ansteuern des DC/DC-Steller sowohl für das Abgeben von Strom aus dem Speicherblock (7) an den Gleichspannungskreis (4) als auch für das Einspeisen von Strom aus dem Gleichspannungskreis (4) in den Speicherblock (7) aufweist, wobei der Speicherblock (7), der DC/DC-Steller (8) und die Steuerungsvorrichtung (9) zu einer Energiespeichereinheit mit einem gemeinsamen Gehä-

se (10) zusammengefasst sind, in das der Speicherblock (7), der DC/DC-Steller (8) und die Steuerungsvorrichtung (9) aufgenommen sind und an dessen Außenseite zwei Leistungsanschlüsse (11, 12) zum Anschließen an den Gleichspannungskreis (4) der Leistungselektronik (2) vorgesehen sind.

2. Energiespeichervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Speicherblock (7) zumindest einen Kondensator, vorzugsweise Doppelschichtkondensator zur Energiespeicherung umfasst.

3. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Speicherblock (7) und/oder der DC/DC-Steller (8) und/oder die Steuerungsvorrichtung (9) im Gehäuse (10) an einen Kühlkreis anbindbar sind, der am Gehäuse (10) Kühlmittelanschlüsse (14) zum Anschließen an einen externen Kühlkreis aufweist.

4. Energiespeichervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der interne und/oder externe Kühlkreis von der Steuerungsvorrichtung (9) in Abhängigkeit einer Temperatur einer elektrischen Komponente im Gehäuse (10) und/oder einer Umgebungstemperatur und/oder einer Gehäuseinnentemperatur ansteuerbar ist.

5. Energiespeichervorrichtung nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühlmittelanschlüsse (14) steckbar ausgebildet sind.

6. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (10) teilbar ausgebildet ist und mehrere Gehäuseteile umfasst, die zu dem gemeinsamen Gehäuse (10) zusammensetzbar sind, wobei vorzugsweise in verschiedenen Gehäuseteilen verschiedene elektrische Komponenten der Energiespeichereinheit untergebracht sind, die durch leitende Verbindungsmittel, insbesondere Steckkontakte, miteinander verbindbar sind.

7. Energiespeichervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei an den Schnittstellen der Gehäuseteile Steckkontakte vorgesehen sind, die beim Zusammensetzen der Gehäuseteile automatisch in Kontakt geraten.

8. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Warnsignaleinrichtung zum Abgeben eines Warnsignals bei noch mit Energie geladenem Speicherblock (7) vorgesehen und/oder ein Trennschalter zum Abtrennen des Speicherblocks (7) und/oder zum Energielosschalten der Leistungsanschlüsse (11, 12) am Gehäuse (10) vorgesehen ist.

9. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Entladeschaltung zum Wandeln von im Speicherblock (7) gespeicherter Energie in Wärme vorgesehen ist, die vorzugsweise durch einen Steuerbefehl von außen her ansteuerbar ist.

10. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungsvorrichtung (9) Steuermittel zur Bestimmung einer Energiekennzahl und zum Bereitstellen und/oder Übermitteln dieser Energiekennzahl zu einer übergeordneten Steuerung umfasst, wobei die genannte Energiekennzahl die im Speicher verfügbare Energie darstellt.

11. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungsvorrichtung (9) Steuer- und/oder Regelungsmittel für den DC/DC-Steller umfasst, die auf ein Steuerungssignal von außen her vorgebbare Leistungswerte für die Ladung und/oder Entladung durch Sollwertvorgaben für die Regelung des DC/DC-Stellers umsetzt.

12. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungsvorrichtung (9) Leistungssteuermittel zum Regeln bzw. Steuern und/oder Begrenzen der maximal übertragbaren Leistungen umfasst und/oder Spannungsregel- und/oder Steuermittel zum Regeln bzw. Steuern der Ausgangsspannung der Energiespeichereinheit umfasst.

13. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungsvorrichtung (9) derart ausgebildet ist, daß sie von außen her mit konfigurierbaren Parametern versorgbar ist und auf Basis dieser von außen her eingespeisten, konfigurierbaren Parameter eine kennliniengesteuerte Betriebsweise ausführt.

14. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Energiespeichereinheiten, die jeweils einen Speicherblock (7), einen DC/DC-Steller (8) und eine Steuerungsvorrichtung (9) in einem Gehäuse untergebracht aufweisen, in Parallelschaltung miteinander verbindbar sind.

15. Energiespeichervorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die mehreren Energiespeichereinheiten direkt mit ihren externen Leitungsanschlüssen (11, 12) jeweils Plus auf Plus und Minus auf Minus miteinander verbunden sind.

16. Energiespeichervorrichtung nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungsvorrichtungen (9) der parallel geschalteten Energiespeichereinheiten miteinander verbunden sind, vorzugsweise über ein Bussystem, und die Parallel-

schaltung unterstützen derart, dass alle Speicherblöcke (7) auf eine zumindest näherungsweise einheitlichen Energiebetrag eingeregelt und/oder gesteuert werden.

17. Energiespeichervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungsvorrichtung (9) einer Energiespeichereinheit als Mastereinheit definiert ist und die Steuerungsvorrichtungen (9) der anderen Energiespeichereinheiten als Slave-Einheiten definiert sind, die von der genannten Mastereinheit ansteuerbar sind.

18. Antriebssystem mit zumindest einem Elektromotor (M), der über eine Leistungselektronik (2) speisbar ist, die über einen Gleichspannungskreis (4) mit einer Spannungsquelle (5) verbindbar ist, sowie ferner zumindest einer Energiespeichervorrichtung (6) zum Zwischenspeichern von aus dem Elektromotor (M) rückgespeicherter Energie, wobei die Energiespeichervorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist und an den Gleichspannungskreis (4) anschließbar ist.

19. Antriebssystem nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die maximale Spannung (U<sub>2</sub>) des zumindest einen Speicherblocks (7) der Energiespeichervorrichtung (6) niedriger gehalten ist als die minimale Spannung des Gleichspannungskreises (4).

20. Antriebssystem nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei sowohl das Einspeisen von rückgespeicherter Energie des Elektromotors (M) in die Energiespeichervorrichtung (6) als auch das Abgeben von zwischengespeicherter Energie aus der Energiespeichervorrichtung (6) an den Gleichspannungskreis (4) über den DC/DC-Steller (8) der Energiespeichervorrichtung (6) erfolgt.

21. Hubvorrichtung, insbesondere Kran wie Containerbrückenkran, mit einem Antriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

22. Baumaschine, insbesondere Betonmischerfahrzeug, mit einem Antriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

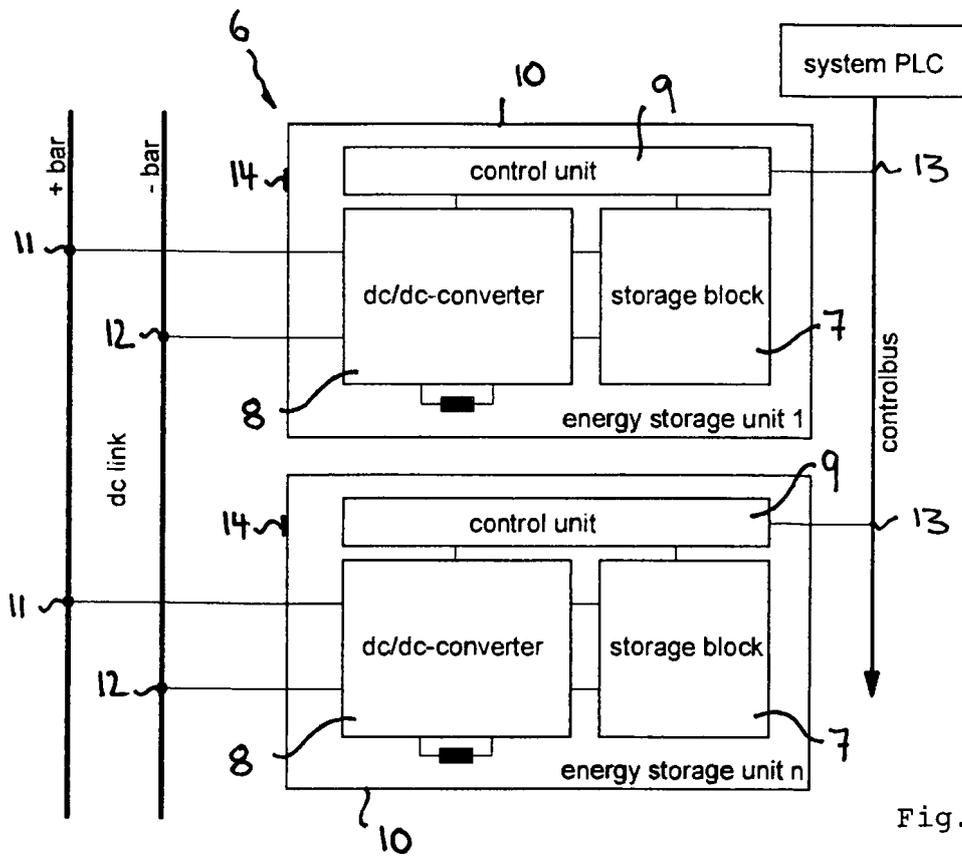


Fig. 1

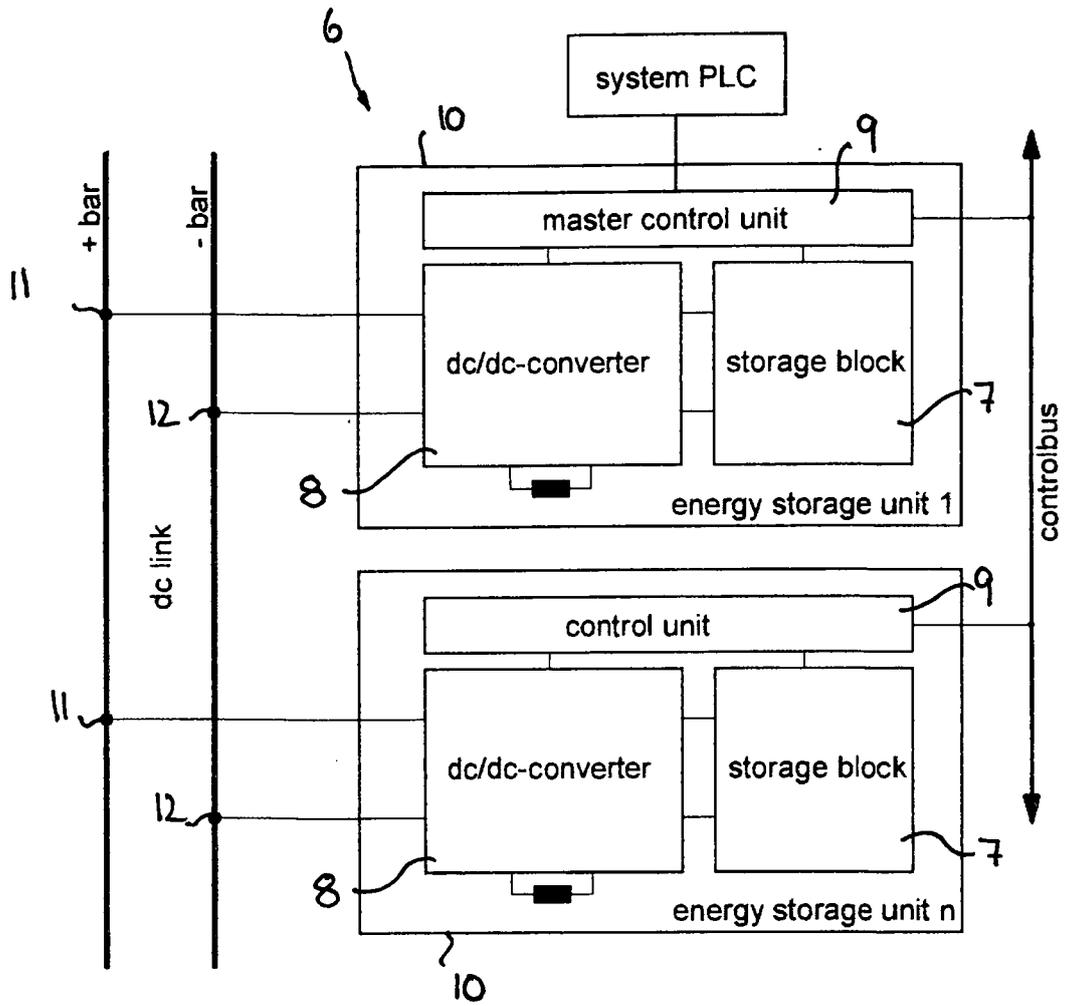


Fig. 2

