

Kombiniertes Stromspeicher-System und Management-System hierfür

5 [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein
Stromspeicher-System, das sowohl mindestens eine
elektrochemische Speichereinheit bzw. mindestens einen
wiederaufladbaren Akkumulator, als auch mindestens eine
Kondensator-Speichereinheit umfasst. Des Weiteren betrifft die
10 Erfindung ein Management-System für das kombinierte Akkumulator-
Kondensator-Stromspeicher-System, sowie ein Verfahren zum
Ausbalancieren der Akkumulatoren-Zellen und der Kondensatoren.

[0002] Elektrochemische Speichereinheiten wie etwa
15 wiederaufladbare Akkumulatoren oder besser gesagt Akkupacks
unterliegen limitierenden Faktoren oder Nachteilen wie etwa
einer relativ mäßigen bis guten spezifischen Leistungsdichte,
bei beschränkter Lebensdauer und bei relativ mäßigen
Ladewirkungsgraden, d.h. einem Teilverlust der zum Aufladen
20 aufgewandten Energie in freigesetzte Wärme, der dem inneren
Widerstand der Zellen geschuldet ist. Und weiterhin
nachteiligerweise steigen die Innenwiderstände der Zellen
zusätzlich bzw. sinkt der Ladewirkungsgrad zusätzlich, sofern
man mit hohen Strömen schnell laden oder hohe Leistungsspitzen
25 abverlangt, Letzteres ist mit dem sogenannten Peukert-Effekt
bzw. dem rate-capacity effect beschrieben.

[0003] Die Abhängigkeit von Temperatur und
Alterungsprozessen sowie die Selbstentladung stellen für
30 elektrochemische Speichereinheiten ebenfalls limitierende oder
nachteilige Faktoren dar.

[0004] Es ist weiterhin nachteilig, wenn die Lebensdauer
der elektrochemischen Speichereinheiten durch ihre
35 Zyklenfestigkeit begrenzt ist und wenn die Ladezeiten relativ
lang sind, zumindest um eine volle Ladung zu erreichen. Außerdem
ist bei wiederaufladbaren Akkumulatoren immer eine Ladekontrolle
notwendig.

[0005] Kondensator-Speichereinheiten im Sinne der vorliegenden Erfindung hingegen wie etwa Kondensatoren oder Superkondensatoren mit festen Kapazitätswerten, oder aber auch
5 variable Kondensatoren mit einstellbaren Kapazitätswerten, eignen sich als Speicher von elektrischer Ladung und der damit zusammenhängenden Energie im Unterschied zu elektrochemischen Speichereinheiten wegen ihres niedrigen Innenwiderstandes insbesondere für hohe Leistungsaufnahmen oder -abgaben, in einem
10 zeitlich begrenzteren Rahmen. Im Rahmen der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung sollen alle gängigen Typen von Festkondensatoren liegen, also sowohl elektrostatische Kondensatoren wie z.B. Vakuum-, Luft-, Glimmer-, Glas-, Silizium-, Keramik-, Kunststofffolien- oder Papierkondensatoren,
15 als auch Elektrolytkondensatoren sowie auch elektrochemische (Super-)Kondensatoren wie etwa Doppelschicht-, Pseudo- und Hybridkondensatoren. Aber auch variable Dreh- oder Trimmerkondensatoren sollen im Rahmen der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung liegen.

20

[0006] Im Allgemeinen sind die Vorteile von Kondensatoren gegenüber wiederaufladbarer Akkupacks deren hohe Leistungsdichte mit hoher Spitzenstrombelastbarkeit, des Weiteren die deutlich
größere Zyklusfestigkeit, die kurzen Ladezeiten, der
25 wartungsfreie Betrieb und die lange Lebensdauer. Im Vergleich nachteilig hingegen sind der höhere Preis, die geringere Energiedichte, bei bestimmten Kondensator-Typen eine hohe Selbstentladungsrate und die Tatsache, dass Kondensatoren immer eine Leistungselektronik brauchen.

30

[0007] Es gibt Stromspeicher-Systeme, die wiederaufladbare Akkus mit Kondensatoren kombinieren und die jeweiligen Nachteile der einen Stromspeicher-Gattung mit den jeweiligen Vorteilen der
anderen Stromspeicher-Gattung zu kompensieren suchen. Im
35 Wesentlichen geht es darum, die Vorteile der relativ hohen Energiedichte von Akkumulatoren und der hohen Leistungsdichte von Kondensatoren, Super- oder Ultracaps miteinander zu vereinen.

[0008] Generell jedoch ist die Nennspannung von Kondensatoren auf einen relativ geringen Wert limitiert, der meistens unterhalb des Wertes der erforderlichen

5 Betriebsspannung der Anwendung liegt. Somit kommen solche mit Kondensatoren kombinierten Stromspeicher-Systeme meistens nicht ohne Reihenschaltungen mehrerer Kondensatoren aus, bei denen sich die einzelnen Teilspannungen addieren. Hierbei erhält der Kondensator mit der kleinsten Kapazität die größte Teilspannung.

10 Bei Gleichspannung erfordert das In-Reihe-Schalten mehrerer gleichartiger Kondensatoren eine Spannungssymmetrierung mittels jeweils parallel geschalteter Widerstände, weil sonst derjenige Kondensator mit der zufällig kleinsten Kapazität die höchste (möglicherweise zerstörerisch hohe) Spannung bekommt. Da

15 grundsätzlich jeder Kondensator kleine Unterschiede in seinen Eigenschaften gegenüber den anderen Exemplaren aufweist, z.B. beim ESR-Wert (Ersatzserienwiderstand bzw. innerer Verlustwiderstand), ist es notwendig, die Kondensatoren mittels einer passiven Symmetrierung - wie oben erwähnt, beispielsweise

20 mit Widerständen - oder mittels einer aktiven Symmetrierung mit einer elektronischen Steuerschaltung auszubalancieren.

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, unter Vermeidung der oben aufgezeigten Nachteile, ein neues

25 kombiniertes Stromspeicher-System von Akkumulatoren und Kondensatoren sowie ein Management-System hierfür zu stellen, das generell in seinen Eigenschaften, seiner Anwendung und seiner Lebensdauer optimiert ist. Insbesondere sollen Leistungsaufnahme und -abgabe verbessert sein, bei

30 gleichzeitiger Schonung der Akkumulator-Zellen.

[0010] Die Lösung der Aufgabe besteht zunächst in der Konzeption bzw. Anordnung eines kombinierten Stromspeicher-Systems, bei dem eine Akkumulatoren-Speichereinheit bzw. ein

35 Akkumulatoren-Modul mindestens eine wiederaufladbare Akkumulator-Zelle umfasst und - in Parallelschaltung hierzu angeordnet - eine Kondensatoren-Speichereinheit bzw. ein Kondensatoren-Modul mindestens einen Kondensator. Dieses

kombinierte Stromspeicher-System umfasst des Weiteren mindestens ein gemeinsames Management-System, das sowohl die Akkumulatoren-Speichereinheit, als auch die Kondensatoren-Speichereinheit gleichzeitig steuert.

5

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsvariante eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems bilden mindestens zwei in Reihe geschaltete Akkumulator-Zellen die Akkumulatoren-Speichereinheit und mindestens zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren die Kondensatoren-Speichereinheit. Die Akkumulatoren-Speichereinheit und die Kondensatoren-Speichereinheit hingegen bleiben in Parallelschaltung zueinander angeordnet.

10

15

[0012] Das erfindungsgemäße gemeinsame Management-System eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems kann separate Teilmanagement-Systeme umfassen, mindestens ein erstes für die Akkumulatoren-Speichereinheit und mindestens ein zweites für die Kondensatoren-Speichereinheit. Diese Teilmanagement-Systeme bleiben aber jedenfalls mit dem erfindungsgemäßen gemeinsamen Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System verbunden, das letztlich und erfindungsgemäß immer beide Speichereinheiten gemeinsam steuern kann.

20

25

[0013] Des Weiteren zeichnet sich ein erfindungsgemäßes kombiniertes Stromspeicher-System dadurch aus, dass das gemeinsame Management-System, sowohl die einzelnen Akkumulator-Zellen, als auch die einzelnen Kondensatoren gemeinsam steuern und ausbalancieren oder symmetrieren kann. Dieses für sich betrachtet erfindungsgemäße Management-System kann also nicht mehr als Batterie-Management-System (BMS) bezeichnet werden, sondern vielleicht als Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System.

30

35

[0014] So ein erfindungsgemäßes Management-System ist einerseits ein aktives Management-System, d.h., es wird nicht ein Ladungsüberschuss einer Zelle passiv in Wärme umgewandelt, sondern aktiv mittels eines Ausgleichsstroms die Symmetrierung

zwischen den einzelnen Akkumulator-Zellen oder/und den einzelnen Kondensatoren vorgenommen. Dadurch entstehen kaum Energieverluste und kaum Hitzeentwicklung, die wiederum eine Kühlung oder Lüftung erforderlich machen würde.

5

[0015] Die Ausgleichs- oder Boostströme eines erfindungsgemäßen Management-Systems sind von einem gesamten, einheitlichen Ladestrom einer externen Ladequelle entkoppelt und weiterhin erfindungsgemäß mittels eines separaten oder in das Management-System integrierten Mikrocontrollers, gezielt pro Akkumulator-Zelle oder Kondensator steuerbar. Herkömmlicherweise gibt es einen einzigen, gesamten Ladestrom, der undifferenziert alle Zellen gleichermaßen lädt. Sobald bei einer Zelle beispielsweise eine Ladungsenergie von 90% erreicht ist, wird bei bekannten aktiven Management-Systemen der Ladestrom stark reduziert und die Energie wird jeweils von der Zelle mit der höchstens Spannung durch Umlagerung von Zelle zu Zelle zur schwächsten transportiert. Dieses Umlagern führt unter anderem zu einer Unruhe im Speichersystem und der Ausgleich dauert lange.

20

[0016] Ein erfindungsgemäßes Management-System ist hingegen so ausgelegt, dass es eine potenzialfreie, sogenannte „virtuelle“ Stromquelle innerhalb des Systems bildet, die unabhängig von einer externen Ladequelle und auch unabhängig von dem jeweiligen Betriebszustand des kombinierten Stromspeicher-Systems, eine Stromquelle für den Ausgleich darstellt. Der Strom dieser virtuellen Stromquelle ist weiterhin erfindungsgemäß mittels einzeln ansteuerbarer Schalter, vorzugsweise elektronischer, in jeweils pro Akkumulator-Zelle oder Kondensator einzeln zuweisbare Boostströme „aufteilbar“ bzw. schaltbar. Dadurch ist jede beliebige Akkumulator-Zelle einzeln oder jeder Kondensator einzeln und gezielt ansteuerbar, unabhängig vom ihrem oder seinem Betriebszustand oder dem SoC (State of Charge) oder dem SoH (State of Health).

35

[0017] Weiterhin erfindungsgemäß ist das Management-System ebenfalls durch die beschriebene virtuelle Stromquelle und die

beschriebenen Einzelschalter, nicht wie üblicherweise nach unten, sondern nach oben nivellier- bzw. balancierbar. Mit anderen Worten könnte man das erfindungsgemäße Management-System als progressiv und nicht degressiv bezeichnen, weil nicht stärkere Zellen auf ein niedrigeres Ladeniveau heruntergeregelt werden, sondern die schwächeren hinauf auf das Ladeniveau der stärkeren.

[0018] Des Weiteren kann es vorgesehen sein, bzw. das erfindungsgemäße Stromspeicher-System so ausgelegt sein, dass die mikrocontroller- und schaltergesteuerte Zuweisung der Boostströme sowohl wie bereits beschrieben mittels eines aus der virtuellen Stromquelle entnommenen Stromes erfolgen kann, als auch mittels eines Stromes aus einer externen Stromquelle, sowie mittels eines Stromes aus einem Teilsystem eines mehrfach kombinierten erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems.

[0019] Es ist nämlich weiterhin möglich, Anschlüsse vorzusehen, sodass ein erstes erfindungsgemäßes kombiniertes Stromspeicher-System in Form eines Teilsystems mit mindestens einem zweiten erfindungsgemäßen Stromspeicher-System in Form eines weiteren Teilsystems zusammenschaltbar ist, nach Wahl sowohl in Reihe, als auch parallel.

[0020] In dem Mikrocontroller ist vorzugsweise ein Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Verteilung der Boostströme hinterlegt. In diesem Algorithmus ist vorzugsweise definiert, wie der jeweilige Zustand der jeweiligen Akkumulator-Zelle oder des jeweiligen Kondensators anhand von welchen Sensordaten ermittelbar ist. Der Algorithmus definiert des Weiteren, dass auf die ermittelten schwächsten Akkumulator-Zellen oder Kondensatoren oder aber auch Teilsysteme anzahlmäßig mehr oder/und über längere Zeitintervalle oder/und eventuell höhere Boostströme zuteilbar sind. Den „stärksten“ Akkumulator-Zellen bzw. Kondensatoren bzw. Teilsystemen werden unter Umständen keine Boostströme zugeteilt.

[0021] Der Algorithmus kann des Weiteren vorsehen, dass die Höhe der Boostströme variabel sein kann, z.B. in Abhängigkeit vom SoC und/oder SoH und/oder von der Anzahl der zu boostenden Zellen und/oder von dem herrschenden Ladungsunterschied.

[0022] Der Algorithmus definiert des Weiteren vorzugsweise Schwellenwerte, die ein „Arbeitsfenster“ des Boostens definieren, d.h., sowohl ab welchen Ladungsunterschieden, als auch bis zu welchen ausgeglichen wird. Der obere Schwellenwert soll verhindern, dass ein unnötig Energie verbrauchender Ausgleich auf einem Ladeunterschieds-Niveau noch stattfindet, das bereits tolerabel oder gar irrelevant niedrig ist. Der untere Schwellenwert soll verhindern, dass eine komplett oder zu stark entladene Zelle ins Boosten aufgenommen wird, anstatt ausgewechselt zu werden.

[0023] Der Mikrocontroller bzw. der hinterlegte Algorithmus sind so ausgelegt, dass ein dynamischer Ausgleich stattfindet. Der angestrebte ausgeglichene Status kann mal höher, mal tiefer liegen. Entscheidend soll die Dauer des Ausgleichens und die Schonung der Zellen sein. Es wurde erkannt, dass ein guter ausgeglichener Status früher erreicht sein kann, als gleichzeitig alle schwachen Zellen auf ein höchstes Ladungsniveau zu boosten, so wie es übliche Batteriemangement-Systeme tun.

[0024] Des Weiteren sind der Mikrocontroller und der hinterlegte Algorithmus so ausgelegt, dass Boost-Reihenfolgen oder -Hierarchien vorgegeben sind. So werden beispielsweise zuerst das oder die schwächsten Teilsysteme ausgeglichen, und erst dann das ganze System.

[0025] Das Ziel all dieser Maßnahmen ist die Schaffung einer intelligenten Steuerung, die unnötige Ausgleichsvorgänge vermeidet, bei gleichzeitig möglichst zeitsparender und zellenschonender Funktionsweise.

[0026] Des Weiteren ist ein erfindungsgemäßes Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System durch die beschriebenen Komponenten Einzelschalter und virtuelle Stromquelle, sowie durch den Mikrocontroller in der Lage, in jedem Betriebsstadium des Stromspeicher-Systems zu funktionieren. Das Ausbalancieren oder Symmetrieren der einzelnen Akkumulator-Zellen oder/und Kondensatoren oder/und Teilsysteme kann hierbei nicht nur während eines Ladeprozesses, sondern auch unter Last beim Entladen, als auch im Ruhezustand erfolgen.

[0027] Ein erster Indikator zur Ermittlung, welche Akkumulator-Zellen, Kondensatoren oder Teilsysteme überhaupt geboostet werden sollen, ist der sogenannte SoC (State of Charge) oder Ladestand einer jeweiligen Akkumulator-Zelle oder eines jeweiligen Kondensators oder eines jeweiligen Teilsystems. Dieser SoC ist erfindungsgemäß nicht nur während eines Ladeprozesses, sondern auch beim Entladen oder in einem Ruhemodus eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems anzeigbar. Ein zweiter Indikator ist der sogenannte SoH (State of Health) einer jeweiligen Akkumulator-Zelle oder eines jeweiligen Kondensators oder eines jeweiligen Teilsystems. Diese beiden Indikatoren umfassen üblicherweise die Messung und die Prüfung der Spannung, der Temperatur und des Innenwiderstandes. Es können zur Ermittlung des SoC und des SoH auch chemische und drucksensorische Messungen hinzukommen.

[0028] Weiterhin erfindungsgemäß ist der Mikrocontroller so ausgelegt, dass er einen weiteren Indikator erfassen kann, nämlich die Anzahl der Boosts pro Zeitintervall. Die Vorrichtung hierfür soll Boost Counter bezeichnet werden. Mit Boost wird in der vorliegenden Patentanmeldung der pro Akkumulator-Zelle, Kondensator oder Teilsystem jeweils einzeln steuerbare Ladestrom bezeichnet. Dadurch, dass durch ein erfindungsgemäßes Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System immer dann, wenn erforderlich, automatisch für die jeweilige Akkumulator-Zelle oder den jeweiligen Kondensator oder das jeweilige Teilsystem der erforderliche Lade- oder Ausgleichsstrom zugeteilt wird,

ergibt eine Erfassung bzw. Zählung der Boosts einen direkten Rückschluss auf die Kapazität der jeweiligen Akkumulator-Zelle oder des jeweiligen Kondensators oder des jeweiligen Teilsystems, und zwar sowohl unter Last, als auch beim Laden und als auch bei keinem der beiden Zustände, d.h., in einem Ruhezustand. Denn die Boost-Interventionen pro Zeit zeigen einerseits, welche Akkumulator-Zellen oder Kondensatoren oder Teilsysteme beim Laden oder unter Last das ungünstigste Innenwiderstandsverhalten aufweisen. Andererseits aber auch, welche Akkumulator-Zellen oder Kondensatoren oder Teilsysteme, wenn nicht unter Lastbeanspruchung, die höchsten Selbstentladungsraten aufweisen. Auf diese Weise ist weiterhin erfindungsgemäß ein weiterer Indikator eingeführt, mit Hilfe dessen die Erfassung des Zustandes der einzelnen Akkumulator-Zellen oder Kondensatoren oder Teilsysteme genauer als bisher erfolgt und so die Ausbalancierung bzw. Symmetrierung nochmals verbessert ist. Die Auswertung dieser Boost-Counter-Daten kann außerdem dazu beitragen, mögliche Ausfälle frühzeitig zu erkennen.

20

[0029] Um in der Lage zu sein, die beiden Speichereinheiten eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems nach Bedarf ein- und auszuschalten, aber auch, um aus Sicherheitsgründen auf unvorhergesehene Betriebszustände wie etwa einen zu hohen Strom reagieren zu können, umfassen vorzugsweise beide Speichereinheiten jeweils mindestens einen Schaltkontakt, der bzw. die weiterhin vorzugsweise mit jeweils mindestens einer Spule schaltbar ist bzw. sind.

30

[0030] Optional ist an den Speichereinheiten oder vorzugsweise mindestens an der Kondensatoren-Speichereinheit eingangs ein elektronisch steuerbarer Widerstand angeordnet. Dieser Widerstand erfüllt einerseits den Zweck, die Leistungsabgabe oder -aufnahme zu dämpfen. Andererseits ist mittels dieses elektronisch steuerbaren Widerstandes der Energiefluss im Gesamtsystem des erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeichers steuerbar im Sinne dessen, dass eine

35

Einflussnahme auf das Verhältnis zwischen Akkumulatoren-Strom und Kondensatoren-Strom ermöglicht ist. Eine weitere, optionale Funktion dieses elektronisch steuerbaren Widerstandes ist eine Schutzfunktion des Systems durch eine zeitweilige
5 Widerstandserhöhung beispielsweise beim Einschalten oder generell bei stark unterschiedlichen Spannungen zwischen der Akkumulatoren- und der Kondensatoren-Speichereinheit.

[0031] Weiterhin optional, anstelle oder aber auch
10 zusätzlich zu dem beschriebenen elektronisch steuerbaren Widerstand kann eine Schaltung zur Spannungsanpassung angeordnet sein, die mindestens eine Spule und mindestens zwei damit steuerbare Schaltkontakte umfasst.

[0032] In dem Mikrocontroller ist vorzugsweise eine
15 Software vorgesehen, die zusammen mit entsprechender Hardware die Durchführung von Selbsttests bzw. Plausibilitätskontrollen der angezeigten Ist-Zustände und erfassten oder gemessenen Werten ermöglicht.

[0033] Ein erfindungsgemäßes kombiniertes Stromspeicher-
20 System umfasst vorzugsweise mindestens einen Strom-Sensor als Signalgeber für den Mikrocontroller des Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-Systems für ein automatisches
25 Abschalten oder eine Limitierung der Last. Der Strom-Sensor ist außerdem wichtig für die Bestimmung des SoC und des SoH.

[0034] Weiterhin umfasst ein erfindungsgemäßes
30 Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System vorzugsweise eine Alarmausgabe-Schnittstelle, beispielsweise für die Ausgabe eines optischen oder/und akustischen Alarmsignals oder für das Absetzen einer SMS oder einer Mitteilung an den Server oder andere übergeordnete Systeme.

[0035] Ein erfindungsgemäßes kombiniertes Stromspeicher-
35 System verfügt vorzugsweise über ein Display zur Darstellung der stattfindenden Prozesse, darüber hinaus jedoch mindestens über ein Kommunikationsmodul für systemexterne Kommunikation,

vorzugsweise bidirektional. Dieses kann ein serielles, paralleles oder TCPIP- oder Ethernet- oder WLAN- oder ELDAT- oder Funk- oder Bluetooth- oder ZIGBee- oder KNX- oder CAN-Bus oder Token-Ring-basiertes Interface sein oder Kombinationen
5 hiervon. Ein GSM-Modul kann für das Absetzen von SMSes vorgesehen sein. Für mobile Anwendungen, beispielsweise in einem Elektromobil, kann ein GPS-Modul angeordnet sein.

[0036] Die Kommunikation nach oben beschriebenen
10 Kommunikationsarten ist vorzugsweise verschlüsselt und signiert.

[0037] Des Weiteren umfasst ein erfindungsgemäßes Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System eine Benutzereingabe-Schnittstelle für ein integriertes oder ein
15 externes Display mit Eingabemöglichkeit. Diese Benutzereingabe-Schnittstelle sieht vorzugsweise auch eine Fernbedienung vor, aber auch die Möglichkeit einer Fernwartung mittels einer IP-Adresse oder/und eines Servers.

[0038] Ein erfindungsgemäßes kombiniertes Stromspeicher-System kann, nebst einer Kühl- und/oder Belüftungsvorrichtung für das Stromspeicher-System selbst, optional eine
20 Kühlvorrichtung für das Ladekabel bzw. für die Kabel und die Anschlüsse aufweisen, mit denen es mit der Last bzw. einer externen Stromquelle verbunden ist. Es wurde nämlich
25 festgestellt, dass der Stromverbrauch für eine adäquate Kühlung geringer sein kann als die Verluste der Anschlusswiderstände.

[0039] Des Weiteren ist ein erfindungsgemäßes kombiniertes
30 Stromspeicher-System vorzugsweise modular als Rack bzw. Gestell mit Profilschienen aufgebaut und auf diese Weise auf unterschiedliche Größen bzw. Leistungen beliebig skalierbar.

[0040] Optional kann das Rack als Gehäuse ausgestaltet
35 sein, das vorzugsweise als ein gegen Berührung, Fremdkörper und Feuchtigkeit geschütztes System ausgestaltet ist. Der Schutzgrad nach IP kann in einem Bereich von IP21XX bis IP68DH liegen, je nach Anwendung des kombinierten Stromspeicher-Systems,

beispielsweise sogar als Antriebseinheit von Wasserfahrzeugen. Innerhalb des genannten Bereiches liegt der gewählte Schutzgrad vorzugsweise bei IP53XX, um ab Werk den meisten Anwendungsgebieten zu genügen.

5

[0041] Ein erfindungsgemäßes kombiniertes Stromspeicher-System verfügt vorzugsweise über einen sogenannten nichtflüchtigen Sicherheitsspeicher für die Systemdaten. Darüber hinaus werden diese Systemdaten vorzugsweise mittels oben beschriebener Schnittstellen an einen Server übermittelt.

10

[0042] Die Spannungsversorgung der Steuerung eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems beträgt vorzugsweise 12 Volt. Die Isolationsspannung beträgt vorzugsweise 400 Volt.

15

[0043] Ein Print, d.h. eine Akkumulatoren- oder Kondensatoren-Speichereinheit, ist so ausgelegt, dass es vorzugsweise acht einzelne, in Reihe geschaltete Akkumulator-Zellen oder acht einzelne, in Reihe angeordnete Kondensatoren umfasst.

20

[0044] Ein erfindungsgemäßes Stromspeicher-System zeichnet sich durch ein bestimmtes Verhältnis aus, das zwischen der Nennkapazität der Akkumulatoren-Speichereinheit in Wattstunden und der Nennkapazität der Kondensatoren-Speichereinheit, ebenfalls in Wattstunden, ausgewählt ist. Dieses Verhältnis zwischen Akkumulatoren- und Kondensatoren-Kapazität liegt in einem Bereich von 1:1 bis 1:200 und beträgt vorzugsweise annähernd 1:80. Es wurde nämlich herausgefunden, dass bei diesem Verhältnis eine optimale Pufferung der Akkumulatoren-Speichereinheit durch die Kondensatoren-Speichereinheit erfolgt, dahingehend, dass eine durchschnittliche Leistungsspitzen-Reduktion von rund 60% während 6 Sekunden bei einer Last von 1 C und bei einer Umgebungstemperatur von 20 Grad Celsius stattfindet.

25

30

35

[0045] Je nach Anwendungsbereich, beispielsweise

stationärem oder mobilem, und je nach Anforderungsprofil kann dieses Verhältnis erfindungsgemäß innerhalb des angegebenen Bereichs variieren.

5 [0046] Aus Redundanzgründen kann es bei einem erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-System vorgesehen sein, die Messungen der Spannung oder anderer Werte nicht nur mit einer Messmethode, sondern mit zwei unterschiedlichen Messmethoden vorzunehmen.

10

[0047] Der Fokus des Technologieansatzes der vorliegenden Erfindung liegt im Gegensatz zu bekannten Konzepten, wonach Kondensatoren als äußerst schnellladefähige Traktionspeicher im Mittelpunkt stehen, hauptsächlich in der Reduzierung von
15 Lastspitzen und somit Schonung der Akkumulatoren-Zellen, bei gleichzeitiger prägnanter Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems.

[0048] Ein physikalisch bedingtes Gesetz erhöht zudem die
20 Wirksamkeit des Technologieansatzes. Das heißt, dass mit der Erhöhung des Laststromes die Entladungstiefe und somit die nutzbare Kapazität der Kondensatoren zunimmt, also gerade dann, wenn man sie am meisten braucht. Denn je größer der
Spannungsunterschied zwischen dem Spannungsniveau mit Last ist,
25 desto mehr Energie können parallel geschaltete Kondensatoren freisetzen. Somit lassen sich ungünstige Entwicklungen wie z.B. Alterungsprozess und ungünstige Umgebungssituationen wie z.B. Kälte, die mit einer Verminderung der Spannungsstabilität einhergehen, zu einem gewissen Teil kompensieren.

30

[0049] Die offenbarten unterschiedlichen
Ausgestaltungsvarianten eines erfindungsgemäßen kombinierten
Stromspeicher-Systems sind hinsichtlich der nicht
grundfunktionsrelevanten Merkmale beliebig miteinander
35 kombinierbar. So sind beispielsweise beide beschriebenen Grund-
Ausgestaltungsvarianten eines erfindungsgemäßen kombinierten
Stromspeicher-Systems, also die Minimalversions-
Ausgestaltungsvariante mit nur einer Akkumulatoren-Zelle und nur

einem Kondensator oder die bevorzugte Ausgestaltungsvariante mit mehreren Akkumulatoren-Zellen und mehreren Kondensatoren gleichermaßen mit den beschriebenen Management-Systemen kombinierbar, egal, ob es ein einziges, kombiniertes Management-System ist, oder eines mit separaten Teil-Management-Systemen für die Akkumulatoren-Speichereinheit und die Kondensatoren-Speichereinheit. Das Gleiche gilt für die Teilsysteme eines aus mehreren Teilsystemen bestehenden erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems. Diese Teilsysteme müssen nicht identisch sein. Alle sich hieraus ergebenden Ausgestaltungsvarianten sind gleichermaßen und reziprok, einzeln und gesamthaft, kombinierbar mit den in den Absätzen [0014] bis [0041] aufgezählten Merkmalen.

[0050] Die vorliegende Anmeldung offenbart ein Verfahren zum gemeinsamen Symmetrieren bzw. gemeinsamen Ausbalancieren einzelner Akkumulator-Zellen einer Akkumulatoren-Speichereinheit und einzelner Kondensatoren einer Kondensatoren-Speichereinheit, sei es, ob diese jeweils separat in einem eigenen, autarken System sind, oder ob sie Bestandteile eines wie offenbarten kombinierten Stromspeicher-Systems sind, unter Ausführung folgender grundsätzlicher Verfahrensschritte:

- a) - Sensorisches Erfassen der Daten zur Spannung, Stromstärke, Temperatur und Zeit aller Akkumulatoren-Zellen oder/und aller Kondensatoren;
- b) - Erfassen der Boost-Counter-Daten der Akkumulator-Zellen oder/und der Kondensatoren, in ihrer Anzahl und in ihrer Stromstärke, beim Laden und/oder beim Entladen und/oder im Ruhezustand, jeweils innerhalb des ganzen Lebens und/oder in mehreren spezifischen Zeitintervallen;
- c) - Auswerten aller erfassten Daten und Berechnen des SoC jeder Akkumulator-Zelle oder/und jedes Kondensators;
- d) - Berechnen des SoH jeder Akkumulator-Zelle oder/und jedes Kondensators;
- e) - Auswerten des SoC und des SoH und Ermitteln der zu boostenden Akkumulator-Zellen oder/und Kondensatoren;
- f) - Zuweisen der Boostströme mittels der Einzelschalter und der Steuerung der potenzialfreien Stromquelle.

[0051] Ein erfindungsgemäßes kombiniertes Stromspeicher-System bringt folgende Vorteile:

5 - Es vereint die Vorteile von Akkumulatoren mit denen von Kondensatoren.

- Die für die Akkumulator-Zellen schädlichen Leistungsspitzen sind durch die Kondensatoren gepuffert.

- Die Leistungsabgabe und die -aufnahme sind erhöht.

- Die Zyklenstärke der Akkumulator-Zellen ist erhöht.

10 - Die Lebensdauer der Akkumulator-Zellen ist erhöht.

- Das erfindungsgemäße Stromspeicher-System verfügt über ein gemeinsames Management-System, das sowohl die Akkumulator-Zellen, als auch die Kondensatoren gleichzeitig steuert.

15 - Das Management-System bzw. das Ausbalancieren oder Symmetrieren der einzelnen Akkumulator-Zellen und Kondensatoren funktioniert in jedem Betriebsstadium des Stromspeicher-Systems.

- Die Ausgleichsströme sind von einem einzigen, gemeinsamen Ladestrom einer externen Lagequelle entkoppelt und einzeln jeder Akkumulator-Zelle und jedem Kondensator zuweisbar.

20 - Es findet ein aktives Ausbalancieren statt, das schneller und energieverlustfreier als ein passives ist.

- Die Hitzeentwicklung und der Kühl- oder Lüftungsbedarf ist gering.

25 [0052] Weitere oder vorteilhafte Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems bilden die Gegenstände der abhängigen Ansprüche.

30 [0053] Die Bezugszeichenliste ist Bestandteil der Offenbarung.

[0054] Anhand von Figuren wird die Erfindung symbolisch und beispielhaft näher erläutert. Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben. Sie stellen
35 schematische und beispielhafte Darstellungen dar und sind nicht maßstabsgetreu, auch in der Relation der einzelnen Bestandteile zueinander nicht. Gleiche Bezugszeichen bedeuten das gleiche Bauteil, Bezugszeichen mit unterschiedlichen Indizes geben

funktionsgleiche oder ähnliche Bauteile an.

[0055] Es zeigen dabei

5 Fig. 1 ein symbolisches und beispielhaftes Schema einer Minimalversion eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems mit einer Akkumulatoren-Speichereinheit, die eine Akkumulator-Zelle umfasst und mit einer hierzu parallel geschalteten Kondensatoren-Speichereinheit, die einen Kondensator umfasst;

10 Fig. 2 ein symbolisches und beispielhaftes Schema einer bevorzugten Ausgestaltungsvariante eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems mit einer Akkumulatoren-Speichereinheit, die mehrere in Reihe geschaltete Akkumulator-Zellen umfasst und mit einer hierzu parallel geschalteten Kondensatoren-Speichereinheit, die mehrere in Reihe geschaltete Kondensatoren umfasst;

15 Fig. 3 ein symbolisches und beispielhaftes Schema einer weiterhin bevorzugten Ausgestaltungsvariante eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems mit einer Akkumulatoren-Speichereinheit, die ebenfalls mehrere in Reihe geschaltete Akkumulator-Zellen umfasst und mit einer hierzu parallel geschalteten Kondensatoren-Speichereinheit, die ebenfalls mehrere in Reihe geschaltete Kondensatoren umfasst, all das in einer leicht modifizierten Grundschaltung mit einer Spule;

20 Fig. 4 ein symbolisches und beispielhaftes Schema eines erfindungsgemäßen Akkumulatoren-Teil-Management-Systems;

Fig. 5 ein symbolisches und beispielhaftes Schaubild, Spannungskurve und Stromstärkenverlauf unter je einer Pulslast darstellend, einmal mit Kondensator-Unterstützung und vergleichsweise dazu einmal ohne, und

30 Fig. 6 ein symbolisches und beispielhaftes Schaubild über die Reduktion der Leistungsspitzen entlang einer Zeitachse.

35 [0056] Die Fig. 1 zeigt in einem symbolischen und beispielhaften Schema eine erste Ausgestaltungsvariante eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems 100, das insofern einer Minimalversion entspricht, als dass es im

Wesentlichen lediglich eine Akkumulatoren-Speichereinheit 1 mit einer Akkumulator-Zelle 2 umfasst, sowie eine Kondensatoren-Speichereinheit 3 mit einem Kondensator 4, sowie ein gemeinsames Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System 9. Das Letztere umfasst einen Mikrocontroller μC .

5

[0057] Die Akkumulatoren-Speichereinheit 1 ist an eine Last bzw. externe Stromquelle 5 mittels einer Minus-Leitung 13a und einer Plus-Leitung 13b angeschlossen und die Kondensatoren-Speichereinheit 3 ebenfalls, jedenfalls jedoch in Parallelschaltung zueinander. Die Akkumulator-Speichereinheit 1 umfasst eingangs, sowohl an der Minus-, als auch an der Plus-Leitung, jeweils einen Schaltkontakt 7a bzw. 7b, die beide mittels einer Spule 6a ansteuerbar sind. Die Akkumulatoren-Speichereinheit 1 umfasst des Weiteren einen Strom-Sensor 8a, als Signalgeber an das Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System 9 für ein automatisches Abschalten der Akkumulatoren-Speichereinheit 1 mittels der Spule 6a und den Schaltkontakten 7a und/oder 7b.

10

15

20

[0058] Einen analogen Aufbau weist die Kondensatoren-Speichereinheit 3 auf, mit einem Strom-Sensor 8b und mit Schaltkontakten 7c und 7d, gesteuert von einer Spule 6b. Insbesondere bei der Kondensatoren-Speichereinheit 3 können die Schaltkontakte 7c und 7d noch einem Abschalten bei längeren Ruhephasen dienen, weil der Kondensator 4 einer höheren Selbstentladungsrate als die Akkumulator-Zelle 2 unterliegt.

25

30

[0059] In der Fig. 2 ist in einem symbolischen Schaltschema ein weiterhin erfindungsgemäßes kombiniertes Strom-Speichersystem 100a dargestellt. Erneut sind an einer Last oder externen Stromquelle 5a eine Akkumulator-Speichereinheit 1a und eine Kondensatoren-Speichereinheit 3a in Parallelschaltung mittels einer Minus-Leitung 13c und einer Plus-Leitung 13d angeschlossen.

35

[0060] Die Akkumulatoren-Speichereinheit 1a umfasst beliebig viele in Reihe geschaltete Akkumulator-Zellen 2a-2f,

die wiederum der besseren Verständlichkeit halber mit zwei separaten Leitungen an einem Teil-Management-System 9b angeschlossen dargestellt sind.

5 [0061] Da, wo die Leitungen 13c und 13d in die Akkumulatoren-Speichereinheit 1a eintreten, sind jeweils ein Schaltkontakt 7e und 7f angeordnet, die beide mittels einer Spule 6c betätigt sind.

10 [0062] Des Weiteren umfasst die Akkumulatoren-Speichereinheit 1a einen Strom-Sensor 8c, als Signalgeber an das Teil-Management-System 9b für ein automatisches Abschalten der Akkumulatoren-Speichereinheit 1a mittels der Spule 6c und den Schaltkontakten 7e und/oder 7f.

15 [0063] Die Kondensatoren-Speichereinheit 3a ist analog zu der Akkumulatoren-Speichereinheit 1a aufgebaut, mit beliebig vielen in Reihe angeordneten Kondensatoren 4a-4f, einem Strom-Sensor 8d, der mit einem Teil-Management-System 9c verbunden
20 ist. Das Letztere kann eine Spule 6d zum Schließen von Schaltkontakten 7g und 7h ansteuern.

[0064] Die Anzahl der Akkumulatoren-Zellen 2a-2f und der Kondensatoren 4a-4f muss nicht identisch sein.

25 [0065] Optional, also auch bei der Minimalversion eines kombinierten Stromspeicher-Systems 100 aus der Fig. 1 möglich, ist vorzugsweise an der Plus-Leitung 13d eingangs zu der Kondensatoren-Speichereinheit 3a ein weiterhin vorzugsweise
30 elektronisch gesteuerter Widerstand 10 in Reihe angeordnet.

[0066] Die beiden Teilmanagement-Systeme 9b und 9c sind parallel geschaltet mit einem gemeinsamen Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System 9a verbunden, quasi als
35 Subsysteme oder Slaves mit einem Master. Ein Mikrocontroller μC_1 ist als Bestandteil des Masters dargestellt, es können aber auch die Slaves 9b und 9c welche umfassen oder zusätzlich umfassen.

[0067] Die Fig. 3 zeigt eine weiterhin bevorzugte Ausgestaltungsvariante eines erfindungsgemäßen kombinierten Stromspeicher-Systems 100b, das im Wesentlichen eine Akkumulatoren-Speichereinheit 1b, eine Kondensatoren-Speichereinheit 3b, sowie ein gemeinsames Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System 9d mit einem Mikrocontroller μC_2 umfasst. Die Akkumulatoren-Speichereinheit 1b und die Kondensatoren-Speichereinheit 3b sind mittels Leitungen 13e und 13f parallel mit einer Last bzw. externen Stromquelle 5b verbunden. Eingangs dieser Leitungen 13e und 13f in die Akkumulatoren-Speichereinheit 1b sind erneut vorzugsweise an beiden Leitungen Schaltkontakte 7k und 7l vorgesehen, die mittels einer Spule 6e schaltbar sind. Eine analoge Anordnung ist bei der Kondensatoren-Speichereinheit 3b mit Schaltkontakten 7m und 7n und einer Spule 6f vorgesehen.

[0068] Wie bei den bisherigen Ausgestaltungsvarianten auch, umfasst sowohl die Akkumulatoren-Speichereinheit 1b, als auch die Kondensatoren-Speichereinheit 3b jeweils einen Strom-Sensor 8e bzw. 8f.

[0069] An der Plus-Leitung 13f ist erneut ein vorzugsweise elektronisch steuerbarer Widerstand 10a angeordnet, der von einer Spule 14 überbrückt ist. Diese Überbrückung ist mit einem Schaltkontakt 7i mit der Minus-Leitung 13e verbunden und mit einem weiteren Schaltkontakt 7j kann die Überbrückung selber unterbrochen oder geschlossen werden. Vorzugsweise werden für 7i und 7j elektronische Schalter verwendet.

[0070] Die Fig. 4 zeigt schematisch und stellvertretend für alle erfindungsgemäßen Management-Systeme der vorliegenden Anmeldung, den Aufbau des Akkumulatoren-Teil-Management-Systems 9b aus der Fig. 2. Es umfasst eine potenzialfreie bzw. virtuelle Stromquelle 12, von der, symbolisch als von dem gemeinsamen Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System 9a getriggert, ein Booststrom I_B aufgrund geschlossener Einzelschalter 11e und 11f einer Akkumulatoren-Zelle 2c gerade zugewiesen ist. Weitere vorzugsweise elektronische Einzelschalter 11a-11d und 11g-11l

sind offen und somit erhalten weitere Akkumulator-Zellen 2a, 2b, 2d-2f gerade keinen Booststrom I_B zugewiesen.

[0071] In der Fig. 5 ist mit gestrichelter Linie die
5 Spannungskurve und mit durchgezogener Linie der
Stromstärkenverlauf eines erfindungsgemäßen kombinierten
Stromspeicher-Systems entlang einer Zeitachse dargestellt. Ein
erstes Zeitintervall ZI_1 zeigt eine erste Pulslast PL_1 und ein
zweites Zeitintervall ZI_2 zeigt eine zweite Pulslast PL_2 . Die
10 erste Pulslast PL_1 erfolgte mit Kondensatoren-Unterstützung und
die zweite ohne. Der Verlauf der Kurven ist bei der Pulslast PL_1
weniger steil und abrupt und auch der Abfall nicht so tief als
bei der Pulslast PL_2 . Die Leistungsabgabe ist durch die
Kondensatoren gepuffert. Dieses ergibt eine verbesserte
15 Leistungsabgabe, bei gleichzeitiger Schonung der Akkumulator-
Zellen.

[0072] Die Fig. 6 zeigt mittels eines Schaubildes, dass
bei Umgebungsbedingungen von 20 Grad Celsius und einer Belastung
20 von 1 C die Lastspitzen bei einem erfindungsgemäßen kombinierten
Stromspeicher-System innerhalb der ersten 2 Sekunden um 80
Prozent reduziert sind, innerhalb der nächsten 2 Sekunden um 55,
innerhalb der nächsten 2 Sekunden um 25 und innerhalb der
nächsten 2 Sekunden um 10.

Bezugszeichenliste

	1, 1a, 1b - Akkumulatoren-Speichereinheit
	2, 2a-2j - Akkumulator-Zelle
5	3, 3a, 3b - Kondensatoren-Speichereinheit
	4, 4a-4j - Kondensator, Superkondensator, Ultrakondensator, Supercap, Ultracap, Doppelschicht-, Pseudo- oder Hybridkondensator
	5, 5a, 5b - Last bzw. externe Stromquelle
10	6a-6f - Spule
	7a-7n - Schaltkontakt
	8a-8f - Strom-Sensor
	9, 9a-9d - Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System, Management-System, Teil-Management-System
15	10, 10a - elektronisch steuerbarer Widerstand
	11a-11l - Einzelschalter, elektronischer Schalter
	12 - potenzialfreie Stromquelle, virtuelle Stromquelle
	13a-13f - Leitungen
	14 - Spule
20	15 - Schaltung zur Spannungsanpassung
	100, 100a, 100b - kombiniertes Stromspeicher-System, Akkumulatoren-Kondensatoren-Stromspeicher-System
25	I_B - Booststrom
	μC , μC_1 , μC_2 - Mikrocontroller
	PL_1 , PL_2 - Pulslast
	ZI_1 , ZI_2 - Zeitintervall

Patentansprüche

1. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b), eine Akkumulatoren-Speichereinheit (1, 1a, 1b) mit mindestens einer
5 wiederaufladbaren Akkumulator-Zelle (2, 2a-2j) und eine Kondensatoren-Speichereinheit (3, 3a, 3b) mit mindestens einem Kondensator (4, 4a-4j) umfassend, wobei die Akkumulatoren-Speichereinheit (1, 1a, 1b) und die Kondensatoren-Speichereinheit (3, 3a, 3b) zueinander parallel geschaltet sind
10 und wobei mittels eines gemeinsamen Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-Systems (9, 9a-9d) sowohl die Akkumulatoren-Speichereinheit (1, 1a, 1b), als auch die Kondensatoren-Speichereinheit (3, 3a, 3b) gleichzeitig steuerbar sind.
- 15 2. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System (9a) Teil-Management-Systeme (9b, 9c) umfasst.
3. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der
20 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Akkumulatoren-Kondensatoren-Management-System (9, 9a-9d) mindestens einen Mikrocontroller (μC , μC_1 , μC_2) umfasst, der mittels einer potenzialfreien, virtuellen Stromquelle (12) und Einzelschaltern (11a-11l) einer beliebigen Akkumulatoren-Zelle
25 (2, 2a-2j) und/oder eines beliebigen Kondensators (4, 4a-4j) und/oder eines beliebigen Teilsystems mindestens einen Booststrom (I_B) zuweist.
4. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der
30 vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) Anschlüsse aufweist, mittels derer es mit weiteren Stromspeicher-Systemen (100, 100a, 100b) kombinierbar ist.
- 35 5. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Mikrocontroller (μC , μC_1 , μC_2) ein Algorithmus hinterlegt ist, der die Boostströme (I_B) variabel und dynamisch definiert.

6. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrocontroller (μC , μC_1 , μC_2) einen Boost Counter umfasst, der die Boosts zählt.

7. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Mikrocontroller (μC , μC_1 , μC_2) ein Algorithmus hinterlegt ist, der einen unteren Schwellenwert definiert, ab welchen Ladungsunterschieden geboostet wird, und einen oberen Schwellenwert definiert, bis zu welchen Ladungsunterschieden geboostet wird.

8. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3-7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Mikrocontroller (μC , μC_1 , μC_2) ein Algorithmus hinterlegt ist, der Boost-Hierarchien definiert.

9. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens an der Kondensatoren-Speichereinheit (3, 3a, 3b) ein elektronisch steuerbarer Widerstand (10, 10a) angeordnet ist.

10. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens an der Kondensatoren-Speichereinheit (3, 3a, 3b) eine Schaltung zur Spannungsanpassung (15) angeordnet ist, die mindestens eine Spule (14) und mindestens zwei steuerbare Schaltkontakte (7i, 7j) umfasst.

11. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3-10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrocontroller (μC , μC_1 , μC_2) Software und das Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) Hardware umfassen, mittels derer Selbsttests bzw. Plausibilitätskontrollen der angezeigten Ist-Zustände und der erfassten oder gemessenen Werte durchführbar sind.

12. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Akkumulatoren-Speichereinheit (1, 1a, 1b) und die Kondensatoren-Speichereinheit (3, 3a, 3b) jeweils mindestens einen Strom-Sensor (8a-8f) umfassen.
13. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) eine Alarmausgabe-Schnittstelle umfasst.
14. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) eine Benutzereingabe-Schnittstelle mit Fernbedienung und/oder Fernwartung umfasst.
15. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) mindestens ein Kommunikationsmodul umfasst, das bidirektional und verschlüsselt kommuniziert.
16. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) eine Kühlvorrichtung für das Ladekabel und die Kabel und die Anschlüsse des Stromspeicher-Systems (100, 100a, 100b) umfasst.
17. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) in einem Rack angeordnet ist, das modular aufgebaut und skalierbar ist.
18. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rack als Gehäuse ausgestaltet ist, dessen IP-Schutz in einem Bereich von IP21XX bis IP68DH liegt und vorzugsweise IP53XX beträgt.

19. Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der
vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen
der Nennkapazität der Akkumulatoren-Speichereinheit (1, 1a, 1b)
und der Nennkapazität der Kondensatoren-Speichereinheit (3, 3a,
3b) ein Verhältnis besteht, das in einem Bereich von 1:1 bis
5 1:200 liegt und vorzugsweise 1:80 beträgt.

20. Verfahren zum Ausbalancieren unterschiedlicher Ladestände
von Akkumulator-Zellen untereinander in einer separaten
Akkumulatoren-Speichereinheit oder von Kondensatoren
10 untereinander in einer separaten Kondensatoren-Speichereinheit
oder von Akkumulator-Zellen (2, 2a-2j) und Kondensatoren (4,
4a-4j) in einem kombinierten Akkumulatoren-Kondensatoren-
Stromspeicher-System (100, 100a, 100b) nach einem der
vorhergehenden Ansprüche 6-19, **dadurch gekennzeichnet, dass**
15 folgende grundsätzlichen Verfahrensschritte ausgeführt werden:
a) - Sensorisches Erfassen der Daten zur Spannung, Stromstärke,
Temperatur und Zeit aller Akkumulatoren-Zellen (2, 2a-2j) oder/
und aller Kondensatoren (4, 4a-4j);
b) - Erfassen der Boost-Counter-Daten der Akkumulator-Zellen (2,
20 2a-2j) oder/und der Kondensatoren (4, 4a-4j), in ihrer Anzahl
und in ihrer Stromstärke, beim Laden und/oder beim Entladen und/
oder im Ruhezustand, jeweils innerhalb des ganzen Lebens und/
oder in mehreren spezifischen Zeitintervallen;
c) - Auswerten aller erfassten Daten und Berechnen des SoC jeder
25 Akkumulator-Zelle (2, 2a-2j) oder/und jedes Kondensators (4,
4a-4j);
d) - Berechnen des SoH jeder Akkumulator-Zelle (2, 2a-2j) oder/
und jedes Kondensators (4, 4a-4j);
e) - Auswerten des SoC und des SoH und Ermitteln der zu
30 boostenden Akkumulator-Zellen (2, 2a-2j) oder/und Kondensatoren
(4, 4a-4j);
f) - Zuweisen der Boostströme (I_B) mittels der Einzelschalter
(11a-11l) und der Steuerung der potenzialfreien Stromquelle
(12).

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein kombiniertes Stromspeicher-System (100a), eine Akkumulatoren-Speichereinheit (1a) mit mindestens einer wiederaufladbaren Akkumulator-Zelle (2a-2f) und eine
5 Kondensatoren-Speichereinheit (3a) mit mindestens einem Kondensator (4a-4f) umfassend, wobei die Akkumulatoren-Speichereinheit (1a) und die Kondensatoren-Speichereinheit (3a) zueinander parallel geschaltet sind und wobei mittels eines gemeinsamen Management-Systems (9a-9c) sowohl die Akkumulatoren-Speichereinheit (1a), als auch die Kondensatoren-Speichereinheit
10 (3a) gleichzeitig steuerbar sind.

(Fig. 2)

15

20

25

30

35