



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 03 581 T2 2004.04.22**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 238 453 B1**

(51) Int Cl.7: **H02J 7/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 03 581.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FI00/00962**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 976 091.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/033690**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.11.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **10.05.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.09.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **25.06.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.04.2004**

(30) Unionspriorität:
992396 05.11.1999 FI

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
Ascom Energy Systems AG, Bern, CH

(72) Erfinder:
SUNTIO, Teuvo, FIN-01820 Klaukkala, FI

(74) Vertreter:
**Blumbach, Kramer & Partner GbR, 65187
Wiesbaden**

(54) Bezeichnung: **UNTERBRECHUNGSFREIE STROMVERSORGUNG (USV) MIT EINER KONTROLLVORRICHTUNG ZUM LADEN EINER BATTERIE UND VERFAHREN ZUM LADEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen Akkumulator-betriebene unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung die optimale Kontrolle der Ladung und Entladung der in einem derartigen System verwendeten Akkumulatoren.

[0002] In vielen elektrischen Anlagen, wird ein unterbrechungsfreies Stromversorgungs-(UPS)-System zur Sicherstellung des Betriebs der elektrischen Anlagen unabhängig von Störungen in dem Energieversorgungsnetz verwendet. Das "unterbrechungsfreie Stromversorgungssystem" kann auch abgekürzt und als die "elektrische Hilfsversorgung" bezeichnet werden.

[0003] **Fig. 1** stellt eine allgemeine einfache elektrische Hilfsversorgung dar. Die mit dem Energieversorgungsnetz verbundene Wechselstromversorgungsleitung **101** ist mit den Gleichrichtereinheiten verbunden, deren Anzahl nur Eins sein kann, wobei jedoch üblicherweise einige Einheiten parallelgeschaltet sind. **Fig. 1** präsentiert insbesondere die Gleichrichtereinheiten **102** und **103**. Sie erzeugen eine bestimmte Gleichspannung, welche über die Speiseleitung **104** der Last, d. h., der Vorrichtung **105** zugeführt wird, deren Energieversorgung sichergestellt werden soll. Die Speiseleitung **104** ist auch über den Schalter **106** mit der Akkumulatoreinheit **107** verbunden. Das System funktioniert so, dass während des Normalbetriebs des Energieverteilungsnetzes die Gleichrichtereinheiten **102** und **103** elektrische Energie sowohl an die Last **105** als auch an die Akkumulatoreinheit **107** liefern, wobei in diesem Falle die Akkumulatoreinheit im geladenen Zustand bleibt. Wenn eine Störung in dem Energieversorgungsnetz auftritt, beginnt sich der Akkumulator zu der Last **105** hin zu entladen, deren elektrische Energieversorgung somit nicht gestört wird. wenn das Energieverteilungsnetz zu seinem normalen Betrieb zurückkehrt beginnen die Gleichrichtereinheiten **102** und **103** wieder mit der Lieferung von elektrischer Energie sowohl an die Last als auch an die Akkumulatoreinheit. Dann wird die Akkumulatoreinheit mit derselben Menge an elektrischer Ladung nachgeladen, welche während der Störung entladen wurde. Der Schalter **106** wird nur unter speziellen Bedingungen geöffnet, z. B., wenn die Störung lange dauert, und die Akkumulatoreinheit beinahe vollständig entladen ist und die, Lieferung von Energie nicht ohne das Risiko einer Beschädigung der Akkumulatoreinheit fortgesetzt werden kann.

[0004] Wenn die Akkumulatoreinheit kontinuierlich mit der Ladespannung verbunden ist, wird dieses als permanente Ladung bezeichnet. Der Spannungspegel der permanenten Ladung muss genau gemäß den Empfehlungen des Akkumulatorherstellers gewählt werden, um eine möglichst lange Betriebslebensdauer der Akkumulatoreinheit sicherzustellen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass geschlossene sogenannte VRLA-Akkumulatoren (Valve Regulated Lead-Acid), welche derzeit im allgemeinen in Akkumulatoreinheiten verwendet werden, schlecht eine permanente Ladung im Vergleich zu den herkömmlichen offenen, d. h., den gefluteten Bleiakkumulatoren tolerieren. Dieses, so glaubt man, wird durch chemische Phänomene innerhalb der Akkumulatoren bewirkt, welche durch eine kontinuierliche Überladung verursacht werden.

[0005] **Fig. 2** präsentiert eine fortschrittlichere so genannte Reservekonstruktion, welche ansonsten der in **Fig. 1** dargestellten Konstruktion ähnlich ist, wobei aber eine Verbindungs- und Ladevorrichtung, d. h., ein sogenanntes IBCM-Modul (Intelligent Batterie Connection/Charge Modul) **201** den Trennschalter des Akkumulators ersetzt. Es besitzt eine Steuerverbindung zu der Akkumulatoreinheit **107** (dargestellt durch eine dünne Linie in der Figur) und sie kann die Ladeenergie der Akkumulatoren entweder direkt durch Überbrücken der Gleichrichter von einer Verbindung, mittels welcher das Reservesystem mit dem Energieverteilungsnetz (dargestellt durch eine gestrichelte Linie in der Figur) verbunden ist, oder aus der von den Gleichrichtern erzeugten an die Last gelieferten Spannung übernehmen. Während des Normalbetriebs hält das IBCM-Modul **201** den Akkumulator nahezu vollständig von der von den Gleichrichtereinheiten **102** und **103** gelieferten Gleichspannung, d. h., von der Speiseleitung **104** getrennt. Wenn die Spannung der Speiseleitung **104** unter den Schwellenwert, z. B. wegen der in dem Energieverteilungsnetz auftretenden Störung fällt, verbindet das IBCM-Modul **201** die Akkumulatoreinheit **107** mit der Speiseleitung **104**, wobei in diesem Falle die Last, **105** weiter elektrische Energie erhält.

[0006] Die Ladung des Akkumulators wird langsam durch ihn selbst auch dann entladen; wenn der Akkumulator nirgendwo angeschlossen ist. Wenn das IBCM-Modul **201** detektiert, dass die Ladung des Akkumulators **107** im normalen Betrieb unter einen, bestimmten Schwellenwert gefallen ist, verbindet sie die Akkumulatoreinheit **107** entweder mit der Speiseleitung. oder durch einen (in **Fig. 2** nicht dargestellten) getrennten Gleichrichter mit dem Energieversorgungsnetz, wobei in diesem Falle die Akkumulatoreinheit relativ schnell vollständig geladen wird. Danach trennt das IBCM-Modul **201** die Akkumulatoreinheit wieder von der Ladespannung. Es wurde bisher angenommen, dass die Verwendung des IBCM-Moduls die Betriebslebensdauer der Akkumulatoreinheit sogar verdoppeln kann.

[0007] Das Problem in dem System gemäß **Fig. 2** ist das Finden des richtigen Kontrollalgorithmus für das IBCM-Modul. Ein falscher Algorithmus kann sogar zu einem schlechteren Betrieb des Systems führen, und dass dieses die Akkumulatoren stärker als das einfache System gemäß **Fig. 1** verschleißt. Zusätzlich kann ein falscher Algorithmus dazu beitragen, die Produktionskosten zu erhöhen, d. h., wenn die Komponenten der Vorrichtung deshalb für unnötig hohen Strom dimensioniert werden müssen.

[0008] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Präsentation einer elektrischen Hilfsversorgung, welche eine lange Betriebslebensdauer einer Akkumulatoreinheit ermöglicht und welche wirtschaftlich zu fertigen ist und welche eine gute Anwendbarkeit besitzt. Zusätzlich besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, dass die elektrische Hilfsversorgung sich den Veränderungen in den Eigenschaften aufgrund der Produktionstoleranzen und den Veränderungen in der Umgebung anpasst. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Präsentation eines Verfahrens zum Kontrollieren einer Hilfsversorgung so, dass die vorstehend erwähnten Aufgaben gelöst werden.

[0009] Die Aufgaben der Erfindung werden durch die Präsentation und Sicherstellung von Kriterien für den Start und die Beendigung der Ladung des Akkumulators erreicht, dessen primäres Kriterium des Ladestarts auf der in den Blöcken überwachten Veränderung der Zellenleerlaufspannung beruht und das primäre Kriterium des Ladeendes auf dem Wert der zeitlichen Ableitung des Ladestroms und auf dem Wert der zeitlichen Ableitung der Spannungsdifferenz basiert.

[0010] Die erfindungsgemäße elektrische Hilfsversorgung weist auf:

- einen aus Blöcken bestehenden Akkumulator,
- eine Schalteinrichtung zum bedingten Verbinden des Akkumulators mit der Last oder mit der Ladestromversorgung,
- Mess- und Kontrolleinrichtungen zum Erzeugen von Messergebnissen zum Beschreiben des Zustandes des Akkumulators und zum Kontrollieren der Schalteinrichtung auf der Basis der erzeugten Messergebnisse.

[0011] Gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung ist sie gekennzeichnet, dass die Mess- und Kontrolleinrichtungen dafür angeordnet sind:

- den blockspezifischen Initialwert der Zellenleerlaufspannung von einem geladenen Akkumulator zu messen,
- aus dem gemessenen Initialwert der Zellenleerlaufspannung einen bestimmten Schwellwert zu erzeugen,
- den gemessenen Wert der Zellenleerlaufspannung des Blocks mit dem Schwellwert zu vergleichen, und
- in einer Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher die gemessene Zellenleerlaufspannung eines Blocks den Schwellwert erreicht hat, die Schalteinrichtung so zu kontrollieren, dass sie den Akkumulator mit einer bestimmten Ladestromversorgung verbindet.

[0012] Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass die Mess- und Kontrolleinrichtungen angeordnet sind, um:

- den Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit zu messen,
- den Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit zu messen,
- als eine Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher der Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit von seinem negativen Grenzwert im wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist und der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit von dem positiven Grenzwert im wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist, die Schalteinrichtung so zu kontrollieren, dass sie Akkumulator von der Ladestromversorgung trennt.

[0013] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren, das gemäß der ersten Ausführungsform dadurch gekennzeichnet ist, dass es aus Phasen besteht, in welchen:

- der blockspezifische Initialwert der Zellenleerlaufspannung des geladenen Akkumulators gemessen wird, ein bestimmter Schwellwert aus dem gemessenen blockspezifischen Initialwert der Zellenleerlaufspannung erzeugt wird
- der gemessene blockspezifische Wert der Zellenleerlaufspannung mit dem Schwellenwert verglichen wird,
- in einer Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher der gemessene blockspezifische Wert der Zellenleerlaufspannung den Schwellenwert erreicht hat, der Ladestrom mit dem Akkumulator verbunden wird.

[0014] Gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet ist, dass sie aus Phasen besteht, in welchen:

- der Wert des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit zu gemessen wird,
- der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit gemessen wird,
- als eine Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher der Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit von seinem positiven Grenzwert im wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist, der Akkumulator von der Ladestromversorgung getrennt wird.

[0015] Ein VRLA-Akkumulator, welcher auch als eine Kette bezeichnet wird, weist bekanntermaßen Gruppen von Zellen, d. h., Monoblocke auf, welche weiter aus Zellen bestehen. Es können mehrere VRLA-Akkumulatoren vorhanden sein, so dass sie üblicherweise parallelgeschaltet sind, wobei sie in diesem Falle als eine Akkumulatoreinheit bezeichnet werden. In dem System gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Zellenleerlaufspannung am sinnvollsten in jedem Block getrennt überwacht. Zusätzlich werden der Ladestrom und die Temperatur des Akkumulators überwacht. Ein Minimalwert wurde für die Zellenleerlaufspannung des Monoblocks definiert, welche der Zellenleerlaufspannung in dem Falle entspricht, dass die Kapazität des Monoblocks abgesunken ist, wenn der Akkumulator sich auf einen bestimmten minimalen Wert entladen hat. Der Minimalwert berücksichtigt den Initialwert der Zellenleerlaufspannung, wenn die frühere Ladung beendet ist, er berücksichtigt auch die Temperaturveränderung im Vergleich zu dem Zeitpunkt, an dem die vorherige Ladung beendet wurde, und der Maximalbetrag der Kapazität des Monoblocks darf sich verringern, bis die nachfolgende Ladeperiode spätestens gestartet werden muss. Das Laden wird gestartet, wenn die Zellenleerlaufspannung eines bestimmten Monoblockes ihren Minimalwert erreicht oder spätestens, wenn eine bestimmte maximale Zeit nach der vorherigen Ladung abgelaufen ist.

[0016] Der Ladestrom und die Spannungsdifferenz zwischen unterschiedlichen Monoblocken des Akkumulators werden gemessen, um den Zeitpunkt zum Beenden der Ladung zu bestimmen. Die zeitlichen Ableitungen dieser Größe folgen bestimmten Musterkennlinien, wenn die Akkumulatorzellen ihre volle Ladung erreichen. Es ist vorteilhaft, eine Situation, in welcher die zeitlichen Ableitungen des Ladestroms und die Spannungsdifferenz im wesentlichen Werte von Null besitzen, als das Endkriterium zu wählen, oder in welchen eine bestimmte maximale, Zeit verstrichen ist, nachdem die zeitliche Ableitung der Potentialdifferenz der Monoblocke ihren positiven Maximalwert erreichte.

[0017] Die erfindungsgemäßen Kriterien, deren Erfüllung den Start und die Beendigung der Ladung kontrollieren, sind wenigstens teilweise an solche Bezugswerte geknüpft, welche von dem Akkumulator selbst gemessen werden, statt beispielsweise die Ladung immer nach einer bestimmten konstanten (regelmäßigen) Zeit nach der vorherigen Ladung zu starten. Dadurch wird ein gutes Anpassungsverhalten erreicht, d. h., das Verfahren und System gemäß der Erfindung passen sich besonders gut an die individuellen Eigenschaften jedes zu ladenden Akkumulators an.

[0018] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung detaillierter unter Bezugnahme auf vorteilhafte Ausführungsformen davon beschrieben, welche als Beispiele repräsentiert werden, und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren, in welchen:

[0019] **Fig. 1** eine bekannte einfache elektrische Hilfsversorgung darstellt,

[0020] **Fig. 2** eine bekannte fortschrittlichere elektrische Hilfsversorgung darstellt,

[0021] **Fig. 3** eine allgemeine Skizzierung eines VRLA-Akkumulators darstellt,

[0022] **Fig. 4** eine vorteilhafte Ausführungsform des Systems gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt,

[0023] **Fig. 5** das Verhalten der Akkumulatorspannung in unterschiedlichen Situationen darstellt,

[0024] **Fig. 6** ein Verfahren zum Starten des Ladevorgangs gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung darstellt,

[0025] **Fig. 7** ein Verfahren zum Starten des Ladevorgangs gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung darstellt,

[0026] **Fig. 8** das Verhalten des Ladestroms und des Spannungsunterschiedes zwischen den Blöcken am Ende des Ladevorgangs darstellt,

[0027] **Fig. 9** ein Verfahren gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung zum Beenden des Ladevorgangs darstellt,

[0028] **Fig. 10** den Betrieb eines Systems gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung als ein Zustandsdiagramm darstellt, und

[0029] **Fig. 11** das System gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung darstellt.

[0030] In Verbindung mit der vorstehenden Beschreibung des Stands der Technik wird auf die **Fig. 1** und **2** Bezug genommen, während in der nachstehenden Beschreibung der Erfindung und ihrer vorteilhaften Ausführungsformen Bezug hauptsächlich auf die **Fig. 3** bis **11** genommen wird. Die Figuren benutzen dieselben Bezugszeichen für einander entsprechende Teile.

[0031] **Fig. 3** stellt einen VRLA-Akkumulator, d. h., eine Kette **300** dar, welche aus Monoblocken **301**, **302**, **303** und **304** besteht, die in Reihe geschaltet sind. Jeder Monoblock weist dieselbe Anzahl von Zellen auf, wobei die getrennten Zellen in **Fig. 3** nicht dargestellt sind. Die Anzahl von Monoblocken in einer Kette hängt davon ab, aus wie viel Zellen jeder Monoblock aufgebaut ist. Üblicherweise ist die Anzahl von Blöcken 4, 6, 8 und 24. Die Spannung über einem Block kann mit u_{Bi} bezeichnet werden, wobei $i = 1, 2, 3$ oder 4 ist. Der durch die Kette fließende Strom kann mit i_B bezeichnet werden und dessen Vorzeichen in der Figur ist so gewählt, dass der Ladestrom, d. h., der Strom in dem positiven Pol der Kette positiv gekennzeichnet ist.

[0032] **Fig. 4** stellt eine Anordnung dar, in welcher der in **Fig. 3** dargestellte VRLA-Akkumulator **300** mit einer Umschalt- und Ladevorrichtung, d. h., dem IBCM-Modul **401** verbunden ist. Die zweipolige Leitung **400** nach links ist eine Eingangs- und Ausgangsleitung, über welche die in **Fig. 4** dargestellte Anordnung mit der Spei-

selektion zwischen den Gleichrichtern und der (in **Fig. 4** nicht dargestellten) Last angeschlossen werden kann. Das IBCM-Modul **401** besteht aus einem Schalt- und Stabilisierungsblock **402** und einem Kontrollblock **403**. Es liegt eine Zwei-Wege-Verbindung zwischen diesen vor, so dass der Kontrollblock **403** Information über den Zustand des Schalt- und Stabilisierungsblockes **402** empfängt und in der Lage ist, dessen Betrieb zu steuern. Der Schalt- und Stabilisierungsblock **402** ist mit den positiven und negativen Polen des VRLA-Akkumulators **300** verbunden. Es liegt eine Reihe von Messverbindungen von dem VRLA-Akkumulator **300** zu dem Kontrollblock **403** vor, so dass der Kontrollblock in der Lage ist, die Spannung u_{Bi} jedes Blockes getrennt zu messen, und zusätzlich den Ladestrom i_B und die Temperatur T_B des VRLA-Akkumulators.

[0033] Die in **Fig. 4** dargestellte Messanordnung zum Messen der Größen u_{Bi} , i_B und T_B ist natürlich nur ein Beispiel. Es ist für die vorliegende Erfindung nicht wichtig, wie die Werte der fraglichen Größen gemessen und definiert werden, sofern sie durch den Kontrollblock **403** verwendet werden können. **Fig. 4** stellt zur Vereinfachung nur einen VRLA-Akkumulator **300** dar, obwohl von dem Anwendungsgesichtspunkt der Anwendung der vorliegenden Erfindung es keine Rolle spielt, wie viele Akkumulatoren mit einem bestimmten IBCM-Modul verbunden worden sind. Jeder mit dem IBCM-Modul verbundene Akkumulator kann als eine unabhängige Einheit in der in **Fig. 4** dargestellten Weise bezüglich des Akkumulators **300** gehandhabt werden.

[0034] Die Schalt- und Stabilisierungseinheit **402** wurde so dimensioniert, dass sie eine bestimmte Ladespannung U_c und einen bestimmten Ladestrom I_c erzeugen kann. Die maximalen möglichen Werte dieser Größen müssen so gewählt werden, dass sie so hoch wie möglich sind, jedoch kleiner als der Beschädigungswert für die Akkumulatoren. Wenn der Maximalwert des Ladestroms bestimmt wird, muss in Betracht gezogen werden, dass keine übertriebenen Anforderungen an die Komponenten des Gerätes aufgrund eines zu hohen Ladestromes gelegt werden. Je höher der maximal mögliche Wert des Ladestroms ist, desto schneller können die Akkumulatoren voll beladen werden, wobei jedoch teurere Komponenten verwendet werden müssen, um den Schalt- und Stabilisierungsblock **402** zu erhalten. Der optimale Maximalwert für den Ladestrom kann gewählt werden, indem eine Nutzungsfunktion für die Ladezeit definiert wird, und indem ein zweidimensionales Optimierungsproblem gelöst wird, dessen Dimensionen die Herstellungskosten und die vorstehend erwähnte Nutzungsfunktion sind, welche die Ladezeit ausdrückt.

[0035] In **Fig. 4** wurde angenommen, dass der Schalt- und Stabilisierungsblock das so genannte Konstantstrom- und Konstantspannungsprinzip erfüllt. Dieses bedeutet, dass wenn die Ladung beginnt, ein bestimmter maximaler Ladestromwert diese begrenzt. Die Ladespannung steigt auf ihren maximalen Wert während der Konstantstromladung an. Wenn der maximale Wert der Ladespannung erreicht worden ist, wird der Ladestrom schnell geringer, da die Ladung nun durch den maximalen Wert der Ladespannung begrenzt wird.

[0036] **Fig. 5** stellt im Prinzip den Betrieb der Ausführungsform gemäß **Fig. 4** dar. Die vertikale Achse zeigt die Spannung des Akkumulators und die horizontale Achse zeigt die Zeit in beliebigen Einheiten. Die maximale Ladespannung U_c und eine bestimmte minimale Spannung U_{min} sind auf der Spannungsachse angegeben. In dem Reservezustand folgt der Betrieb der Ausführungsform einem Zyklus, in welchem der durch die interne Selbstentladung des Akkumulators bewirkte lineare Abfall der Spannung von U_c auf U_{min} , der durch das Einschalten der Ladung bewirkte anschließende schnelle Wiederanstieg der Spannung auf U_c wiederholt werden. In dem Entladezustand zwischen den Zeitpunkten **501** und **502** ist der Akkumulator über den Schalt- und Stabilisierungsblock mit der Last verbunden, wobei in diesem Falle die Spannung des Akkumulators während der Entladung des Akkumulators abfällt. Die Rückkehr zu dem Reservezustand bedeutet, dass sich die zyklisch abwechselnden Lade- und Selbstentlade-Zyklen fortsetzen. Am wichtigsten für die vorliegende Erfindung wie in **Fig. 5** ist, wie die Kriterien für den Start und die Beendigung der Ladung während des Reservezustands gewählt werden, so dass die Ladungskontrolle optimal auch nach einer optimalen Entladung funktioniert.

[0037] Aus der die chemische Funktion eines Bleiakkumulators beschreibenden Theorie ist die so genannte Nernst-Gleichung bekannt, gemäß welcher eine nahezu lineare Beziehung zwischen der Zellenleerlaufspannung u_{ocv} der Zelle und der spezifischen Dichte SG besteht, welche bei 25°C (298°K) unter Verwendung der Gleichung

$$U_{ocv} = 0,84 + SG \quad (1)$$

beschrieben werden kann.

[0038] Wenn die Veränderung der Leerlaufzellenspannung durch Δu_{ocv} und die Veränderung der spezifischen Dichte durch ΔSG dargestellt wird, ist es gemäß Gleichung (1) auch möglich, zu schreiben:

$$\Delta u_{ocv} = \Delta SG \quad (2)$$

[0039] Andererseits ist auch bekannt, dass im wesentlichen eine lineare Beziehung über einen proportionalen Koeffizienten k zwischen der Veränderung der Kapazität C der Zelle und der Veränderung der spezifischen Dichte SG vorliegt, weshalb geschrieben werden kann:

$$\Delta C = k\Delta SG \quad (3)$$

und auf der Basis der Gleichungen (2) und (3)

$$\Delta u_{ocv} = \Delta C/k \quad (4)$$

[0040] Die Zellen in demselben Monoblock können als in gleicher Weise funktionierend betrachtet werden, wobei in diesem Falle die gesamte Leerlaufzellenspannungsveränderung $\Delta u_{Bi,ocv}$ eines bestimmten i.-ten Blockes einfach durch Multiplizieren des Ergebnisses bezüglich einer Zelle mit der Anzahl n der Zellen erhalten wird, d. h.,

$$\Delta u_{Bi,ocv} = (n/k)\Delta C \quad (5)$$

[0041] Die Veränderung in der Zellenleerlaufspannung des Akkumulators in Bezug auf die prozentuale Veränderung seiner Kapazität ist bezüglich des speziellen Akkumulators konstant, dessen Wert theoretisch bestimmt werden kann. Die Hersteller der Akkumulatoren liefern üblicherweise den genauen Wert, welcher auf Messungen basiert. Wenn diese Konstante mit L bezeichnet wird, kann deren Definition geschrieben werden als

$$L = \Delta u_{ocv} / [100 \times (\Delta C/C)] \quad (6)$$

aus welcher eine prozentuale Veränderung der Kapazität gemäß, der Veränderung von Δu_{ocv} der Zellenleerlaufspannung abgeleitet werden kann.

$$\Delta u_{ocv} = L \cdot [100 \cdot (\Delta C/C)] \quad (7)$$

[0042] Zusätzlich sind die Temperaturkennlinien der Zellenleerlaufspannung der Bleiakkumulatorzelle bekannt. Die Temperaturkennlinien folgen der nachstehenden Gleichung.

$$\Delta u_{ocv} / \Delta T = 0,23 \text{ mV/K} \quad (8)$$

und kann direkt auf das Temperaturverhalten der Zellenleerlaufspannung eines gesamten Monoblocks durch Multiplizieren der konstanten Spannung gemäß der Gleichung (7) mit der Anzahl n der Zellen in dem Monoblock verallgemeinert werden.

[0043] Es wird angenommen, dass die Zellenleerlaufspannung eines bestimmten i.-ten Monoblocks zu einem Zeitpunkt t1 bekannt ist. Wenn ein minimaler Wert $u_{Bi,ocv,min}$ zu definieren ist, auf welchen die Zellenleerlaufspannung abfallen darf, so dass die Kapazität des Monoblocks um nicht mehr als einen bestimmten prozentualen Wert $(\Delta C/C) \cdot 100$ verringert ist, kann eine Formel für diesen minimalen Wert auf der Basis der vorstehend dargestellten Gleichungen (1)–(8) geschrieben werden

$$\begin{aligned} u_{Bi,ocv,min} &\approx u_{Bi,ocv}(t1) + n \cdot 0,23 \frac{mV}{K} \cdot (T_B - T_B(t1)) - n \cdot L \cdot \frac{\Delta C}{C} \cdot 100 \\ u_{Bi,ocv,min} &= u_{Bi,ocv}(t1) + n \cdot 0,23 \frac{mV}{K} \cdot (T_B - T_B(t1)) - n \cdot L \cdot \frac{\Delta C}{C} \cdot 100 \end{aligned} \quad (9)$$

in welcher:

$u_{Bi,ocv}(t1)$ = Zellenleerlaufspannung des i.-ten Monoblocks zum Zeitpunkt t1;

n = Anzahl von Zellen in Monoblocken,

T_B = Temperatur des Monoblocks zum Zeitpunkt der Beobachtung,

$T_B(t1)$ = die Temperatur des Blocks zur Zeit t1,

L = Konstante, die den Einfluss der prozentualen Veränderung der Kapazität auf die Zellenspannung beschreibt, und

$(\Delta C/C) \cdot 100$ = der maximal erlaubte prozentuale Verlust von Kapazität während der Beobachtungsperiode.

[0044] Die Formel (9) gemäß der vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird für die Definition der minimalen Spannung U_{MIN} , die in **Fig. 5** dargestellt ist, verwendet. Da der Akkumulator aus mehreren Monoblocken besteht, weichen aufgrund von Fertigungstoleranzen und individuellen Eigenschaften deren Zellenleerlaufspannungen leicht ab, weshalb das in **Fig. 6** dargestellte Verfahren am vorteilhaftesten eingesetzt wird. Dieses Verfahren wird nachstehend im Detail beschrieben.

[0045] Der Zustand **601** ist der Initialzustand, in welchem die Zellenleerlaufspannung jedes Monoblocks in einem Zustand gemessen wird, in welchem der Akkumulator im wesentlichen voll geladen ist. Somit ist der vorstehend erwähnte Zeitpunkt t_1 der fragliche, so dass die Messergebnisse mit $u_{B_i,ocv}(t_1)$ markiert sind, wobei der Index i so viele Werte annimmt, wie der fragliche Akkumulator Blöcke besitzt. Die Zellenspannung des Bleiakкумуляtors stabilisiert sich auf ihre tatsächliche Zellenleerlaufspannung nur nach einer bestimmten Zeit (etwa 1 bis 2 Tage), nachdem die vorausgegangene Ladung beendet wurde, so dass es am vorteilhaftesten ist, den Zeitpunkt t_1 so zu wählen, so dass wenigstens 24 Stunden nach der Beendigung der vorhergehenden Ladung verstrichen sind. Die am besten geeignete Dauer, welche den Zeitpunkt t_1 von dem Beenden der Ladung trennt, kann experimentell gesucht werden.

[0046] Zusätzlich wird im Zustand **601** das niedrigste Messergebnis ausgewählt. Es wird angenommen, dass die niedrigste Zellenleerlaufspannung für den j -ten Block gemessen wurde, wobei in diesem Falle der niedrigste in **601** gewählte Wert mit $u_{B_j,ocv}(t_1)$ bezeichnet werden kann. Danach wird nur dieser fragliche j -te Block überwacht.

[0047] Im Zustand **602** wird die Formel (9) verwendet, um einen Minimalwert zu berechnen, auf welchen die Zellenleerlaufspannung fallen darf, so dass die Kapazität nicht kleiner als ein vorbestimmter prozentualer Wert wird. Der spezifische ausgewählte kleinste Wert $u_{B_j,ocv}(t_1)$ wird in der Formel (9) für die Berechnung des minimalen Wertes ersetzt, so dass der berechnete minimale Wert mit $u_{B_j,ocv,min}$ angegeben werden kann. Der Zustand **602** ist ein Teil des Zyklusses, welcher überwacht, wie die Zellenleerlaufspannung seines j -ten Blockes abnimmt, wobei der j -te Block der Block mit der Zellenleerlaufspannung ist, welche als die niedrigste in dem Zustand **601** gefunden wurde. Die Zustände **603** und **604** bilden weitere Teile des Zyklus. Der Zyklus wird wiederholt bis die Zellenleerlaufspannung des j -ten Blockes den im Zustand **602** berechneten minimalen Wert erreicht, oder bis eine bestimmte maximale Zeit t_{cmax} von der vorherigen Ladung aus abgelaufen ist. Wenn eines dieser Kriterien erfüllt ist, führt es zu dem Zustand **605**, in welchem die Ladung des Akkumulators gestartet wird.

[0048] Die vorstehend präsentierte einfache Ausführungsform basiert auf der Überwachung der Abnahme der Zellenleerlaufspannung nur in einem Block. Auch andere Arten von Ausführungsformen können von der vorliegenden Erfindung präsentiert werden. **Fig. 7** stellt eine Ausführungsform in dem Initialzustand **701** dar, in welchem die Zellenleerlaufspannung jedes Blockes in dem Zeitpunkt gemessen wird, wenn der Akkumulator im wesentlichen voll geladen ist, wobei die vorstehend beschriebene Einstellzeit der Zellenleerlaufspannung berücksichtigt wird. Die Messergebnisse sind wiederum mit $u_{B_i,ocv}(t_1)$ bezeichnet, wobei der Index i so viele Werte annimmt, wie der fragliche Akkumulator Blöcke besitzt.

[0049] In der in **Fig. 7** dargestellten Ausführungsform wird keinem der Messergebnisse ein Vorzug gegeben, statt dessen wird im Zustand **702** ein individueller Minimalwert für jeden Block unter Verwendung der Formel (9) berechnet, wobei in diesem Falle die Zellenleerlaufspannung so absinken darf, dass die Kapazität nicht kleiner als ein bestimmter definierter prozentualer Teil wird. Für die Berechnung des individuellen minimalen Wertes für jeden Block wird der gemessene Wert der Zellenleerlaufspannung $u_{B_i,ocv}(t_1)$ in die Formel (9) eingesetzt.

[0050] Der Zustand **702** ist wiederum Teil eines Zyklusses, in welchem dieses Mal beobachtet wird, wie die Zellenleerlaufspannung jedes Blockes abnimmt. Die Zustände **703** und **704** bilden die weiteren Teile des Zyklusses. Der Zyklus wird wiederholt, bis die Zellenleerlaufspannung eines Blockes den individuellen minimalen Wert erreicht, welcher für jeden Block getrennt berechnet werden kann, oder bis eine bestimmte maximale Zeit t_{cmax} von der vorherigen Ladung aus verstrichen ist. Wenn eines dieser Kriterien erfüllt ist, führt es zu dem Zustand **705**, in welchem die Ladung des Akkumulators gestartet wird.

[0051] Zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen können Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung präsentiert werden, in welchen für die Berechnung der minimalen Werte und für die Überwachung der individuellen Zellenleerlaufspannungen der unterschiedlichen Blöcke einige Zwischenblockberechnungen angewendet werden. Beispielsweise können die zu beobachtenden Spannungen als Mittel- oder Medianwerte von Zwischenblockspannungen verwendet werden. In diesem Falle geht jedoch ein Teil der Vorzüge des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung verloren, da die Information über die einzelnen Blöcke verloren geht.

[0052] Nachstehend wird untersucht, wann die Ladung des Akkumulators vorteilhaft zu beenden ist, d. h., wie die Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung in der Nähe der in **Fig. 5** dargestellten maximalen Spannung U_c der Ladung funktioniert. **Fig. 8** stellt eine experimentelle Messung dar, in welcher die Kurve **801** den Wert des Ladestroms i_B in Bezug auf den Maximalwert des Ladestroms und die Kurve **802** den Wert der maximalen Differenz Δu_{max} zwischen den Blockspannungen u_{B_i} darstellt, welche mathematisch durch die Formel

$$\Delta u_{max} = \max_{i_1, i_2} [u_{B_{i_1}} - u_{B_{i_2}}] \quad (10)$$

definiert werden kann.

[0053] In **Fig. 8** drückt die horizontale Achse die Zeit aus und die vertikale Achse drückt sowohl den relativen Wert des Ladestroms als auch den Wert der maximalen Differenz der Blockspannungen aus; die Einheiten sind

irrelevant. Zu dem Zeitpunkt **803**, an dem der vorstehend erwähnte Maximalwert U_c der Ladespannung erreicht wird, beginnt der Ladestrom schnell kleiner zu werden: dessen zeitliche Ableitung (di_B/dt) ist hoch und besitzt einen negativen Wert. Zum selben Zeitpunkt steigt der Wert der maximalen Differenz Δu_{\max} der Blockspannungen u_{Bi} stark an, da die Spannung des ersten voll geladenen Blockes ansteigt und die Spannung der anderen Blöcke entsprechend kleiner wird: Die zeitliche Ableitung ($d\Delta u_{\max}/dt$) ist ebenfalls hoch und besitzt einen positiven Wert. Wenn die anderen Zellen ihren vollen Zustand erreichen, jede in ihrem Turnus, wird der absolute Wert der zeitlichen Ableitung (di_B/dt) des Ladestroms kleiner. Die zeitliche Ableitung ($d\Delta u_{\max}/dt$) der maximalen Differenz der Blockspannungen verändert sich zuerst ins Negative und kann danach einige Male in beide Richtungen um Null herum oszillieren, beginnt aber am Ende sich stabil an Null anzunähern. Zu dem Zeitpunkt **804** sind beide Ableitungen (di_B/dt) und ($d\Delta u_{\max}/dt$) im wesentlichen Null, d. h., um ihren Absolutwert kleiner als ein bestimmter niedriger Schwellenwert.

[0054] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Ladung gemäß Darstellung in dem Flussdiagramm von **Fig. 9** beendet. In dem Zustand **901** wird erkannt, dass die Zeitableitung (di_B/dt) einen hohen und negativen Wert hat und die Zeitableitung ($d\Delta u_{\max}/dt$) einen hohen und positiven Wert hat. Die Schwellenwerte für die Betrachtung der Werte der Zeitableitungen können experimentell herausgefunden werden. Die Zustände **902** und **903** bilden einen Zyklus dessen Zweck in der Beobachtung der Zeitableitung ($d\Delta u_{\max}/dt$) der maximalen Differenz der Blockspannungen in aufeinander folgenden Zeitperioden und der Speicherung der Information liegt, wenn diese ihren höchsten Wert erreicht. Wenn diese Information gespeichert worden ist, d. h., keine höheren Werte mehr beobachtet werden, wird in den Zustand **904** eingetreten, in welchem beobachtet wird, wie die Absolutwerte sowohl der zeitlichen Ableitungen (di_B/dt) als auch ($d\Delta u_{\max}/dt$) auf Null abfallen. Die Zustände **904** und **905** bilden einen Zyklus, welcher wiederholt wird, bis beide zeitlichen Ableitungen im wesentlichen Null sind, oder bis eine bestimmte maximale Zeit t_{\max} von dem Zeitpunkt aus verstrichen ist, an dem die zeitliche Ableitung ($d\Delta u_{\max}/dt$) der maximalen Differenz der Blockspannungen ihren maximalen Wert erreicht hat. Eine Detektion eines positiven Ergebnisses in einem der Zustände **904** und **905** führt zu einem Zustand **906**, in welchem die Ladung des Akkumulators beendet wird.

[0055] Es ist möglich, Veränderungen und Zusätze an dem in **Fig. 9** dargestellten Verfahren vorzunehmen, ohne von dem Prinzip der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise ist es möglich, eine Einschränkung zum Beenden des Laden hinzuzufügen, gemäß welcher die Ladung ebenfalls beendet wird, wenn eine bestimmte maximale Zeit verstrichen ist, nachdem sie gestartet wurde, selbst wenn keines der Kriterien gemäß den Zuständen **904** oder **905** erfüllt wird. Zusätzlich kann das Beenden der Ladung von der gemessenen Temperatur des Akkumulators abhängig gemacht werden, so dass das Überschreiten einer gewissen vorbestimmten Schwellenwerttemperatur das Beenden der Ladung bewirkt.

[0056] **Fig. 10** ist ein Zustandsdiagramm, welches den Betrieb der elektrischen Hilfsversorgung gemäß der vorliegenden Erfindung beschreibt. Es sind drei Zustände darin definiert, welche der Reservezustand ohne Ladung **1001**, der Reservezustand mit Ladung **1002** und der Zustand **1003** sind, in welchem die elektrische Energie aus dem Akkumulator an die Last entladen wird. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erfolgt der Übergang vom Zustand **1001** auf den Zustand **1002**, wenn eines der Kriterien erfüllt ist, welche vorstehend in Verbindung mit **Fig. 6** und **7** beschrieben wurden. Dementsprechend erfolgt der Übergang vom Zustand **1002** auf den Zustand **1001**, wenn eines der Kriterien erfüllt ist, welche vorstehend in Verbindung mit **Fig. 8** und **9** beschrieben worden ist. Der Übergang zu dem Zustand **1003** erfolgt als solcher in einer bekannten Weise, wenn der Gleichrichter oder die Gleichrichter, welche als solche nach dem Stand der Technik sein können, aus irgendeinem Grunde die Last nicht mit der elektrischen Energie, die sie benötigt, versorgen kann. Demzufolge kehrt, wenn die Energieversorgungsstörung der Gleichrichter endet, die elektrische Hilfsversorgung in einem als solchem bekannten Weg in den Zustand **1002** zurück, aus welchem der Rücksprung in den Zustand **1001** erfolgt, wenn das Laden gemäß den vorstehend erwähnten Kriterien beendet ist.

[0057] **Fig. 11** stellt eine Möglichkeit für die Erweiterung der Erfindung für ein System dar, welches mehrere parallelgeschaltete VRLA-Akkumulatoren aufweist. Zwei Akkumulatoren **300'** und **300''** sind in der Figur dargestellt, wobei jedoch in der Erfindung die Anzahl der mit dem System verbundenen Akkumulatoren in keiner Weise beschränkt ist. In dem in **Fig. 11** dargestellten System wird jeder Akkumulator getrennt in den Messungen behandelt, d. h., die Messung des Ladestroms, die Messung der Temperatur und die Messung der Blockspannungen werden getrennt für jeden Akkumulator durchgeführt. Die Akkumulatoren sind jedoch für die Ladung parallelgeschaltet, so dass in dem System entweder alle Akkumulatoren geladen werden oder kein Akkumulator geladen wird. Für die vorstehend beschriebenen Ausführungen bedeutet dies, dass, wenn das Kriterium gemäß **Fig. 6** für den Start der Ladung verwendet wird, der Block des Akkumulators gesucht wird, dessen Zellenleerlaufspannung zu dem Zeitpunkt t_1 die niedrigste ist, und die Ladung aller Akkumulatoren gestartet wird, wenn die Zellenleerlaufspannung des fraglichen Blockes den dafür definierten minimalen Wert erreicht. In einer Ausführungsform gemäß **Fig. 7** werden die Zellenleerlaufspannungen aller Blöcke in dem gesamten Akkumulatorsystem getrennt überwacht und jede von diesen mit dem für jeden Block individuellen minimalen Wert verglichen. Demzufolge wird, wenn die Ausführungsform gemäß **Fig. 9** für das Beenden der Ladung angewendet wird, die Ladung beendet, wenn in allen Akkumulatoren die zeitlichen Ableitungen des La-

destroms und der Spannungsdifferenz der Blöcke im wesentlichen Null sind, oder wenn eine minimale Zeit von dem Augenblick an verstrichen ist, an dem hohe Werte der Ableitungen detektiert wurden, oder wenn eine einen bestimmten Schwellenwert überschreitende Temperatur in einem von den Akkumulatoren gemessen wird. [0058] In einem aus mehreren Akkumulatoren bestehenden System können die Akkumulatoren auch unter Verwendung individueller Schalteinrichtungen mit dem IBCM-Modul verbunden werden, wobei in diesem Falle jeder Akkumulator nach Bedarf getrennt geladen werden kann. In diesem Falle kann der Aufbau des IBCM-Moduls sehr kompliziert sein. Die Ausführungsform in **Fig. 11** kann so vereinfacht werden, dass der Ladestrom nicht getrennt für jeden Akkumulator sondern der Ladestrom des gesamten Akkumulatorsystems gemessen wird.

[0059] Vorstehend wurden nur diejenigen Systeme behandelt, in welchen die Messung und das Verfolgen von Spannungs- und Stromwerten, welche den Zustand des Akkumulatorsystems beschreiben, lokal im wesentlichen in derselben Einheit durchgeführt wird, welche, falls erforderlich, den Akkumulator mit der Ladeversorgung verbindet und diesen von der Versorgung trennt. Die Erfindung kann auch so angewendet werden, dass der Zustand des Akkumulatorsystems überwacht werden kann und die Schaltbefehle zusätzlich zu oder anstelle der lokalen Einheit über ein Fernsteuersystem gegeben werden können. In diesem Falle ist kein weiteres Gerät in einer Verbindung mit dem Akkumulatorsystem, bis auf die Messelemente, Schalter und das telemetrische Gerät, mittels welchen die Messergebnisse übertragen werden und die Schaltbefehle empfangen werden, wie z. B. über das Internet oder Telefonnetz, erforderlich.

[0060] Die Merkmale der vorstehend beschriebenen Erfindung können in vielen unterschiedlichen Arten zusammen oder getrennt angewendet werden. D. h., es ist möglich das vorstehend beschriebene Verfahren gemäß der Erfindung nur für den Start der Ladung des Akkumulators zu verwenden und die Ladung nach einer bestimmten konstanten Ladezeit zu beenden, oder wenn die maximale Ladespannung erreicht worden ist. Andererseits kann das Laden des Akkumulators gemäß einem anderen Kriterium gestartet werden und das vorstehend beschriebene Verfahren gemäß der Erfindung nur für das Beenden der Ladung des Akkumulators angewendet werden. Das vorteilhafteste Ergebnis kann jedoch erzielt werden, wenn die Erfindung sowohl für das Starten der Ladung als auch für das Beenden der Ladung angewendet wird.

Patentansprüche

1. Eine elektrische Hilfsversorgung zum Sicherstellen der Energie für eine bestimmte Last umfassend:
 - einen Akkumulator (**300, 300', 300''**), bestehend aus Blöcken (**301, 302, 303, 304**),
 - die Schalteinrichtung (**402**) zum bedingten Verbinden des Akkumulators mit der Last oder mit der Ladestromversorgung,
 - Mess- und Kontrolleinrichtungen (**403**) zum Erzeugen von Messergebnissen zum Beschreiben des Zustandes des Akkumulators und zum Kontrollieren der Schalteinrichtung (**402**) auf der Basis der erzeugten Messergebnisse;

dadurch gekennzeichnet, dass die Mess- und Kontrolleinrichtungen (**403**) angeordnet sind,

 - um den blockspezifischen Initialwert ($u_{Bi,ocv}(t_1)$) der Zellenleerlaufspannung von einem geladenen Akkumulator zu messen,
 - um aus dem gemessenen blockspezifischen Initialwert der Zellenleerlaufspannung einen bestimmten Schwellwert ($u_{Bi,ocv,min}$) zu erzeugen,
 - um den gemessenen blockspezifischen Zellenleerlaufspannungswert (u_{Bi}) mit dem Schwellwert zu vergleichen, und
 - um in einer Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher die gemessene Zellenleerlaufspannung eines Blocks den Schwellwert erreicht hat, die Schalteinrichtung (**402**) zu kontrollieren, um den Akkumulator (**300, 300', 300''**) mit einer bestimmten Ladestromversorgung zu verbinden.

2. Eine elektrische Hilfsversorgung gemäß Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass die Mess- und Kontrolleinrichtungen (**403**) zusätzlich angeordnet sind, um

 - den Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit (di_b/dt) zu messen,
 - den Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit ($d\Delta u_{max}/dt$) zu messen, und
 - als eine Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher der Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit (di_b/dt) von dem negativen Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist und der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit ($d\Delta u_{max}/dt$) von dem positiven Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist, die Schalteinrichtung (**402**) zu kontrollieren, um den Akkumulator (**300, 300', 300''**) von der Ladestromversorgung zu trennen.

3. Eine elektrische Hilfsversorgung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinrich-

tung (402) angeordnet ist, um den Akkumulator mit einer Ladestromversorgung bedingt zu verbinden, welche die gleiche wie die Stromversorgung ist, welche angeordnet ist, um elektrische Energie der besagten Last zuzuführen.

4. Eine elektrische Hilfsversorgung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinrichtung (402) angeordnet ist, um den Akkumulator mit einer Ladestromversorgung bedingt zu verbinden, welche nicht mit der Stromversorgung, die angeordnet ist, um die besagte mit elektrischer Energie zu versorgen, identisch ist.

5. Eine elektrische Hilfsversorgung zum Sicherstellen der Energie für eine bestimmte Last, umfassend
 – einen Akkumulator (300, 300', 300'') bestehend aus Blöcken (301, 302, 303, 304),
 – die Schalteinrichtung (402) zum bedingten Verbinden des Akkumulators mit der Last oder der Ladestromversorgung,
 – Mess- und Kontrolleinrichtungen (403) zum Erzeugen von Messergebnissen zum Beschreiben des Status des Akkumulators und zum Kontrollieren der Schalteinrichtung (402) auf der Basis der erzeugten Messergebnisse;
 dadurch gekennzeichnet, dass die Mess- und Kontrolleinrichtungen (403) angeordnet sind, um
 – den Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit (di_B/dt) zu messen,
 – den Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit ($d\Delta u_{max}/dt$) zu messen, und
 – in einer Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher der Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit (di_B/dt) von einem negativen Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist und der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit ($d\Delta u_{max}/dt$) von dem positiven Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist, die Schalteinrichtung (402) zu kontrollieren, um den Akkumulator (300, 300', 300'') von einer bestimmten Ladestromversorgung zu trennen.

6. Ein Verfahren zum Kontrollieren einer elektrischen Hilfsversorgung, die einen Akkumulator (300, 300', 300'') bestehend aus Blöcken (301, 302, 303, 304) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die Zustände umfasst, in welchen
 – ein blockspezifischer Initialwert der Zellenleerlaufspannung von dem geladenen Akkumulator gemessen wird (601, 701),
 – ein bestimmter Schwellwert aus dem gemessenen blockspezifischen Initialwert der Zellenleerlaufspannung erzeugt wird (602, 702),
 – der gemessene blockspezifische Wert der Zellenleerlaufspannung mit dem Schwellwert verglichen wird (603, 703), und
 – in einer Reaktion auf die Beobachtung, gemäß welcher der gemessene blockspezifische Wert der Zellenleerlaufspannung den Schwellwert erreicht hat, der Ladestrom mit dem Akkumulator verbunden wird (605, 705).

7. Ein Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
 – der Initialwert der Zellenleerlaufspannung von jedem Block getrennt gemessen wird (601),
 – der kleinste der gemessenen blockspezifischen Initialwerte der Zellenleerlaufspannungen selektiert wird (601),
 – ein Schwellwert für irgendeine gegebene Zeit erzeugt wird (602), und zwar des kleinsten selektierten blockspezifischen Initialwertes der Zellenleerlaufspannung, welcher der Initialwert der Zellenleerlaufspannung minus des ersten Spannungswertes ist, der dem maximal erlaubten Verlust an Kapazität des Blocks entspricht, der aus der Entladung resultiert und korrigiert ist durch einen anderen Spannungswert, der der Zellenleerlaufspannungsveränderung entspricht, die aus der Temperaturveränderung resultiert,
 – der Zellenleerlaufspannungswert, der mit dem Schwellwert verglichen wird (603) von demselben Block gemessen wird, von dem der Schwellwert auf der Basis des Initialwertes der Zellenleerlaufspannung erzeugt wird.

8. Ein Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert für irgendeine gegebene Zeit erzeugt wird durch die Formel

$$u_{Bi,ocv,min} = u_{Bi,ocv}(t1) + n \cdot 0,23 \frac{mV}{K} (T_B - T_B(t1)) - n \cdot L \frac{\Delta C}{C} \cdot 100, \quad (9)$$

in welcher

$u_{Bi,ocv}(t_1)$ Zellenleerlaufspannung des i'ten Monoblocks zum Zeitpunkt t_1 ;

n = Anzahl von Zellen in Monoblöcken,

T_B = die Temperatur des Monoblocks zum Zeitpunkt der Beobachtung;

$T_B(t_1)$ = die Temperatur des Blocks zum Zeitpunkt t_1 ,

L = Konstante, die den Einfluss der prozentualen Veränderung der Kapazität auf die Zellspannung beschreibt, und

$(\Delta C/C) 100$ = der maximal erlaubte prozentuale Verlust von Kapazität während der Beobachtungsperiode ist.

9. Ein Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, das der blockspezifische Initialwert der Zellenleerlaufspannung wenigstens nach 24 Stunden nachdem das vorherige Laden des Akkumulators beendet worden ist, gemessen wird (**601**).

10. Ein Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass

– der Initialwert der Zellenleerlaufspannung von jedem Block von dem geladenen Akkumulator getrennt gemessen wird (**701**),

– der Schwellwert für irgendeine gegebene Zeit für jeden Block aus dem Initialwert der Zellenleerlaufspannung jedes Blocks erzeugt wird (**702**), welcher der Initialwert der Zellenleerlaufspannung des besagten Blocks minus des ersten Spannungswertes ist, der dem maximal erlaubten Abfall von Kapazität des Blocks entspricht, der aus der Entladung resultiert und korrigiert ist durch einen anderen Spannungswert, der der Zellenleerlaufspannungsveränderung resultierend aus der Temperaturveränderung entspricht,

– der Zellenleerlaufspannungswert, der mit dem Schwellwert verglichen wird, separat von jedem Block gemessen wird (**703**), die gemessene Zellenleerlaufspannung anschließend mit dem Schwellwert verglichen wird, der auf der Basis des Initialwertes der Zellenleerlaufspannung des gleichen Blocks erzeugt ist.

11. Ein Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zusätzlich eine Phase umfasst, in welcher als ein Ergebnis der Beobachtung (**604**, **704**), gemäß welcher die seit einer vorhergehenden Ladung verstrichene Zeit eine bestimmte maximale Zeit erreicht hat, ein Ladestrom mit dem Akkumulator verbunden wird (**605**, **705**).

12. Ein Verfahren gemäß Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass das verfahren zusätzlich Phasen umfasst, in welchen

– der Wert der Ladestromveränderung im Verhältnis zur Zeit gemessen wird (**901**),

– der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit gemessen wird (**901**),

– als eine Reaktion auf die Beobachtung (**904**), gemäß welcher der Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit von dem negativen Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist und der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken von dem positiven Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist, der Akkumulator von dem Ladestrom getrennt wird (**906**).

13. Ein Verfahren zum Kontrollieren des Betriebs einer elektrischen Hilfsversorgung umfassend einen Akkumulator, der aus Blöcken besteht, dadurch gekennzeichnet, dass das verfahren Phasen umfasst, in welchen

– der Wert der Ladestromveränderung im Verhältnis zur Zeit gemessen wird (**901**), der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit gemessen wird (**901**),

– als eine Reaktion auf die Beobachtung (**904**), gemäß welcher der Wert der Veränderung des Ladestroms im Verhältnis zur Zeit von dem negativen Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist und der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit von dem positiven Grenzwert im Wesentlichen zu Null zurückgekehrt ist, der Akkumulator von dem Ladestrom getrennt wird (**906**).

14. Ein Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zusätzlich eine Phase umfasst, in welcher als eine Reaktion auf die Beobachtung (**905**), gemäß welcher der Wert der Veränderung der Spannungsdifferenz zwischen den Blöcken im Verhältnis zur Zeit von dem vorstehend erwähnten positiven Grenzwert zurückgekehrt ist, die verstrichene Zeit einen bestimmten Maximalwert erreicht hat, der Akkumulator von dem Ladestrom getrennt wird (**906**).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

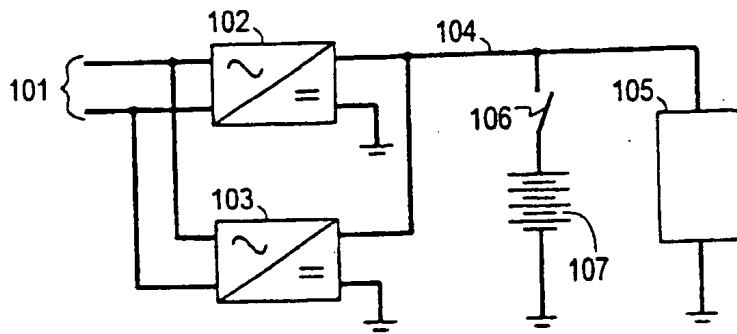


Fig. 1
STAND DER TECHNIK

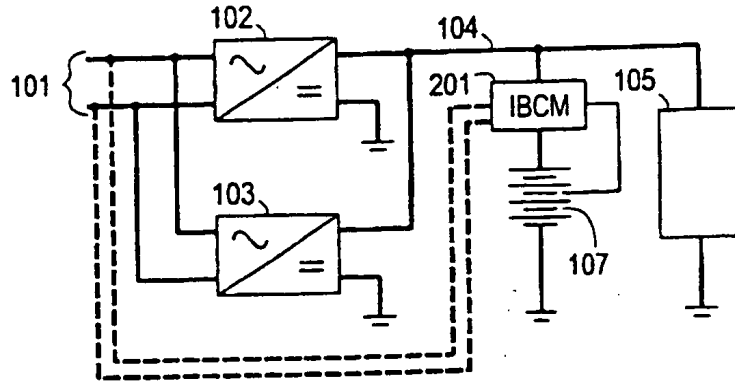


Fig. 2
STAND DER TECHNIK

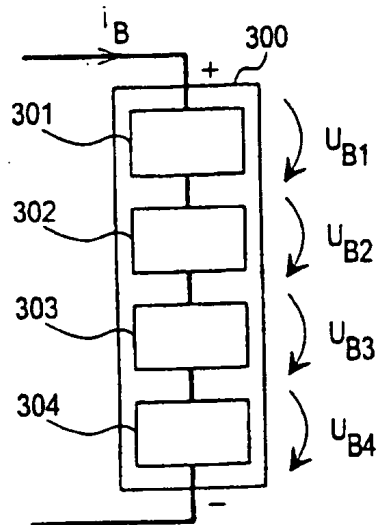


Fig. 3

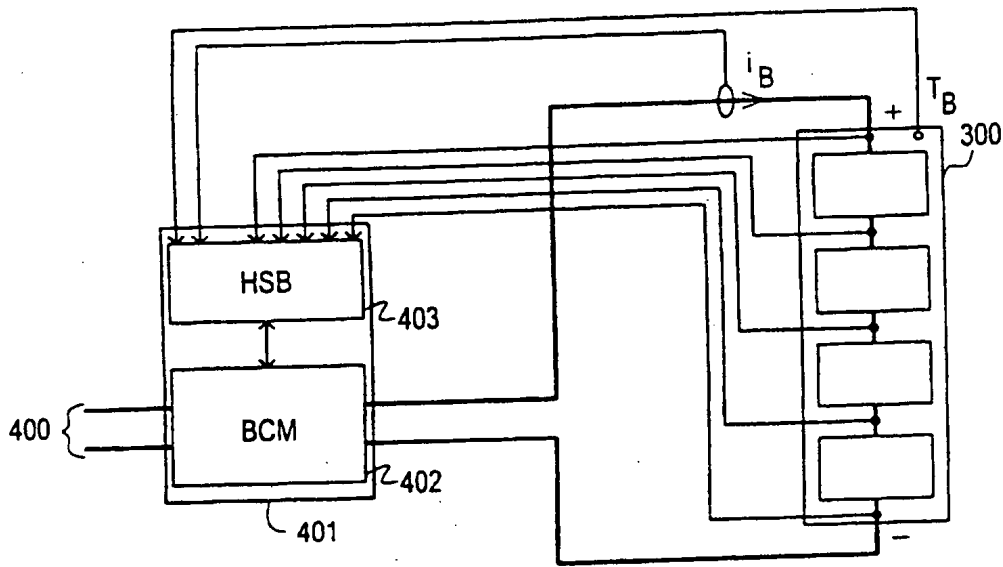


Fig. 4

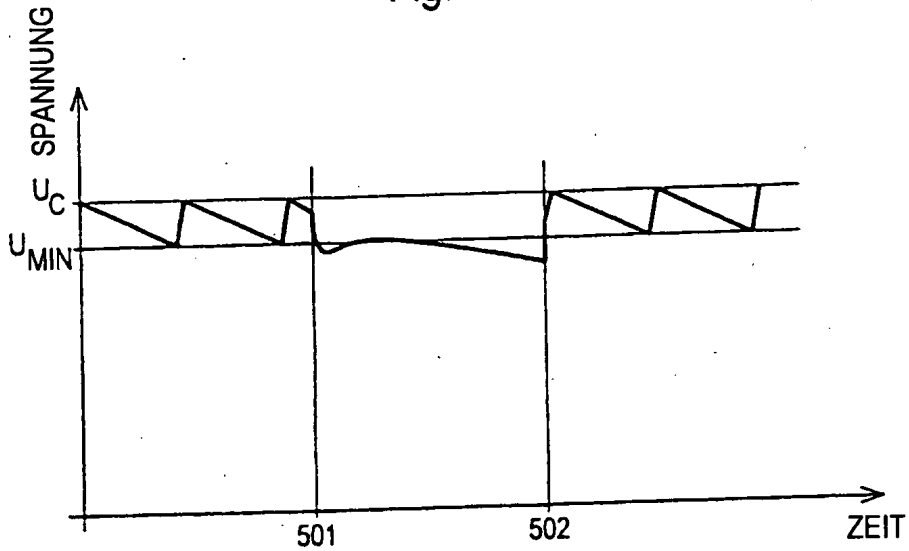


Fig. 5

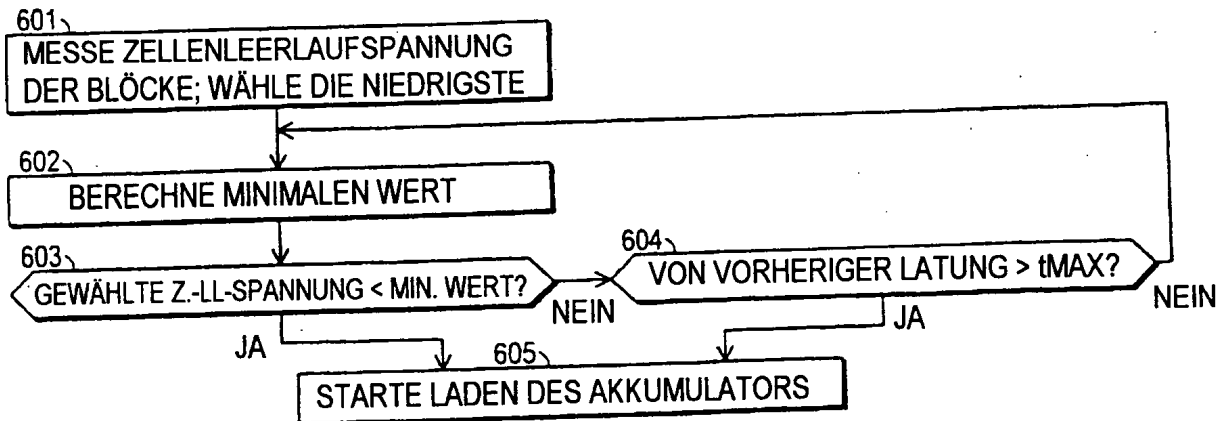


Fig. 6

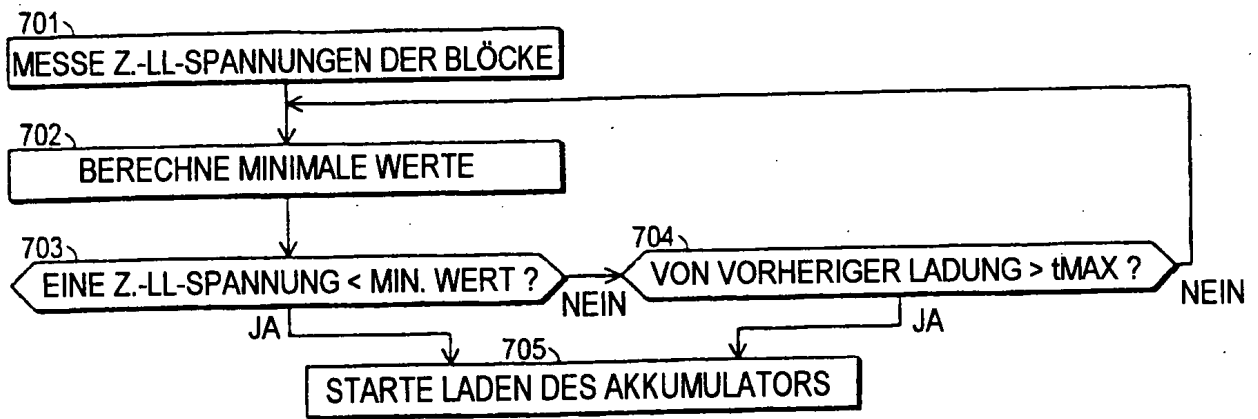


Fig. 7

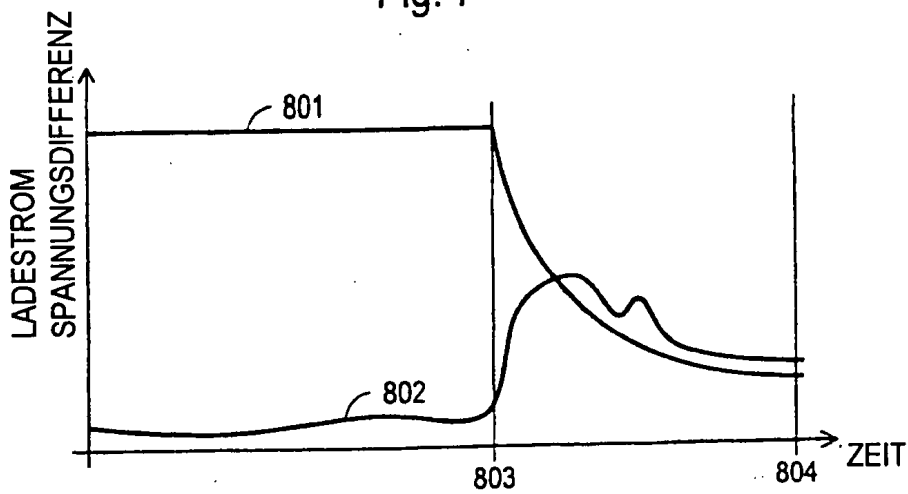


Fig. 8

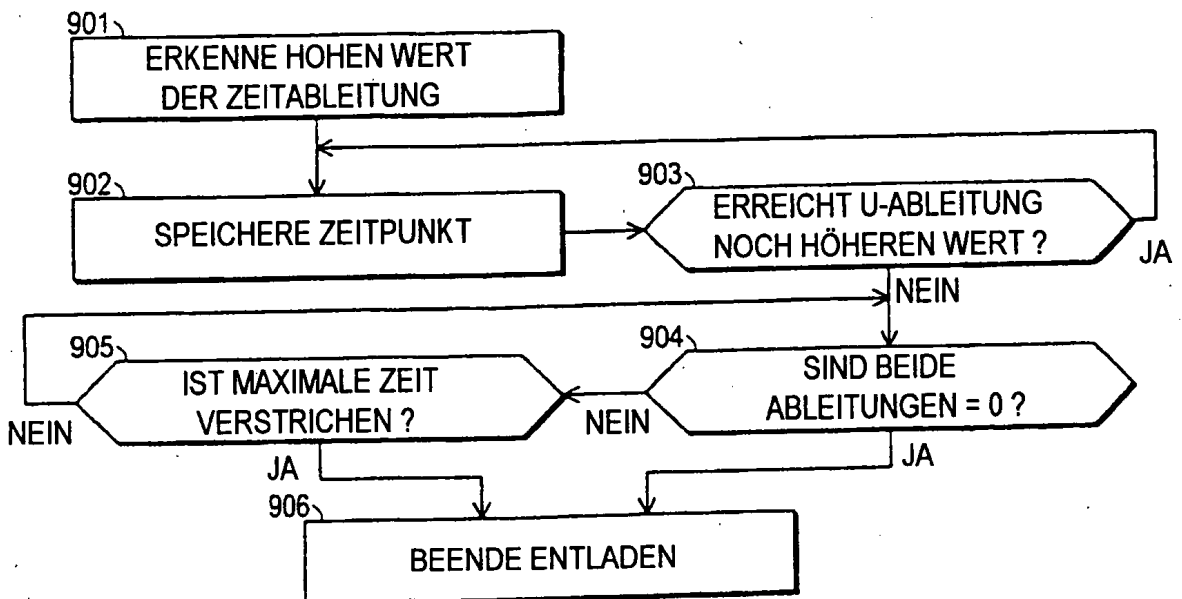


Fig. 9

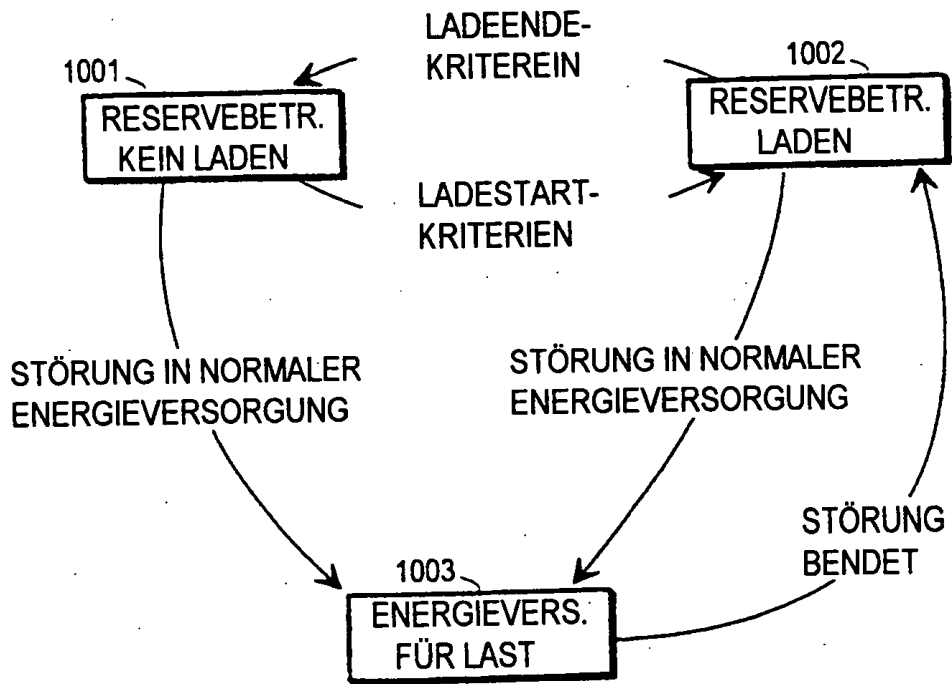


Fig. 10

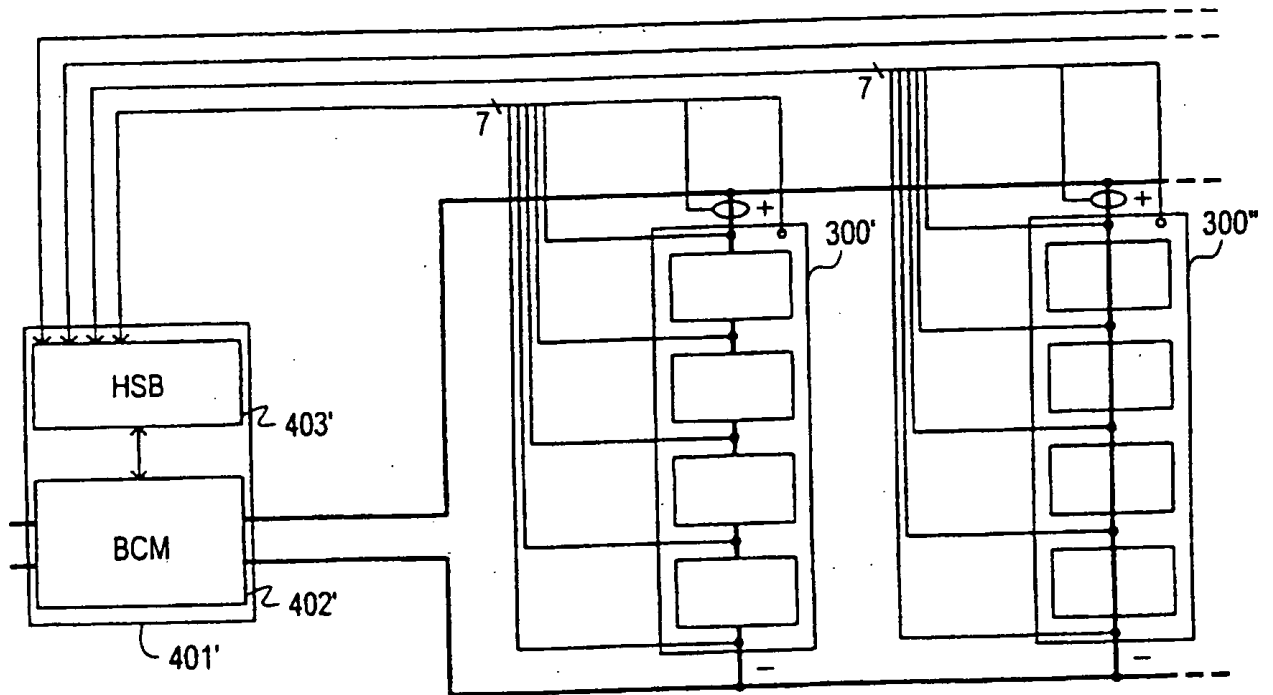


Fig. 11