

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

709 289 A2

(51) Int. Cl.: H02J 7/36 (2006.01)  
H01M 10/44 (2006.01)

## Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## (12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00228/14

(71) Anmelder:  
Lucas Egloff AG, Hügelweg 5  
8224 Löhningen (CH)

(22) Anmeldedatum: 20.02.2014

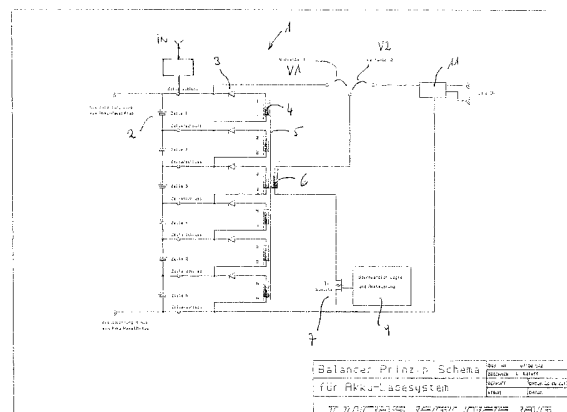
(72) Erfinder:  
Lucas Egloff, 8224 Löhningen (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 28.08.2015

(74) Vertreter:  
Seifert & Partner, Pestalozzistrasse 2, Postfach 1416  
8201 Schaffhausen (CH)

### (54) Akku-Balancer.

(57) Die Erfindung betrifft einen Akku-Balancer (1) für Akkumulatoren mit mehreren in Serie geschalteten galvanischen Zellen (2). Über den Zellen ist je eine mit einer Induktivität (4) in Serie geschaltete Diode (3) geschaltet, deren Durchlassrichtung von der Induktivität (4) zum positiven Pol der dazugehörigen Zelle (2) gerichtet ist (Plus an der Kathode). Diese Induktivitäten (4) sind über einen gemeinsamen Eisenkern (5) miteinander gekoppelt, wobei dieser Eisenkern (5) mit einer Primärwicklung (6) versehen ist, welche in einer ersten Ausführungsform (V1) minusseitig über einen Schalter (7) mit dem Minuspol des Akku-Systems und plusseitig mit dem Pluspol des Akku-Systems verbunden ist. In einer anderen Ausführungsform (V2) ist diese Primärwicklung (6) mit einem Schalter (11) zur Freigabe des Balancers beim Aufladen des Akku-Systems verbunden.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zum Ausgleichen des Ladungszustandes galvanischer Zellen eines Akku-Systems gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Systeme zum Ausgleichen des Ladungszustandes galvanischer Zellen eines Akku-Systems, auch als Ausgleichsregler bekannt, sollen im Folgenden kurz Akku-Balancer genannt werden. Im Folgenden soll unter Akku-System ein wieder aufladbarer Energiespeicher aus einer Mehrzahl in Serie geschalteter galvanischer Zellen (Akkumulatoren) verstanden werden.

**[0003]** Akku-Systeme finden ihre Verwendung vornehmlich in der Leistungselektronik als Energiepuffer, bspw. in der Fahrzeugtechnik, zunehmend aber auch in Systemen zur Energieerzeugung und Energieübertragung, insbesondere auf dem Gebiet der Photovoltaik.

**[0004]** Derartige Akku-Systeme umfassen in der Regel mehrere in Serie geschaltete galvanische Zellen, konventioneller Weise mit einem flüssigen Elektrolyten. Moderne Akku-Systeme sind demgegenüber nicht mit flüssigen Elektrolyten ausgestattet, sondern mit einem Gel, welches bereits bei Raumtemperatur eine genügend hohe Ionen-Leitfähigkeit aufweist. Dazu erweisen sich Akku-Systeme mit Zellen auf Lithium-Basis, insbesondere Lithium-Polymer-Akkumulatoren, im Folgenden auch LiPo-Akku genannt, als besonders geeignet, insbesondere weil diese eine geringe Selbstentladung aufweisen.

**[0005]** Fertigungsbedingt weisen die einzelnen Zellen dieser Akku-Systeme erhebliche Unterschiede in ihrer Kapazität, in der Regel bis zu 10%, oder im Innenwiderstand auf. Dies führt im praktischen Einsatz dazu, dass die einzelnen Zellen unterschiedlich rasch entladen und unterschiedlich rasch aufgeladen werden können, d.h. kritische Ladezustände einnehmen können.

**[0006]** Grundsätzlich besteht das Problem bei derartigen Serienschaltungen darin, dass die Spannung an den Enden der Serienschaltung (Gesamtspannung) den Ladezustand der einzelnen Zellen nicht erkennen lässt. Beim Erreichen der Entlade-Schlussspannung können sich schwache Zellen bereits im Tiefentladungsbereich befinden, während die stärkeren Zellen noch Energie haben. Beim Aufladen erreichen kapazitätsärmere Zellen und/oder solche, die nicht vollständig entladen waren, die Lade-Schlussspannung früher und werden überladen. Die restlichen Zellen werden hingegen nicht vollständig aufgeladen. Auch dieser Umstand lässt sich anhand der Gesamtspannung nicht erkennen. Zellen die über- oder tiefentladen werden, altern schneller und verlieren ihre Kapazität, was die Gesamtbatterie schädigt. Insbesondere lässt sich bei ungleich geladenen Zellen auch die gesamte Summe der Kapazitäten nicht ausnutzen, da die schwächste Zelle die Gesamtkapazität bestimmt.

**[0007]** Bei herkömmlichen Akku-Systemen mit flüssigen Elektrolyten wird durch gezieltes Überladen das vollständige Aufladen aller Zellen erreicht. Der Zellenwiderstand steigt beim Erreichen der Lade-Schlussspannung an. Die überschüssige Energie der bereits vollen Zellen wird dann in Wärme umgewandelt. Innerhalb bestimmter Grenzen nehmen diese Akkus dabei kaum Schaden.

**[0008]** Anders verhält es sich bei modernen Akkus auf Lithium-Basis. Hier führt ein Überladen sofort zu Zellschädigungen durch Zersetzung des Elektrolyten, bei einigen Typen sogar zu starker Erwärmung bis hin zur Brand- und Explosionsgefahr.

**[0009]** Hier erweisen sich Ausgleichsregler (Balancer) als ausserordentlich hilfreich. Besonders effektiv erweisen sich Balancer bei Akku-Systemen mit Zellen auf Lithium-Basis, bspw. bei Lithium-Polymer-Akkumulatoren, im Folgenden auch LiPo-Akku genannt.

**[0010]** Moderne Akku-Systeme verfügen deshalb über ausgeklügelte Balancer, insbesondere über Batteriemanagementsysteme, wie bspw. in der EP-2 357 712 beschrieben. Diese Batteriemanagementsysteme erfüllen gleich mehrere Funktionen und dienen insbesondere dem Zellschutz, der Ladekontrolle, dem Lastmanagement, der Bestimmung des Ladezustands, der Bestimmung des Zellenzustands und dem Ausbalancieren der Zellen. Leider erfordern diese bekannten Batteriemanagementsysteme aufwendige Schaltkreise mit Recheneinheiten und Ladekontrolleinheiten.

**[0011]** Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Ladesystem für Akkumulatoren mit mehreren in Serie geschalteten galvanischen Zellen (Akku-System) zu schaffen, welches den Ladezustand der einzelnen Zellen beim Aufladen und/oder Entladen in einfachster Weise ausgleicht.

**[0012]** Diese Aufgabe wird mit einem Akku-Balancer mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst und insbesondere mit einem Akku-Balancer für einen Akkumulator mit mehreren in Serie geschalteten galvanischen Zellen, wobei über jeder dieser Zellen ein mit einer Induktivität, in Form einer Sekundärwicklung, in Serie geschalteter Gleichrichter, in Form einer Diode, geschaltet ist, dessen Durchlassrichtung von der Induktivität zum positiven Pol der dazugehörigen Zelle gerichtet ist (Plus an der Kathode). Dabei sind die Induktivitäten über einen gemeinsamen Eisenkern miteinander gekoppelt und ist dieser Eisenkern mit einer Primärwicklung versehen ist, welche minusseitig über einen Schalter (TO mit dem Minuspol des Akku-Systems und plusseitig in einer ersten Ausführungsform mit dem Pluspol des Akku-Systems verbunden ist. In einer zweiten Ausführungsform ist die Primärwicklung mit einem Optokoppler zur Freigabe des Balancers beim Aufladen des Akku-Systems verbunden.

**[0013]** Weitere Ausführungsformen weisen die Merkmale der Unteransprüche auf. Insbesondere können an den gemeinsamen Eisenkern weitere Induktivitäten gekoppelt sein, um Steuersignale für das Regeln, Ein- oder Ausschalten des Akku-Balancers zu erzeugen.

**[0014]** Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Dabei zeigt:

Fig. 1: ein Prinzip-Schema zum Aufbau eines erfindungsgemässen Akku-Balancers;

Fig. 2: ein Prinzip-Schema zu einer Weiterbildung des Aufbaus gemäss Fig. 1.

**[0015]** Das in Fig. 1 dargestellte Prinzip-Schema macht den prinzipielle Aufbau und die prinzipielle Funktionsweise des erfindungsgemässen Akku-Balancers 1 deutlich. Das dargestellte Akku-System umfasst eine Mehrzahl von in Serie geschalteten galvanischen Zellen 2, 2', 2'', .... Dabei kann es sich um beliebige Formen von Akkumulatoren handeln, bspw. um Bleiakkumulatoren, NiCd/NiMh-, Lithium-Ionen- oder Lithium-Polymer-Akkumulatoren. Erfindungsgemäss ist über jeder dieser Zellen 2, 2', 2'', ... ein mit einer Induktivität (Sekundärwicklung) 4 in Serie geschalteter Gleichrichter 3 (in Form einer Diode) geschaltet, dessen Durchlassrichtung von der Induktivität 4 zum positiven Pol der dazugehörigen Zelle 2 geschaltet ist (Plus an der Kathode). Erfindungsgemäss sind diese Induktivitäten 4 über einen gemeinsamen Eisenkern 5 miteinander gekoppelt. Darüber hinaus ist erfindungsgemäss eine Primärwicklung 6 vorgesehen, welche ebenfalls mit diesem Eisenkern 5 gekoppelt ist. Diese Primärwicklung 6 ist in einer ersten Variante (V1) minusseitig über einen Schalter 7 mit dem Minuspol des Akku-Systems und plusseitig mit dem Pluspol des Akku-Systems verbunden. Dieser Aufbau entspricht dem prinzipiellen Aufbau eines Sperrwandlers.

**[0016]** Die Funktionsweise eines Sperrwandlers ist dem Fachmann hinlänglich bekannt. Insbesondere dienen das Energiespeichervermögen des Eisenkerns und die im umgebenden Luftspalt aufgebaute magnetische Spannung dazu, die Übertragung der elektrischen Energie zwischen einer primären und einer sekundären Seite galvanisch getrennter Gleichspannungen zu ermöglichen. Bei dieser Variante des erfindungsgemässen Akku-Balancers wird der Zelle mit der tiefsten Ladung die grösste Energie zugeführt. Insbesondere wird bei diesem Aufbau der Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Zellen während dem Aufladen und Entladen gleichermassen bewerkstelligt, da die erforderliche Energie für jede der Zellen vom verkoppelten Eisenkern zur Verfügung gestellt wird.

**[0017]** Die in derselben Fig. 1 dargestellte zweite Variante (V2) unterscheidet sich lediglich dadurch, dass die Primärwicklung 6 plusseitig nicht mit dem Pluspol des Akku-Systems verbunden ist sondern mit einem Freigabe-Schalter 11 zur Freigabe des Balancer beim Aufladen des Akku-Systems.

**[0018]** Fig. 2 zeigt eine besondere Ausführungsform der zweiten Variante (V2) des Schaltungsaufbaus des erfindungsgemässen Akku-Balancer (1) im Detail. Die Funktionsweise ist dieselbe und dem Fachmann unmittelbar ersichtlich. Insbesondere sind die einzelnen Bauelemente derart dimensioniert, dass beim Erreichen der Ladeschlussspannung mindestens einer der galvanischen Zellen 2 keine Potentialspannung mehr zwischen deren zugeordneter Induktivität 4 und dieser galvanischen Zelle besteht jedoch der Ladevorgang bei den anderen Zellen fortgesetzt wird ohne die geladene Zelle 2 weiter zu laden. Insbesondere trägt die dazugehörige Induktivität 4 weiterhin dazu bei im gemeinsamen Eisenkern 5 magnetische Energie zu speichern, die dann den anderen Induktivitäten 4 zur Verfügung steht. Davon profitiert diejenige Zelle mit der niedrigsten Spannung. In dieser bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Akku-Balancers ist der gemeinsame Eisenkern 5 mit einer weiteren primärseitigen Induktivität 8 gekoppelt um Steuersignale für einen Regler 9 zu generieren.

**[0019]** Es versteht sich, dass dieser Balancer auch in Kombination mit bestehenden Ladesystemen verwendet werden kann, d.h. diese unterstützen kann.

**[0020]** Die Vorteile dieser erfindungsgemässen Schaltanordnung sind dem Fachmann unmittelbar ersichtlich. Insbesondere stoppt der Ladevorgang über jeder einzelnen Zelle bei Erreichen seiner Ladeschlussspannung automatisch und wird damit eine Überhitzung der einzelnen Zelle verhindert. Darüber hinaus lässt sich auch bei Akku-Systemen mit Zellen mit grossen Kapazitätsunterschieden immer ein ausgeglichener Ladezustand erreichen, d.h. lässt sich der Gesamtladezustand und damit der Wirkungsgrad des Akku-Systems maximieren.

## Bezugszeichenliste

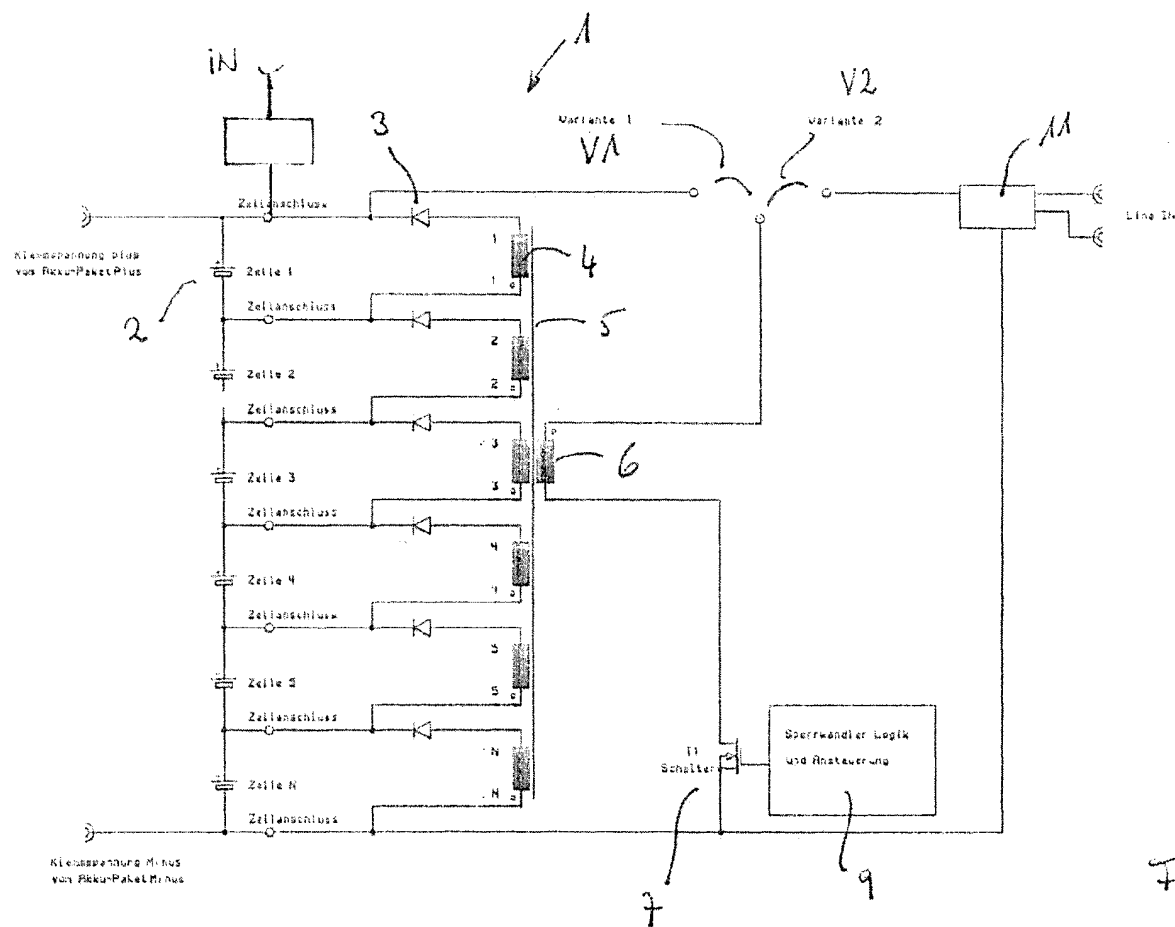
**[0021]**

- 1 Akku-Ladesystem
- 2 galvanische Zelle
- 3 Gleichrichter (Diode)
- 4 Induktivität
- 5 Eisenkern

- 6 Primärwicklung
- 7 Schalter
- 8 zweite Induktivität
- 9 Regler
- 10 Schalter
- 11 Freigabe-Schalter

#### Patentansprüche

1. Akku-Balancer (1) für einen Akkumulator mit mehreren in Serie geschalteten galvanischen Zellen (2), wobei über jeder dieser Zellen (2) ein mit einer Induktivität (4), in Form einer Sekundärwicklung, in Serie geschalteter Gleichrichter (3), bspw. in Form einer Diode, geschaltet ist, dessen Durchlassrichtung von der Induktivität (4) zum positiven Pol der dazugehörigen Zelle (2) gerichtet ist (Plus an der Kathode), dadurch gekennzeichnet, dass die Induktivitäten (4) über einen gemeinsamen Eisenkern (5) miteinander gekoppelt sind und dieser Eisenkern (5) mit einer Primärwicklung (6) versehen ist, welche minusseitig über einen Schalter (7) mit dem Minuspol des Akku-Systems und plusseitig entweder mit dem Pluspol des Akku-Systems oder plusseitig mit einem Freigabe-Schalter (11), bspw. in Form eines Optokopplers, zur Freigabe des Balancers beim Aufladen des Akku-Systems verbunden ist.
2. Akku-Balancer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (7) ein Steuersignal für einen Regler (9) generiert.
3. Akku-Balancer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Eisenkern (5) mit einer zweiten Induktivität (8) gekoppelt ist, um ein zweites Steuersignal für den Regler (9) zu generieren.



Balancer Prinzip Schema  
für Akku-Ladesystem

|          |                   |
|----------|-------------------|
| ZUG.-NR. | 67122 S02         |
| ZEICHNER | L. Egloff         |
| GEPRÜFT  | DATUM: 22.06.2013 |
| VISUM    | DATUM:            |

**LUCAS EGGLOFF AG**

