

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1452/2010
(22) Anmeldetag: 30.08.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2015

(51) Int. Cl.: **H02J 7/04** (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 6281662 B1
CN 201438493 U
DE 102008043593 A1
CA 2231260 A1

(73) Patentinhaber:
ÖSTERREICHISCHES FORSCHUNGS- UND
PRÜFZENTRUM ARSENAL GESELLSCHAFT
M.B.H.
1210 WIEN (AT)

(74) Vertreter:
WILDHACK & JELLINEK PATENTANWÄLTE
OG
WIEN

(54) BATTERIELADESCHALTUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Umladen von Ladungen zwischen einer Anzahl von in Reihe geschalteten Akkumulatorzellen (B1-B4), wobei Ladungen einer vorgegebenen zu entladenden Akkumulatorzelle (82) aus der Anzahl der Akkumulatorzellen (B1-B4) auf die übrigen zu ladenden Akkumulatorzellen (B1, B3, B4) zu übertragen sind.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Schaltung zumindest zwei Spulen (L 1, L 2, L 3) mit je zwei Anschlüssen umfasst, deren jeweiliger erster Anschluss einen Ausgang (X1, X2, X3) der Schaltung für den Anschluss an jeweils einen Knotenpunkt zwischen zwei Akkumulatorzellen (B1-B4) bildet, an den zweiten Anschluss jeder Spule (L1, L2, L3) ein erster Schalter (Sa1, Sa2, Sa3) mit seinem ersten Anschluss und ein zweiter Schalter (Sb1, Sb2, Sb3) mit seinem ersten Anschluss angeschlossen ist, die zweiten Anschlüsse der ersten Schalter (Sa1, Sa2, Sa3) miteinander elektrisch leitend verbunden sind und einen positiven Polanschluss (X+) der Schaltung bilden zum Anschluss an den positiven Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen (B1 - B4), und die zweiten Anschlüsse der zweiten Schalter (Sb1, Sb2, Sb3) miteinander elektrisch leitend verbunden sind und einen negativen Polanschluss (X-) der Schaltung bilden zum Anschluss an den negativen Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen (B1 - B4).

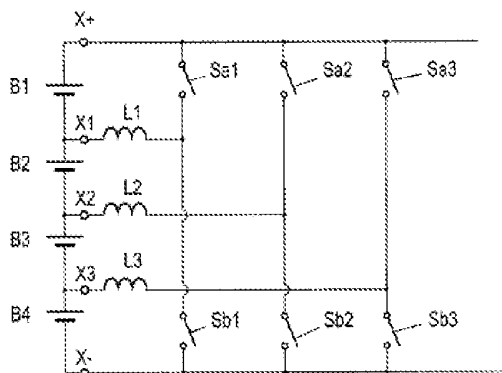


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Umladen von Ladungen zwischen einer Anzahl von in eine Reihe geschalteten Akkumulatorzellen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Weiters betrifft die Erfindung eine Akkumulatorbatterie gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

[0003] Bisher bekannte Vorrichtungen zur Durchführung eines Ladungsausgleichs zwischen mehreren zu einem Akkumulatormodul verschalteten Akkumulatorzellen weisen das Problem auf, dass solche Vorrichtungen passiv arbeiten und beim Ladungsausgleich Wärmeverluste auftreten. Dies beeinträchtigt die maximale nutzbare Ladung der gesamten Anordnung, da das Entladen von Akkumulatorzellen mit geringerer Ladekapazität abgebrochen werden muss, um die betreffenden Akkumulatorzellen nicht durch übermäßige Entladung zu zerstören. Bei Verschaltung der Akkumulatorzellen in Reihenschaltung wird dadurch die maximale entnehmbare Ladung von der maximal entnehmbaren Ladung der jeweils schwächsten Akkumulatorzelle, das heißt der Akkumulatorzelle mit geringster Ladekapazität, begrenzt. Im Falle aktiver Ladungsausgleichsverfahren können diese Probleme nur mit sehr großem Schaltungsaufwand gelöst werden.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind zur Lösung dieses Problems einige Verfahren bekannt, die jedoch alle samt eine Transformatorschaltung aufweisen, um die Ladungen zwischen einzelnen Akkumulatorzellen zu transferieren.

[0005] Dies hat jedoch den wesentlichen Nachteil, dass diese Transformatoren gerade bei größeren Schaltungen nicht unwesentliche Wärmeverluste verursachen und der zu deren Vermeidung erforderliche Schaltungsaufwand erheblich ist.

[0006] Andere bekannte Verfahren und Schaltungen arbeiten mit Kondensatoren als Zwischenspeicher für die aus einzelnen Zellen entnommene Ladung, was zu einem hohen Schaltungsaufwand bei geringem Wirkungsgrad wegen hoher Umladeverluste führt.

[0007] Es ist somit Aufgabe der Erfindung, eine besonders verlustfreie Schaltung zum Umladen von in Akkumulatorzellen gespeicherten elektrischen Ladungen zur Verfügung zu stellen, die ferner durch die Umladung bedingte Wärmeverluste verringert.

[0008] Erfindungsgemäß ist bei einer Schaltung zum Umladen von Ladungen zwischen einer Anzahl von in eine Reihe geschalteten Akkumulatorzellen Schaltung, wobei Ladungen einer vorgegebenen zu entladenden Akkumulatorzelle aus der Anzahl der Akkumulatorzellen auf die übrigen zu ladenden Akkumulatorzellen zu übertragen sind, vorgesehen, dass die Schaltung zumindest zwei Spulen mit je zwei Anschlüssen umfasst, deren jeweiliger erster Anschluss einen Ausgang der Schaltung für den Anschluss an jeweils einen Knotenpunkt zwischen zwei Akkumulatorzellen bildet, an den zweiten Anschluss jeder Spule ein erster Schalter mit seinem ersten Anschluss und ein zweiter Schalter mit seinem ersten Anschluss angeschlossen ist, die zweiten Anschlüsse der ersten Schalter miteinander elektrisch leitend verbunden sind und einen positiven Polanschluss der Schaltung bilden zum Anschluss an den positiven Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen und die zweiten Anschlüsse der zweiten Schalter miteinander elektrisch leitend verbunden sind und einen negativen Polanschluss der Schaltung bilden zum Anschluss an den negativen Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen. Hierdurch wird ein besonders einfaches Umladeverfahren ermöglicht, das mit einer geringen Anzahl von Bauteilen auskommt, die geringe Verluste aufweisen. Somit treten bei Umladungen mit der erfindungsgemäßen Schaltung äußerst geringe Umladeverluste auf.

[0009] Weiters kann vorgesehen sein, dass die ersten und zweiten Schalter an eine Steuerung angeschlossen sind, mit der die Schalter derart gesteuert sind, dass bei Anschluss der beiden Pole der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen an die beiden Polanschlüsse der Schaltung und bei Anschluss der Ausgänge der Schaltung an die jeweiligen Knotenpunkte zwischen je zwei Akkumulatorzellen während eines ersten Schritts zumindest eine Entladema-

sche gebildet und geschlossen und zumindest eine der Akkumulatorzellen über zumindest die zu entladende Akkumulatorzelle und eine der Spulen entladen wird, und während eines auf den ersten Schritt folgenden zweiten Schritts zumindest eine Umlademasche gebildet und geschlossen und die zu ladenden Akkumulatorzellen aufgeladen werden. Eine solche Steuerung ermöglicht den Betrieb eines besonders effizienten Umladeverfahrens, das sehr geringe Umladeverluste aufweist.

[0010] Zur bevorzugten Auswahl der zu entladenden Akkumulatorzelle ist vorgesehen, dass die Steuerschaltung über eine Anzahl von Messeingängen verfügt, die die an den Akkumulatorzellen anliegende Spannung und/oder den durch die Akkumulatorzellen fließenden Strom misst und abhängig von diesen Messwerten die zu entladende Akkumulatorzelle nach vorgegebenen Kriterien auswählt.

[0011] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Schalter als Dioden oder als elektronisch gesteuerte Transistorschalter, insbesondere als MOS-Schalttransistoren, ausgebildet sind, wobei gegebenenfalls eine Steuereinheit zur elektronischen Steuerung der Schalter vorgesehen ist. Zudem kann vorgesehen sein, dass die Schalter als Parallelschaltung eines elektronisch gesteuerten Transistorschalters und einer Diode ausgebildet sind. Hierdurch kann ein effizientes Umschalten mit geringen Umschaltverlusten erzielt werden.

[0012] Ferner betrifft die Erfindung eine Akkumulatorbatterie, umfassend eine erfindungsgemäße Schaltung sowie eine Anzahl von in Reihe geschalteten Akkumulatorzellen. Dabei ist vorgesehen, dass die beiden Pole der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen an die jeweiligen Polanschlüsse der Schaltung angeschlossen sind und eine Anzahl von Knotenpunkten zwischen je zwei Akkumulatorzellen an jeweils einen der Ausgänge angeschlossen sind. Dies ermöglicht eine längere Batterieentladezeit der in Reihe geschalteten Akkumulatorzellen.

[0013] Weiters kann vorgesehen sein, dass jeder der Ausgänge jeweils einem anderen der Knotenpunkte zwischen den Akkumulatorzellen zugeordnet ist und an diesen angeschlossen ist. Dies ermöglicht eine besonders gleichmäßige und zweckmäßige Umladung zwischen den Akkumulatorzellen.

[0014] Im folgenden werden in Bezug auf eine Reihenschaltung die folgenden Begriffe definiert. Ist eine Anzahl von Akkumulatorzellen in Reihe geschaltet, so sind diejenigen Akkumulatorzellen, deren Anschlüsse bzw. Pole einen äußeren Anschluss bzw. Pol der Reihenschaltung bilden, als Randzellen bzw. am Ende der Reihenschaltung befindliche Akkumulatorzellen bezeichnet. Alle übrigen Akkumulatorzellen werden als innere bzw. im Inneren befindliche Akkumulatorzellen bezeichnet.

[0015] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltung.

[0016] Fig. 2 zeigt die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform bei der Entladung.

[0017] Fig. 3 zeigt die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform bei der Umladung.

[0018] Fig. 4 zeigt die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform bei der Entladung einer am Rand gelegenen Akkumulatorzelle bzw. Randzelle.

[0019] Fig. 5 zeigt die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform bei der Umladung von Energie von einer am Rand gelegenen Akkumulatorzelle bzw. Randzelle auf die übrigen Akkumulatorzellen.

[0020] Fig. 6 zeigt den Stromverlauf in der zu entladenden Akkumulatorzelle.

[0021] Fig. 7 zeigt den Stromverlauf in einer der übrigen Akkumulatorzellen.

[0022] Fig. 8 zeigt den Stromverlauf in einer zur Umladung verwendeten Spule.

[0023] In Fig. 1 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltung dargestellt. Die Schaltung umfasst eine Anzahl von vier gleichpolig in Reihe geschalteten Akkumulatorzellen B1-B4. Ein Ende der Reihenschaltung wird als deren positiver Pol, das jeweils andere Ende der Reihenschaltung als deren negativer Pol bezeichnet. Zwischen dem positiven Pol und dem

negativen Pol der Reihenschaltung liegt die Betriebsspannung der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 an.

[0024] Zwischen jeweils zwei benachbarten Akkumulatorzellen B1-B4 ist jeweils eine Spule L1-L3 mit dem ersten ihrer beiden Anschlüsse angeschlossen. Der zweite Anschluss einer jeden Spule L1-L3 ist mit dem ersten Anschluss eines ersten Schalters Sa1, Sa2, Sa3 und dem ersten Anschluss eines zweiten Schalters Sb1, Sb2, Sb3 verbunden. Der zweite Anschluss des ersten Schalters Sa1 ist mit dem positiven Pol der Reihenschaltung verbunden. Der zweite Anschluss des zweiten Schalters Sb1 ist mit dem negativen Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 verbunden.

[0025] Einige der Schalter Sa1, Sa2, Sa3, Sb1, Sb2, Sb3 können durch Transistoren realisiert werden, deren Anschlüsse nicht ohne weiteres vertauscht werden können. So werden bei MOSFET-Schaltern der Drain- und der Source-Anschluss als Anschluss herangezogen. Die Bezeichnung der Anschlüsse als erster oder zweiter Anschluss des Schalters ist für die folgenden Betrachtungen völlig unabhängig von der konkreten physikalischen Beschaffenheit des jeweiligen Anschlusses des Schalters. Die konkrete Anordnung und Polung der Anschlüsse der Schalter hat mit deren Bezeichnung als "erster" und "zweiter" Schalter nichts zu tun, sondern dient lediglich der Unterscheidung der Anschlüsse selbst.

[0026] In der dargestellten Schaltung sind jedem Knoten zwischen zwei Akkumulatorzellen B1-B4 jeweils genau eine Spule L1, ein erster Schalter Sa1 sowie ein zweiter Schalter Sb1 zugeordnet. Der jeweils erste Anschluss einer jeden Spule L1-L3 bildet einen Ausgang X1-X3 der erfindungsgemäßen Schaltung.

[0027] An der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 kann gegebenenfalls ein Verbraucher angeschlossen sein, der mit der in den Akkumulatorzellen B1-B4 gespeicherten Energie betrieben wird. Alternativ kann auch die Reihenschaltung zur Aufladung der Akkumulatorzellen B1-B4 an eine externe Laderegeleinheit angeschlossen sein, die der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 z. B. einen konstanten Strom oder einen zeitlich vorgegebenen Stromverlauf aufprägt.

[0028] Die Schalter Sa1, Sb1, Sa2, Sb2, Sa3, Sb3 können als elektronisch gesteuerte Transistorschalter, insbesondere als MOS-Schalttransistoren, ausgebildet sein. Vorteilhafterweise ist eine nicht dargestellte elektronische Steuereinheit zur Ansteuerung und Schaltung der Schalter vorgesehen. Diese ermittelt die zu entladende Akkumulatorzelle B2 und steuert demgemäß die Schalter an. Bei der Bestimmung der zu entladenden Akkumulatorzelle kann beispielsweise Top-Balancing verwendet werden.

[0029] Dabei kann vorgesehen sein, dass die Steuerschaltung über eine Anzahl von Messeingängen verfügt, die die an den Akkumulatorzellen anliegende Spannung und/oder den durch die Akkumulatorzellen fließenden Strom messen und abhängig von diesen Messwerten die zu entladende Akkumulatorzelle nach vorgegebenen Kriterien auswählt.

[0030] Die Schalter Sa1, Sb1, Sa2, Sb2, Sa3, Sb3 sind in dieser bevorzugten Ausführungsform als Parallelschaltung eines elektronisch gesteuerten Transistorschalters und einer Diode ausgebildet. Die Diode kann vorteilhafterweise so gepolt sein, dass eine Entladung über eine der Entlademaschen ME1, ME2 bei geöffnetem Schalter durch die Sperrwirkung der Diode unterdrückt ist.

[0031] Mit der in Fig. 1 dargestellten Schaltung ist es nunmehr möglich, die in einer der Akkumulatorzellen B1-B4 gespeicherte elektrische Energie teilweise abzuleiten und in einer oder mehreren der Spulen L1-L3 gleichsam zwischenspeichern. Die in den Spulen L1-L3 zwischengespeicherte Energie wird anschließend auf alle übrigen Akkumulatorzellen B1-B4 abgegeben.

[0032] Die Auswahl, von welcher Akkumulatorzelle B1-B4 elektrische Energie umgeladen werden soll, wird durch die Stellung der Schalter Sa1, Sb1, Sa2, Sb2; Sa3, Sb3 vorgenommen. Die Schalter sind von einer nicht dargestellten Steuereinheit gesteuert. Im Folgenden wird eine

vorteilhafte Vorgehensweise beschrieben, mit der elektrische Energie von einer vorab, z.B. von der Steuereinheit, bestimmten bzw. ermittelten, zu entladenden Akkumulatorzelle B2 auf die übrigen, zu ladenden Akkumulatorzellen B1, B3, B4 umgeladen werden kann. Ein solches Vorgehen ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn eine Akkumulatorzelle B2 eine wesentlich größere Ladekapazität aufweist als die zu ladenden Akkumulatorzellen B1, B3, B4. In diesem Fall ist es von Vorteil, zur Optimierung der Batterielaufzeit elektrische Energie von der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 auf die übrigen Akkumulatorzellen umzuladen, sodass keine der Akkumulatorzellen B1-B4 einer übermäßigen Entladung unterliegt, die bei bestimmten Typen von Akkumulatorzellen zu einer vorzeitigen Alterung oder Zerstörung führen könnte.

[0033] Analog kann es von Vorteil sein, eine Akkumulatorzelle mit besonders kleiner Ladekapazität während des Ladevorgangs zu entladen, um eine Überladung der Akkumulatorzelle zu vermeiden. Die überschüssige Ladung wird in diesem Fall auf die übrigen Akkumulatorzellen mit höherer Ladekapazität verteilt.

[0034] Die Umladung zwischen den Akkumulatorzellen B1-B4 erfolgt über eine Zwischenspeicherung von Energie in Spulen. Spulen können allgemein als Zwischenspeicher genutzt werden, indem sie, wenn sie von Strom durchflossen sind, magnetische Energie gespeichert halten. Wird an eine Spule eine Spannung angelegt, stellt sich ein elektrischer Stromfluss nicht sofort ein, vielmehr bewirkt die anliegende Spannung bis zum Vorliegen eines stationären Zustands einen zeitlichen Anstieg des Spulenstroms. Während dieses Anstiegs des Spulenstroms wird elektrische Energie der Akkumulatorzellen B1-B4 in magnetische Energie der Spulen L1-L3 umgewandelt.

[0035] Während des Spannungsanstiegs hat sich um die Leiter der Spule ein Magnetfeld ausgebildet, das eine bestimmte Energiemenge in sich gespeichert hält, die proportional zu dem die Spule durchfließenden Strom ist. Solange die Spule L1 bis L3 von einem konstanten Strom durchflossen ist, bleibt die im Magnetfeld gespeicherte Energie konstant.

[0036] Wird also eine der Akkumulatorzellen B1-B4 über eine Spule L1-L3 entladen, so wird die in dieser Akkumulatorzelle gespeicherte Energie in magnetische Energie des Magnetfelds der Spule umgewandelt.

[0037] Ein solcher Entladevorgang ist in Fig. 2 dargestellt. Konkret wird die zu entladende Akkumulatorzelle B2 entladen und deren Energie teilweise in die Spulen L1, L2 übertragen. In den Fig. 2 bis 5 sind jeweils nur die für die jeweilige Schaltungsfunktionalität erforderlichen Bauelemente durchgezogen dargestellt. Die übrigen, inaktiven Bauelemente sind strichliert dargestellt.

[0038] Für die Entladung der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 wird die Spule L1, die mit dem positiven Pol der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 verbunden ist, mit dem negativen Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 verbunden. Hierfür wird der an diese Spule L1 angeschlossene zweite Schalter Sb1 geschlossen. Weiters wird die Spule L2, die mit dem negativen Pol der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 verbunden ist, mit dem positiven Pol X+ der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 verbunden. Der an diese Spule L2 angeschlossene zweite Schalter Sa2 wird geschlossen. Alle übrigen ersten und zweiten Schalter sind oder werden geöffnet.

[0039] Es bilden sich somit zwei Entlademaschen aus: Die erste Entlademasche ME1 umfasst die zu entladende Akkumulatorzelle B2, die zwischen der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 und dem positiven Pol der Reihenschaltung liegende Akkumulatorzelle B1, die Spule L2 sowie den geschlossenen ersten Schalter Sa2. In der Entlademasche ME1 werden die beiden Akkumulatorzellen B1, B2 entladen, somit teilweise die in ihnen gespeicherte chemische Energie in magnetische Energie umgewandelt.

[0040] Die zweite Entlademasche ME2 umfasst die zu entladende Akkumulatorzelle B2, die zwischen der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 und dem negativen Pol der Reihenschaltung liegenden Akkumulatorzellen B3, B4, die Spule L1 sowie den geschlossenen ersten Schalter Sb1.

[0041] Sind die beiden in den Entlademaschen befindlichen Schalter Sa2, Sb1 geschlossen, werden alle Akkumulatorzellen B1-B4 entladen, die Akkumulatorzelle B2 wird jedoch von beiden Entlademaschen ME1, ME2 entladen. Der Entladestrom fließt durch die beiden Spulen L1, L2. Nach einer vorgegebenen Zeitspanne hat sich in den beiden Spulen L1, L2 ein Magnetfeld aufgebaut, es wird somit insbesondere der Akkumulatorzelle B2 Energie entzogen und auf die beiden Spulen L1, L2 übertragen.

[0042] Im nächsten Schritt, dargestellt in Fig. 3, wird die jeweils im Magnetfeld der beiden Spulen L1, L2 gespeicherte Energie auf zu ladenden Akkumulatoreinheiten B1, B3, B4 übertragen.

[0043] Zu diesem Zweck wird die Spule L1, die mit dem positiven Pol der Akkumulatorzelle B2 verbunden ist, mit dem positiven Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 gekoppelt. Hierfür wird der dieser Spule L1 zugeordnete zweite Schalter Sb2 geschlossen. Weiters wird die Spule L2, die mit dem negativen Pol der Akkumulatorzelle B2 verbunden ist, mit dem negativen Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B verbunden. Hierfür wird der dieser Spule L2 zugeordnete erste Schalter Sa1 geschlossen.

[0044] Durch Schließen der Schalter Sa1, Sb2 bilden sich zwei geschlossene Umlademaschen MU1, MU2 aus. Die erste Umlademasche MU1 umfasst die zwischen dem positiven Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1 bis B4 und der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 befindliche Akkumulatorzelle B1, weiters die Spule L1 sowie den geschlossenen ersten Schalter Sa1.

[0045] Die zweite Umlademasche MU2 umfasst die zwischen dem negativen Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1 bis B4 und der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 befindlichen Akkumulatorzellen B3, B4, weiters die Spule L2 sowie den geschlossenen zweiten Schalter Sb2.

[0046] In dem Magnetfeld der beiden stromdurchflossenen Spulen L1, L2 ist die der Akkumulatorzelle B2 durch Entladung entzogene Energie gespeichert. Eine Änderung des Stromflusses durch die beiden Spulen geht, wie bereits erwähnt, einher mit einer auftretenden Induktionsspannung, sodass sich Ströme durch die Spulen L1 bis L3 nicht sprunghaft ändern. Wird die erste Umlademasche MU1 geschlossen und die Entlademaschen ME1, ME2 geöffnet, bleibt der die Spule L1 durchfließende Spulenstrom zunächst unverändert und dient anschließend dazu, die Akkumulatorzelle B1 zu laden.

[0047] Analog verhält es sich bei der zweiten Umlademasche MU2: Wird diese geschlossen und die Entlademaschen ME1, ME2 geöffnet, bleibt der die Spule L2 durchfließende Spulenstrom zunächst unverändert, und dient dazu, die beiden Akkumulatorzellen B3, B4 der zweiten Umlademasche MU2 zu laden.

[0048] Ein geringfügig anderes Schaltverhalten ist vorgesehen, wenn eine am Rand bzw. am Ende der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 liegende Akkumulatorzelle B1 entladen werden soll und deren Energie auf die übrigen Akkumulatorzellen B2, B3, B4 übertragen werden soll. (Fig. 4) Der erste Schritt der Entladung erfolgt dabei analog zu der in Fig. 2 beschriebenen Entladung.

[0049] Es wird jedoch lediglich eine einzige Spule L1 mit Strom durchflossen, wobei lediglich derjenige Schalter Sa1, der an der Spule L1 und an den positiven Pol x+ der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen B1-B4 angeschlossen ist, geschlossen ist. Alle übrigen Schalter sind geöffnet. Es wird nur eine einzige Entlademasche ME ausgebildet, die lediglich die am Rand befindliche zu entladende Akkumulatorzelle B1, die Spule L1 sowie den Schalter Sa1 umfasst.

[0050] Für den zweiten Schritt (Fig. 5) wird wiederum nur eine einzige Umlademasche MU ausgebildet. Diese Umlademasche MU umfasst die Spule L1, den Schalter Sb1 sowie die übrigen Akkumulatorzellen B2, B3, B4.

[0051] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Umladung kann dergestalt erfolgen, dass die in den vorangehenden Figuren beschriebenen Schalterstellungen in zeitlich kurzen Abständen variiert werden. Dabei werden stets die Schalterstellungen derart gewechselt, dass abwechselnd die

Entlademasche ME bzw. die Entlademaschen ME1, ME2 und die Umlademasche MU bzw. die Umlademaschen MU1, MU2 ausgebildet werden.

[0052] Der Stromverlauf in der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 ist in Fig. 6 dargestellt. Sind die Schalter derart gestellt, dass eine Entladung der Akkumulatorzelle B2 auf die Spulen L1, L2 erfolgt, fließt Strom aus der Akkumulatorzelle B2. In den Fig. 6 und 7 ist jeweils eine Spitze des Stroms IB1, IB2, IB3, IB4 der Akkumulatorzelle B1, B2, B3, B4 nach unten zu erkennen. Da die Akkumulatorzelle B2 Teil beider Entlademaschen ist, ist der von dieser Akkumulatorzelle B2 abgegebene Strom doppelt so groß wie der von den übrigen Akkumulatorzellen B1, B3, B4 abgegebene Strom (s. Fig. 7).

[0053] Während des Umladevorgangs wird auf die zu entladende Akkumulatorzelle B2 kein Strom aufgeprägt, die zu entladende Akkumulatorzelle B2 ist durch die Schalterstellung vom Stromfluss abgetrennt. Die zu ladenden Akkumulatorzellen B1, B3, B4 erhalten denjenigen Strom, den sie an die Spulen L1, L2 abgegeben haben wieder zurück, sodass bei den zu ladenden Akkumulatorzellen B1, B3, B4 eine neutrale Strombilanz besteht (Fig. 7). Etwaige Umladeverluste werden vorteilhafterweise durch die in der zu entladenden Akkumulatorzelle B2 gespeicherten Energie kompensiert.

[0054] Im Zuge der wechselnden Schalterstellungen und der dadurch hervorgerufenen Umladungen wird somit der zu entladenden Akkumulatoreinheit Strom entzogen, der auf die Spulen L1, L2 übertragen wird (Fig. 8).

[0055] Diese in den Spulen L1, L2 gespeicherte Ladung kann nun durch Einstellung der Schalter in Umladestellung auf die zu ladenden Akkumulatorzellen B1, B3, B4 übertragen werden.

[0056] Die Schaltung wurde anhand einer Ausführungsform mit vier Akkumulatorzellen B1, B2, B3, B4 beschrieben. Selbstverständlich sind auch andere Ausgestaltungen der Erfindung mit einer beliebigen Anzahl von zumindest drei Akkumulatorzellen möglich.

Patentansprüche

1. Schaltung zum Umladen von Ladungen zwischen einer Anzahl von in Reihe geschalteten Akkumulatorzellen (B1-B4),
wobei Ladungen einer vorgegebenen zu entladenden Akkumulatorzelle (B2) aus der Anzahl der Akkumulatorzellen (B1-B4) auf die übrigen zu ladenden Akkumulatorzellen (B1, B3, B4) zu übertragen sind,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung zumindest zwei Spulen (L1, L2, L3) mit je zwei Anschlüssen umfasst, deren jeweiliger erster Anschluss einen Ausgang (X1, X2, X3) der Schaltung für den Anschluss an jeweils einen Knotenpunkt zwischen zwei Akkumulatorzellen (B1-B4) bildet,
 - an den zweiten Anschluss jeder Spule (L1, L2, L3) ein erster Schalter (Sa1, Sa2, Sa3) mit seinem ersten Anschluss und ein zweiter Schalter (Sb1, Sb2, Sb3) mit seinem ersten Anschluss angeschlossen ist,
 - die zweiten Anschlüsse der ersten Schalter (Sa1, Sa2, Sa3) miteinander elektrisch leitend verbunden sind und einen positiven Polanschluss (X+) der Schaltung bilden zum Anschluss an den positiven Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen (B1 - B4), und
 - die zweiten Anschlüsse der zweiten Schalter (Sa1, Sa2, Sa3) miteinander elektrisch leitend verbunden sind und einen negativen Polanschluss (X-) der Schaltung bilden zum Anschluss an den negativen Pol der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen (B1 - B4).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten und zweiten Schalter (Sa1, Sa2, Sa3, Sb1, Sb2, Sb3) an eine Steuerschaltung angeschlossen sind, mit der die Schalter derart gesteuert sind, dass
bei Anschluss der beiden Pole der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen (B1-B4) an die beiden Polanschlüsse (X+, X-) der Schaltung und bei Anschluss der Ausgänge (X1, X2, X3) der Schaltung an die jeweiligen Knotenpunkte zwischen je zwei Akkumulatorzellen (B1-B4)
während eines ersten Schritts zumindest eine Entlademasche (ME; ME1, ME2) gebildet und geschlossen und zumindest eine der Akkumulatorzellen (B1-B4) über zumindest die zu entladende Akkumulatorzelle (B2) und eine der Spulen (L1, L2, L3) entladen wird, und
während eines auf den ersten Schritt folgenden zweiten Schritts zumindest eine Umlademasse (MU; MU1, MU2) gebildet und geschlossen werden und die zu ladenden Akkumulatorzellen (B1, B3, B4) aufgeladen werden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schalter (Sa1, Sa2, Sa3, Sb1, Sb2, Sb3) als Dioden (D) oder als elektronisch gesteuerte Transistorschalter, insbesondere als MOS-Schalttransistoren, ausgebildet sind, wobei gegebenenfalls eine Steuereinheit zur elektronischen Steuerung der Schalter vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schalter (Sa1, Sa2, Sa3, Sb1, Sb2, Sb3) als Parallelschaltung eines elektronisch gesteuerten Transistorschalters und einer Diode ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschaltung über eine Anzahl von Messeingängen verfügt und die an den Akkumulatorzellen (B1-B4) anliegende Spannung und/oder den durch die Akkumulatorzellen (B1-B4) fließenden Strom misst und abhängig von diesen Messwerten die zu entladende Akkumulatorzelle nach vorgegebenen Kriterien auswählt.
6. Akkumulatorbatterie umfassend eine Schaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche sowie eine Anzahl von in Reihe geschalteten Akkumulatorzellen (B1 - B4) **dadurch gekennzeichnet**, dass
die beiden Pole der Reihenschaltung der Akkumulatorzellen (B1 - B4) an die jeweiligen Polanschlüsse (X+, X-) der Schaltung angeschlossen sind und
eine Anzahl von Knotenpunkten zwischen je zwei Akkumulatorzellen (B1 - B4) an jeweils einen der Ausgänge (X1, X2, X3) angeschlossen sind.

7. Akkumulatorbatterie nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder der Ausgänge (X1, X2, X3) jeweils einem anderen der Knotenpunkte zwischen den Akkumulatorzellen (B1 - B4) zugeordnet ist und an diesen angeschlossen ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

1/4

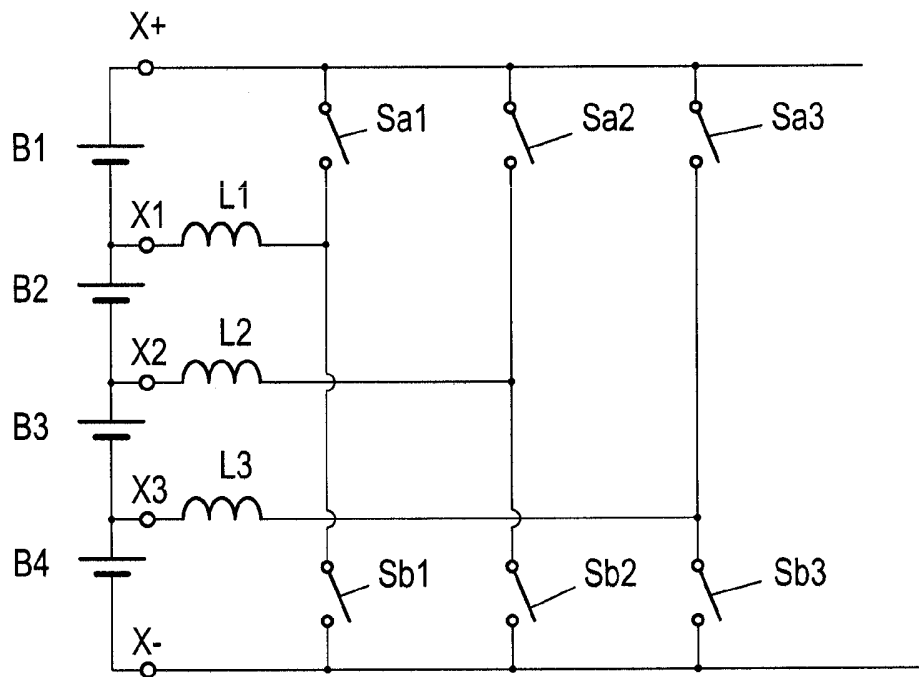


Fig. 1

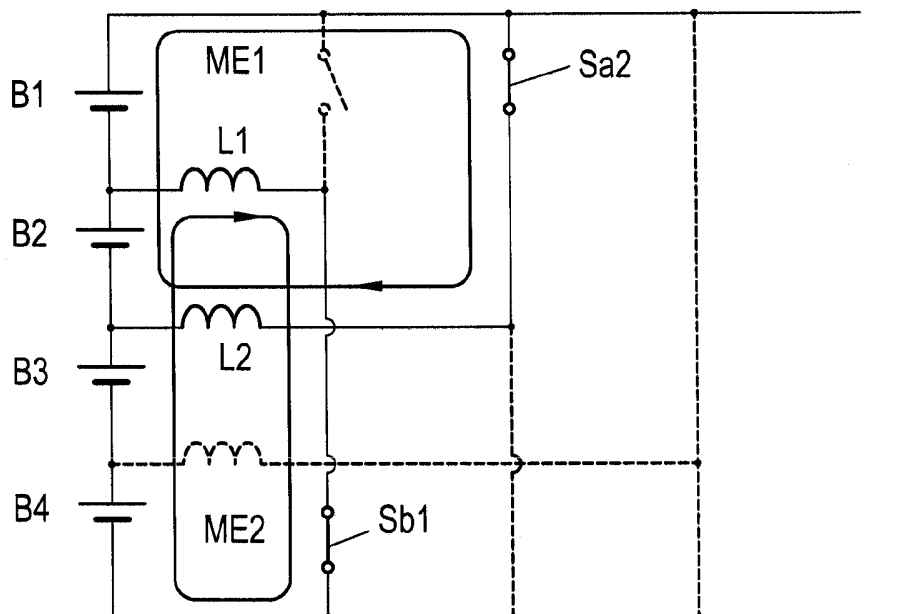


Fig. 2

2/4

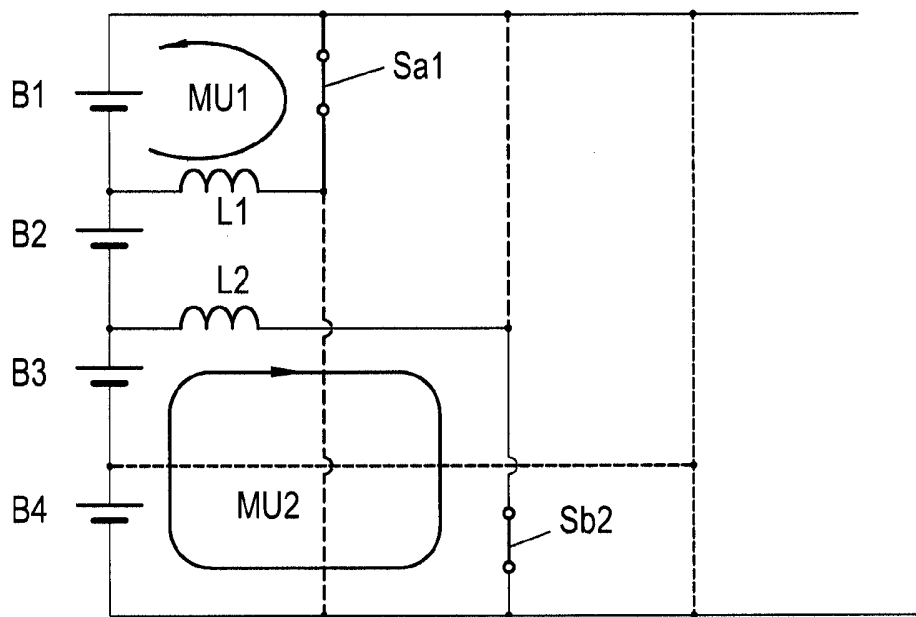


Fig. 3

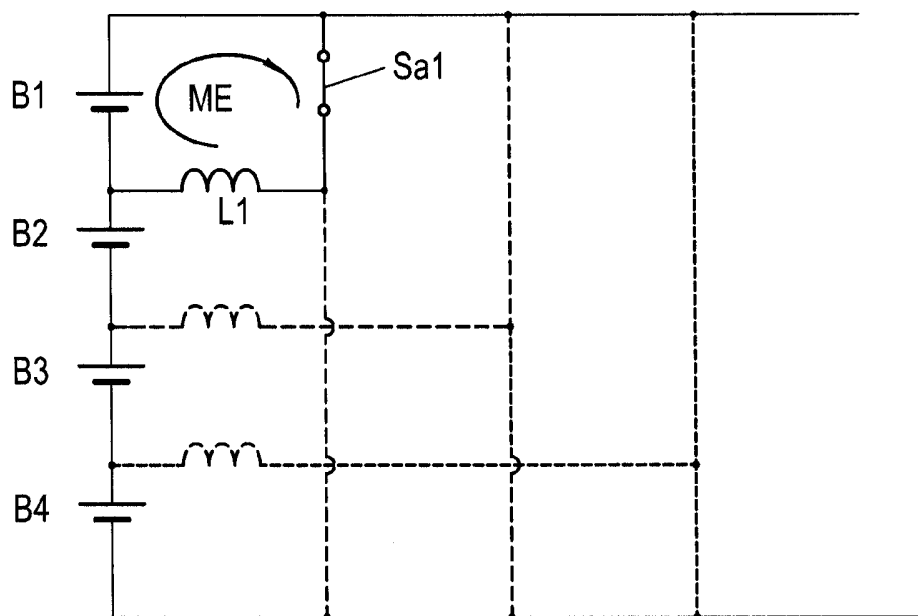


Fig. 4

3/4

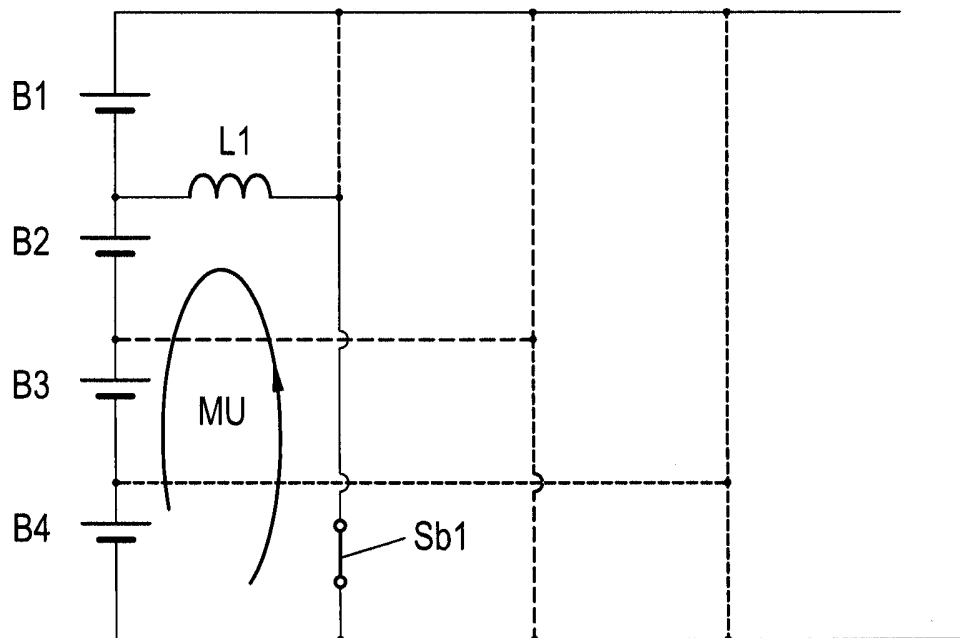


Fig. 5

4/4

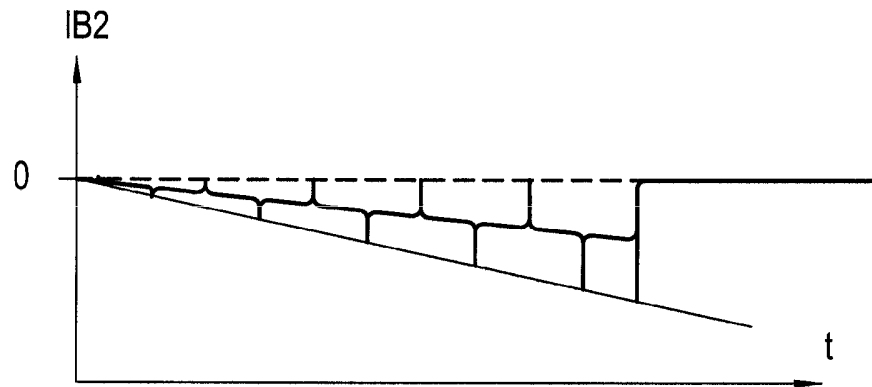


Fig. 6

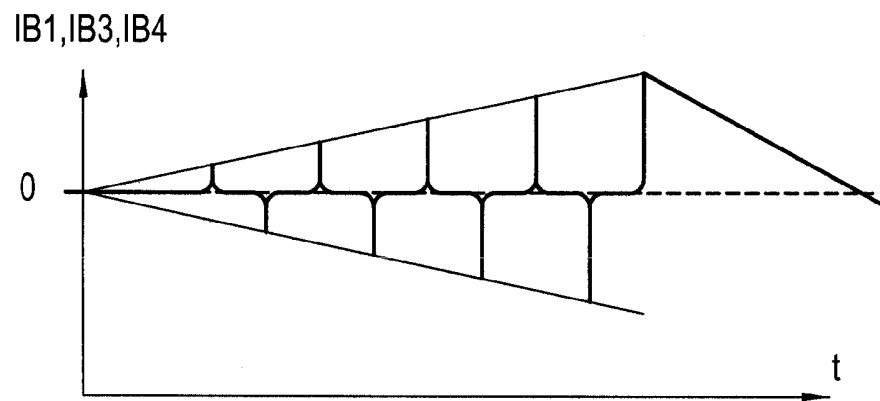


Fig. 7

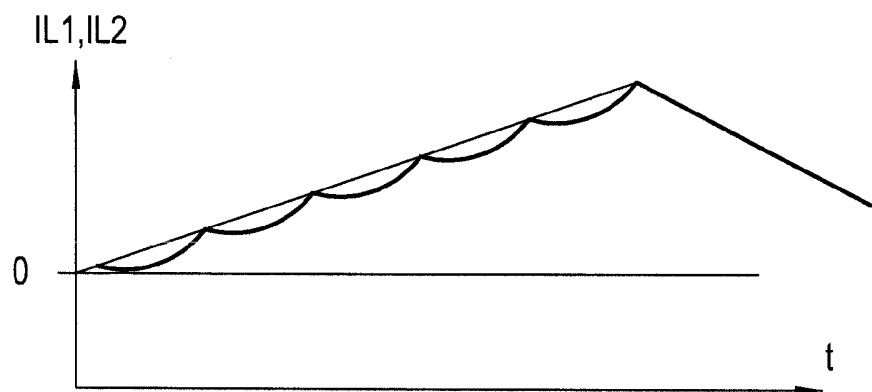


Fig. 8