

Ladeschaltung für RAM-Zellen im seriellen Betrieb ACBC 75/ACBC 150

Eine mit SMD-Miniatur-Bauelementen realisierte Schutzschaltung ermöglicht nun das Zusammenstellen von Akku-Packs aus RAM-Zellen (Rechargeable Alkaline Manganese) und den damit verbundenen seriellen Ladebetrieb.

Allgemeines

Wieder aufladbare 1,5-V-Alkali-Mangan-Zellen sind eine echte Alternative zur Einwegbatterie. Diese noch relativ neue Akku-Technologie wird immer leistungsfähiger. So stellen Mignon-Zellen von AccuCell bereits eine Anfangskapazität von 1.800 mAh zur Verfügung. Ein wesentlicher Vorteil dieser Akku-Technik ist die Zellenspannung von 1,5 V, da Akkus mit 1,2-V-Zellenspannung in Geräten, die die vollen 1,5 V je Zelle benötigen, nur bedingt einsetzbar sind. So erhält ein mit 4 NC- oder NiMH-Akkus bestücktes Gerät

nur 4,8 V anstatt 6 V bei Einwegbatterien. Eine Spannungsschwelle, die schon nahe an der Funktionsgrenze des Gerätes liegen kann. Hinzu kommt, dass diese Akkus dann nur noch zum Teil entladen werden können, was bei NC-Zellen zusätzlich noch den Memory-Effekt fördert.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil von RAM-Zellen gegenüber herkömmlichen NC- und NiMH-Akkus ist die sehr geringe Selbstentladung von nur 0,2 % im Monat. Die Akkus sind ohne einen nennenswerten Kapazitätsverlust lange lagerfähig und kommen daher auch schon voll geladen in den Handel. Bevorzugte Einsatzgebiete sind daher auch Geräte mit geringer Strom-

Technische Daten: AC BC 75/150

Eingangsspannung: 0 V bis 2 V_{DC}
 Kontaktierung: Lötkontakte
 auf Leiterkarte
 Stromaufnahme: typisch:0,003 mA
 max. 0,006 mA
 Bypassstrom: 75 mA max./150 mA max.
 Umpolenschutz: -1,0 Volt
 (bei I = -250 mA)
 Abmessungen: 55 x 4,7 x 1,25 mm
 kann bis auf 14 mm gekürzt werden
 Gewicht: 0,7 Gramm
 Temperaturbereich: - 4°C bis 85 °C

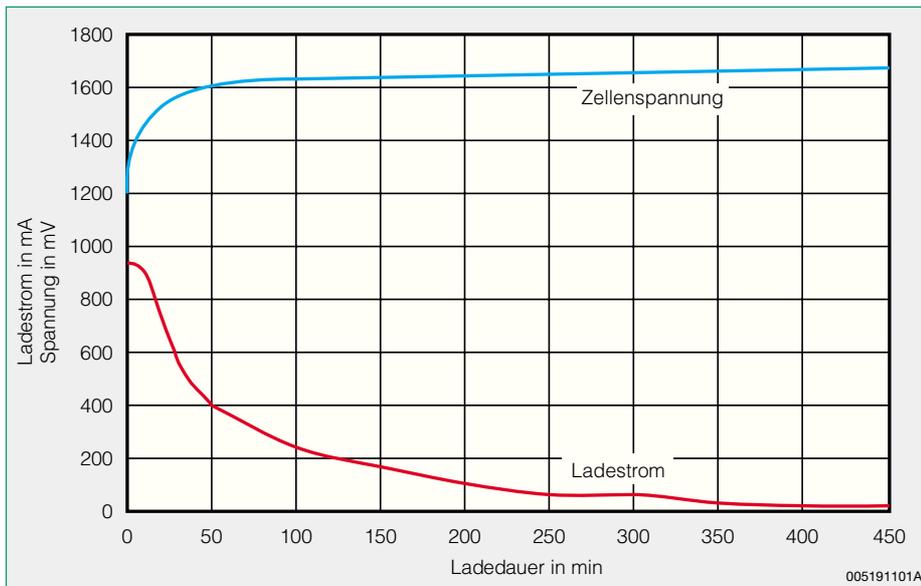


Bild 1:
Typischer Strom- und Spannungsverlauf beim Laden von RAM-Zellen

aufnahme und langer Batterielebensdauer, wie z. B. Uhren, Fernbedienungen oder die ELV-Wetterstation.

Die chemischen Vorgänge und der Aufbau von RAM-Zellen ist mit Alkali-Mangan-Primär-Zellen vergleichbar, da z. B. beide Systeme Kaliumhydroxid als Elektrolyt verwenden. Das wichtigste sind jedoch die Entladeeigenschaften, die bei Alkali-Mangan-Primärzellen und Alkali-Mangan-Sekundärzellen (RAM-Zellen) nahezu identisch sind. Somit können RAM-Zellen entsprechende Einwegbatterien direkt ersetzen.

Da RAM-Zellen im Gegensatz zu NC-Akkus keinen Memory-Effekt aufweisen, können diese aus jedem Ladezustand heraus nachgeladen werden. Je früher und je häufiger nachgeladen wird, desto besser für die Zelle. Eine Lagerung im tiefentladenen Zustand hingegen führt zur Schädigung der Zelle und sollte daher unbedingt vermieden werden.

Die Ladecharakteristik von RAM-Zellen ist völlig anders als die von NC- und NiMH-Akkus. Abbildung 1 zeigt dazu einen typischen Strom- und Spannungsverlauf. Ladegeräte für NC- und NiMH-Akkus sind daher auch grundsätzlich nicht zum Laden von RAM-Zellen geeignet. Bei

falscher Ladung ist eine Schädigung der Zelle unvermeidbar. Im ungünstigsten Fall laufen diese sogar aus.

Während bei NC- und NiMH-Akkus vorwiegend die Konstantstrom-Ladung zum Einsatz kommt und die Ladeerkennung aus dem Spannungsverlauf ermittelt wird, sind RAM-Zellen, ähnlich wie bei Blei-Akkus, mit Konstant-Spannung zu laden. Vorteilhaft ist dabei eine Impulsladung.

Natürlich haben RAM-Zellen nicht nur Vorteile gegenüber anderen Akku-Systemen. So ist die Anzahl der möglichen Ladezyklen bei weitem noch nicht mit NC- und NiMH-Akkus zu vergleichen. Weiterhin haben RAM-Zellen einen weitaus höheren Innenwiderstand und sind nicht dauer-hochstromfähig. Im Modellbaubereich kommt es daher eher auf die Stärken des NC-Akkus mit seinem geringen Innenwiderstand und der damit verbundenen Hochstromfähigkeit sowie seiner Schnell-Ladefähigkeit an.

Aufgrund der Ladecharakteristik konnten bisher keine Akku-Packs mit mehreren in Serie geschalteten RAM-Zellen realisiert werden. Lieferbar sind daher ausschließlich die Bauformen Mikro, Mignon, Baby und Mono.

Sobald mehrere in Reihe geschaltete RAM-Zellen nicht homogen sind, d. h. unterschiedliche Kapazitäten aufweisen, stellt sich beim Laden an der Zelle mit der geringsten Kapazität die höchste Spannung ein. Diese Zelle wird dann stark überladen und weiter geschädigt. Im Extremfall kann es bei dieser Zelle sogar zum Austreten des Elektrolyten und damit zum vollständigen Ausfall des gesamten Akku-Packs kommen. Bei einer Reihenschaltung von mehreren RAM-Zellen muss daher eine Spannungsüberwachung an jeder einzelnen Zelle erfolgen.

Mit der hier vorgestellten kleinen Schutzschaltung von AccuCell ist nun auch das Konfektionieren von Akku-Packs bei serieller Ladung einfach möglich. Die intelligente Baugruppe besteht aus lediglich zwei bzw. drei Miniatur-Bauelementen und wird parallel zur einzelnen Zelle geschaltet. Der speziell für diese Aufgabe entwickelte Überwachungschip besitzt eine hohe Spannungsgenauigkeit mit lediglich 2 % Toleranz. Eine zusätzliche kleine Hysterese von 80 mV ermöglicht die Sättigung der Zelle bei der Ladung. Das Blockdiagramm in Abbildung 2 zeigt die Schaltung und die interne Struktur dieses speziell entwickelten Bausteins.

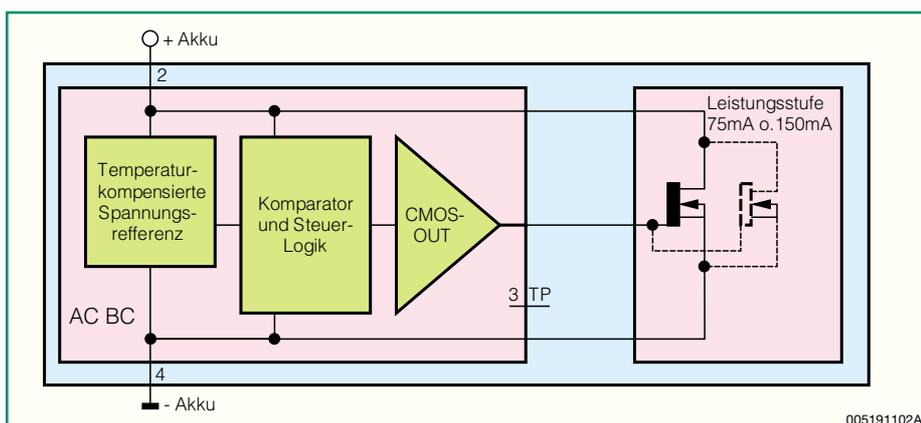


Bild 2: Blockschaltbild der Ladeschaltung für RAM-Zellen

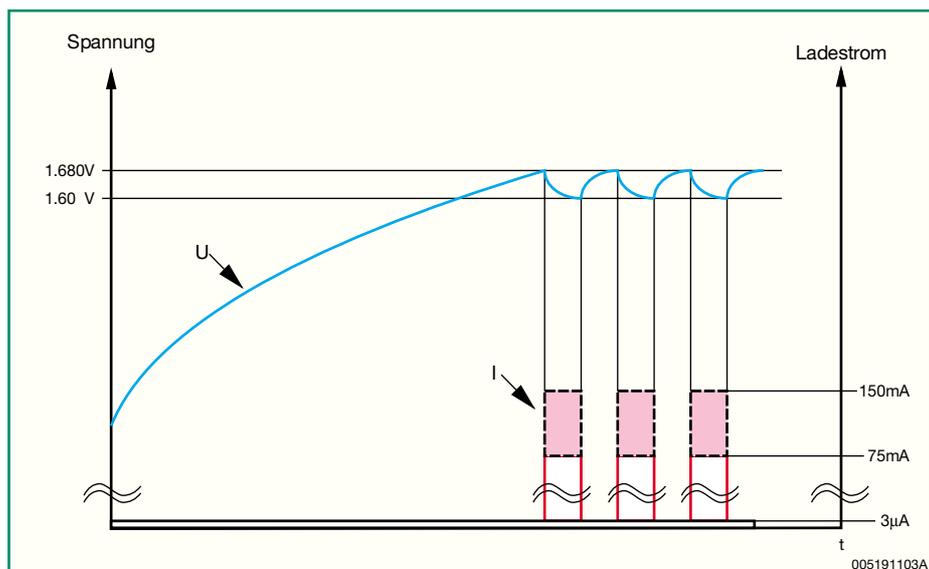


Bild 3: Strom- und Spannungsverlauf der Schutzschaltung für RAM-Zellen

Diese Elektronik wird dann direkt parallel zur Zelle angeschlossen und sorgt bei Erreichen der Ladeschlussspannung zuverlässig dafür, dass der Ladestrom abgeleitet wird (Bypass) und die Zelle damit vor einer Überladung geschützt ist. Je nach erforderlichem Ladestrom (bis 75 mA oder bis 150 mA) stehen zwei unterschiedliche Schutzschaltungsvarianten zur Verfügung, die entweder mit einem oder mit zwei MOSFETs in der Endstufe bestückt sind.

Intern besteht der Spezialchip ACBC (AccuCell Battery Control) aus einer temperaturkompensierten Spannungsreferenz, einem Komparator sowie einem CMOS-Ausgangstreiber zur Ansteuerung der Leistungsendstufe.

Die Funktionsweise der Schutzschaltung lässt sich am einfachsten anhand der Grafik in Abbildung 3 verdeutlichen. Solange die Spannung an der Zelle unterhalb von 1,68 V liegt, fließt der Ladestrom in den Akku. Ab 1,68 V leitet die Schutzschaltung den Ladestrom über den Bypass-Transistor, bzw. bei der 150-mA-Variante über die beiden Bypass-Transistoren ab, bis eine

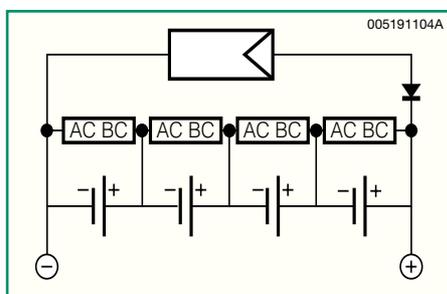


Bild 5: 6-V-Solar-Spannungsversorgung mit 4 RAM-Zellen und 4 Schutzschaltungen

Spannung von 1,6 V erreicht wird. Nun wird die Bypass-Schaltung wieder gesperrt und der Akku muss erneut den Ladestrom aufnehmen. Bei Erreichen von 1,68 V beginnt der zuvor beschriebene Vorgang dann von neuem. Die Hysterese von 80 mV dient dabei der Sättigung der Zelle.

Eine eventuelle Umpolung der Zelle beim Entladen wird durch eine integrierte Diode auf - 0,8 V begrenzt. Dieser schädigende Zustand sollte jedoch unbedingt vermieden werden.

Durch die sichere Verhinderung von Überladung wird die höchste Lebensdauer erreicht. Zusätzlich werden die Zellen bei jedem Ladezyklus homogenisiert, d. h. auf gleiches Spannungspotential gebracht.

Unterhalb von 1,6 V geht die parallel zum Akku liegende Schutzschaltung in einen Energiesparmodus, bei dem der Stromverbrauch nahezu vernachlässigbar ist. Die Belastung der Zelle bei langer Lagerung beträgt dabei weniger als 26 mAh pro Jahr.

Ein besonders interessantes Anwendungsbeispiel für die hier vorgestellte Schutzschaltung ist eine autarke Solar-Stromversorgung mit RAM-Zellen. Der Systemaufbau ist dabei bestechend einfach und in Abbildung 4 dargestellt.

Neben dem Akku, der Schutzschaltung und der Solarzelle wird nur noch eine Diode benötigt, die in Dunkelphasen ein Entladen des Akkus über die Solarzelle verhindert. Abbildung 5 zeigt eine 6-V-Solar-Spannungsversorgung mit RAM-Pufferakkus.

Die Zyklenfestigkeit von RAM-Zellen ist stark von der Entladetiefe abhängig, wie das in Abbildung 6 dargestellte Diagramm anhand einer AccuCell-Mignon-Zelle AA/LR 6 zeigt. Je früher nachgeladen wird, desto höher ist die zu erwartende Zyklenzahl. Werden z. B. pro Zyklus nur 20 % der bei der Erstladung entnehmbaren Kapazität entnommen, sind ca. 600 solcher Ladezyklen möglich. Werden nur 10 % entnommen, so sind mehr als 1.000 Zyklen möglich. Das ständige Nachladen durch Solarzellen ist für RAM-Zellen nahezu ideal, während dies bei NC-Akkus den gefürchteten Memory-Effekt hervorruft.

Mechanisch sind die Miniatur-Schutzschaltungsmodule direkt am Akku oder an einem Batteriehalter anzulöten, wie das Foto zeigt. Bei Bedarf besteht auch die Möglichkeit die Module auf ca. 14 mm Länge zu kürzen und an einer anderen Stelle innerhalb des Gerätes unterzubringen. **ELV**

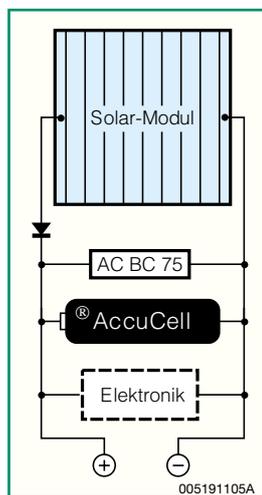


Bild 4: Autarke Solar-Stromversorgung mit Solarzelle, RAM-Akku und Schutzschaltung

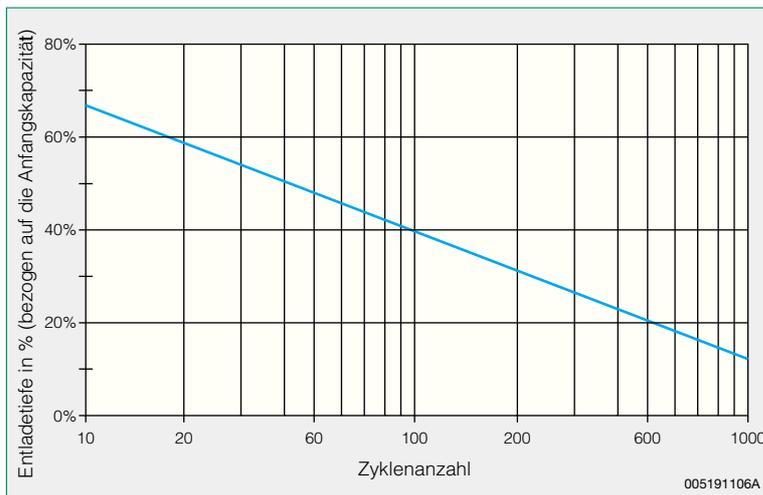


Bild 6: Die Zyklenfestigkeit einer AA-RAM-Zelle in Abhängigkeit von der Entladetiefe