

Akkupack-Entladeschaltung

Diese Schaltung kann die Lebensdauer Ihrer wertvollen Nickel-Cadmium (NC)-Akkupacks wesentlich verlängern.

Allgemeines

Nickel-Cadmium-Akkupacks sind für die meisten tragbaren Geräte nach wie vor die bevorzugte Energiequelle. Neben Elektrowerkzeugen, Mobiltelefonen, Taschenlampen und diversen anderen Geräten des täglichen Gebrauchs sind vor allem Geräte aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik sowie Laptop-Computer mit diesem Akkutyp ausgestattet.

Akkus sind zwar Verschleißteile, jedoch hängt die Lebensdauer der zum Teil recht teuren Energiespender entscheidend von der Pflege ab. Am meisten schadet dem Akku das Überladen - je höher der Ladestrom ist, mit dem ein vollgeladener Akku beaufschlagt wird, desto schädlicher. Der Akku kann dann die zugeführte Energie nicht mehr aufnehmen und setzt diese in Wärme um. Als Folge steigt der Innendruck stark an, und letztendlich folgt die Zerstörung des Akkus.

Intelligente Ladekonzepte, die bei Erreichen der maximal speicherbaren Energie den Ladevorgang beenden, können eine Überladung sicher verhindern.

Wie bei allen anderen Akkutypen schadet auch dem Nickel-Cadmium-Akku eine Tiefentladung. Die Schädigung des Akkus

ist dabei entscheidend von der Dauer der Tiefentladung abhängig.

Ein weiteres nicht zu vernachlässigendes Problem stellt der bei Nickel-Cadmium-Akkus gefürchtete „Memory (Gedächtnis)-Effekt“ dar. Werden Sinter-Zellen wiederholt nicht bis zur Entladeschlussspannung von 0,8 V bis 1 V je Zelle genutzt, sondern nur teilentladen, so kann durch den anschließenden Ladevorgang nicht mehr die volle Kapazität erreicht werden. Der Akku „erinnert“ sich sozusagen daran, nur eine Teilkapazität abzugeben zu haben. Des weiteren tritt bei einigen Akkutypen auch der „Memory-Effekt“ auf, wenn diese über einen längeren Zeitraum

Technische Daten: Akkupack-Entladeschaltung

Akku-Nennspannungen: ... 6 V, 7,2 V, 9,6 V, 12 V
 Entladestrom: bei 6 V ca. 840 mA
 bei 7,2 V ca. 650 mA
 bei 9,6 V ca. 510 mA
 bei 12 V ca. 400 mA

Verlustleistung: ca. 5 W

- Spannungsversorgung durch den zu entladenen Akkupack
- Stromaufnahme nach Erreichen der Entladeschlussspannung: ca. 1mA

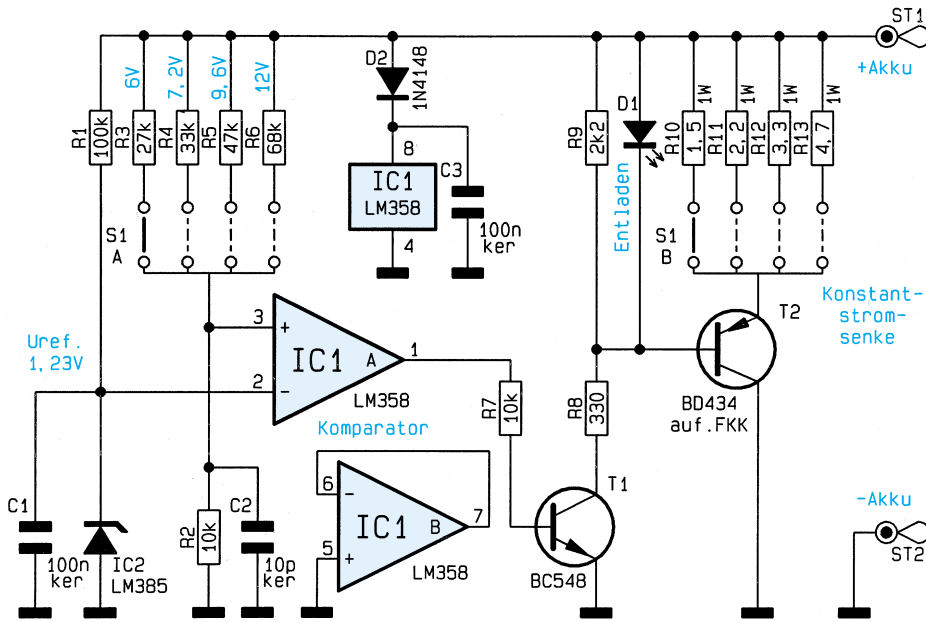


Bild 1: Schaltbild der Akkupack-Entladeschaltung

mit einem niedrigen konstanten Strom geladen werden.

Während Akku-Bohrschrauber, Modellfahrzeuge usw. den Akkupack durchaus bis zur Entladeschlussspannung oder sogar darunter entladen können, ist dies bei den meisten Camcordern und Laptops aus Sicherheitsgründen nicht möglich. Viele Geräte schalten bereits weit vor Erreichen der Entladeschlussspannung ab.

Leider verfügen viele Ladegeräte dieser hochwertigen Mobilgeräte über keine Entlademöglichkeit, so daß die Schädigung des Akkus bereits nach relativ kurzer Nutzungsdauer eintritt.

Der teure Akkupack muß nun weit vor seiner maximal erreichbaren Lebensdauer entsorgt werden, und zwar im Sondermüll. Denn wie bereits der Name schon sagt, enthalten NC-Zellen das auch als Umweltgift bekannte Schwermetall Cadmium.

Eine lange Akkuliebensdauer ist somit nicht nur aus ökonomischer, sondern auch aus ökologischer Sicht wichtig.

Der „Memory-Effekt“ kann sicher vermieden werden, wenn vor jedem fünften bis zehnten Ladezyklus eine Entladung bis zur Entladeschlussspannung erfolgt.

Genau hier setzt die ELV-Akkupack-Entladeschaltung an und schafft Abhilfe bei Ladegeräten, die über keine Vorentlademöglichkeit verfügen. Die Akkupack-Entladeschaltung ist für 6V-, 7,2V-, 9,6V-, und 12V-Akkupacks vorgesehen. Durch eine Dimensionierungsänderung ist auch leicht eine Anpassung an andere Akkumennspannungen möglich.

Schaltung

Die nur aus einer Handvoll Standard-Bauelementen bestehende Entladeschaltung ist in Abbildung 1 zu sehen. Zur Spannungsversorgung der Schaltung dient gleich der zu entladende Akkupack, so daß keine weiteren Komponenten anzuschließen sind.

Im wesentlichen besteht die Schaltung aus einem mit IC 1 A aufgebauten Komparator und einer mit T 2 und externen Komponenten aufgebauten einstellbaren Konstantstromsenke.

Betrachten wir zunächst die Kompara-

tor im Zusammenhang eine Doppelfunktion. Zum einen signalisiert D 1 den Entladevorgang, und zum anderen hält D 1 die Basisspannung des Leistungstransistors T 2 konstant 2 V bis 2,4 V unterhalb der Akkumennspannung.

Der Entladestrom ist nun abhängig vom jeweils mit S 1 B selektierten Emitterwiderstand und errechnet sich nach der Formel:

$$I_{\text{Entlade}} = \frac{U_{D1} - U_{EB}}{R_E}$$

Die Dimensionierung der 4 Emitterwiderstände wurde nun so gewählt, daß in jeder Schalterstellung ca. 4 W mit T 2 und ca. 1 W mit dem jeweiligen Emitterwiderstand in Wärme umgesetzt wird.

Sobald die Spannung am nicht-invertierenden Eingang des Komparators unterhalb die Referenzspannung fällt, wechselt der Ausgang (Pin 1) des Komparators von „high“ nach „low“.

T 1 sperrt, die Leuchtdiode D 1 erlischt, und T 2 wird in den sperrenden Zustand versetzt, d. h. die Stromsenke desaktiviert.

Wie bereits erwähnt, ist die Dimensionierung der Schaltung so gewählt, daß die gebräuchlichsten Akkupacks mit 6V-, 7,2V-, 9,6V- und 12V-Nennspannung direkt anschließbar sind. Aber auch die Anpassung an andere Akkutypen und Nennspannungen ist kein Problem.

Um z. B. einen 12zelligen NC-Akku mit 14,4V-Nennspannung bis zur Entladeschlussspannung von 0,8 V bis 1 V je Zelle zu entladen, sind nur 2 Widerstände neu zu dimensionieren. In unserem Beispiel neh-

Wesentlich längere Lebensdauer bei NC-Akkupacks durch regelmäßige Entladung bis zur Entladeschlussspannung

torschaltung. Das über R 1 aus dem zu entladenen Akku mit Strom versorgte Referenzelement liefert eine Referenzspannung von 1,23 V, die dem invertierenden Eingang (Pin 2) des Komparators zugeführt wird. Am nicht-invertierenden Eingang (Pin 3) des Komparators liegt über dem mit S 1 A veränderbaren Spannungsteiler eine zur Akkuspannung proportionale Spannung an.

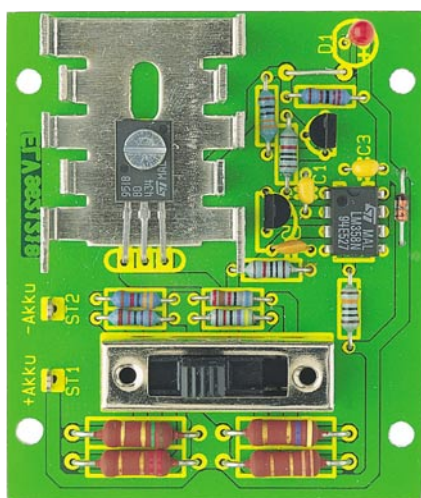
Solange die an Pin 3 anliegende Spannung größer als die Referenzspannung ist, führt der Ausgang des Komparators High-Pegel, und der Treiber-Transistor T 1 ist durchgesteuert. Dieser wiederum steuert über R 8 die mit T 2 und externen Komponenten aufgebaute einstellbare Stromsenke.

Die Leuchtdiode D 1 übernimmt in die-

men wir an, daß die 12V-Schalterstellung jetzt zur Entladung eines 14,4V-Akkus dienen soll.

Betrachten wir zuerst den Spannungsteiler am nicht-invertierenden Eingang des Komparators IC 1 A. Ausgehend von einer mittleren Entladeschlußspannung von 0,9 V je Zelle muß dann bei 10,8V-Akkuspannung (12 Zellen à 0,9 V) die Spannung an Pin 3 des Komparators 1,23 V betragen. Da die Spannungen am Spannungsteiler (R 6, R 2) proportional zu den Widerständen sind, können wir einfach einsetzen:

$$R_6 = \frac{(U_{\text{Akku}} - U_{R2}) \cdot R_2}{U_{R2}} = \frac{(10,8 \text{ V} - 1,23 \text{ V}) \cdot 10 \text{ k}\Omega}{1,23 \text{ V}} = 77,8 \text{ k}\Omega$$



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte

Wir wählen den nächsten Normwert, also 82 kΩ. Die Entladeschlußspannung liegt damit noch voll im Toleranzbereich.

Der Emitterwiderstand der Stromsenke (R 13) ist nun so zu dimensionieren, daß T 2 nicht mehr als 4 W in Wärme umsetzen muß. Ausgehend von einem Spannungsabfall von 2,4 V an D 1 liegt an der Emitter-/Kollektorstrecke des Transistors T 2 dann $U_{\text{Akku}} - (U_{D1} - U_{EB})$, also 12,7 V an. Bei 4W-Verlustleistung am Transistor beträgt der maximale Entladestrom dann

$$I = \frac{P_{T2}}{U_{T2}} = \frac{4 \text{ W}}{12,7 \text{ V}} = 315 \text{ mA}$$

Mit diesem Strom können wir nun einfach R 13 errechnen:

$$R_{13} = \frac{U_{\text{Akku}} - U_{T2}}{I} = \frac{14,4 \text{ V} - 12,7 \text{ V}}{315 \text{ mA}} = 5,39 \Omega$$

Auch hier wählen wir dann den nächsten Normwert, also 5,6 Ω.

Dieses kleine Beispiel zeigt, daß die Schaltung durch geeignete Dimensionie-

Stückliste: Akkupack-Entladeschaltung

Widerstände:

1,5Ω/1W	R10
2,2Ω/1W	R11
3,3Ω/1W	R12
4,7Ω/1W	R13
330Ω	R8
2,2kΩ	R9
10kΩ	R2, R7
27kΩ	R3
33kΩ	R4
47kΩ	R5
68kΩ	R6
100kΩ	R1

Kondensatoren:

10pF/ker	C2
100nF/ker	C1, C3

Halbleiter:

LM358	IC1
LM385Z1,23	IC2
BC548	T1
BD434	T2
1N4148	D2
LED, 3mm, rot	D1

Sonstiges:

- Print-Schiebeschalter, 4 Stellungen je 2 x ein S1
- 1 Kühlkörper, FK216
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm
- 1 Mutter, M3
- 2 Lötstifte mit Lötöse
- 3cm Silberdraht

rung schnell und einfach an fast jeden Akkupack angepaßt werden kann.

Die Kondensatoren C 1 und C 2 verhindern Störeinkopplungen und C 3 dient zur Abblockung der Betriebsspannung.

Nachbau

Wenn wir uns genau an die Stückliste und den Bestückungsplan halten, ist der Nachbau dieser kleinen Schaltung denkbar einfach und schnell erledigt.

Zuerst ist eine kleine Drahtbrücke neben D 1 einzulöten. Danach sind die Anschlußbeinchen der Widerstände 2 mm hinter dem Gehäuseaustritt um 90° abzuwinkeln, durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen und an der Lötseite leicht anzuwinkeln. Nach Umdrehen der Leiterplatte werden sämtliche Widerstände in einem Arbeitsgang verlötet und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten.

Die beiden Lötstifte mit Öse zum Anschluß der Akkuleitungen sind vor dem

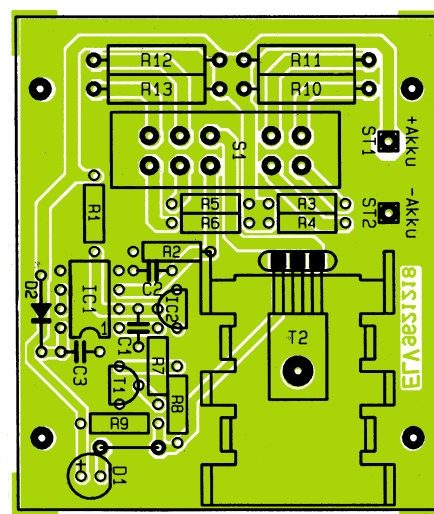
Anlöten stramm in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu pressen. Als dann werden die 3 Keramik Kondensatoren bestückt.

Die Anschlußbeinchen des Referenzspannungselements (IC 2) und des Transistors T 1 sind vor dem Verlöten so weit wie möglich durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen.

Der Operationsverstärker IC 1 ist so einzusetzen, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Danach wird der 4polige Schiebeschalter bestückt und die Anschlußpins an der Lötseite mit ausreichend Lötzinn festgesetzt.

Die Anschlußbeinchen des Leistungs-



Bestückungsplan der Akkupack-Entladeschaltung

transistors T 2 sind 7 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln. Alsdann wird T 2 mit einer Schraube M3 x 8 mm und zugehöriger Mutter liegend in einem U-Kühlkörper auf die Leiterplatte montiert.

Zur besseren thermischen Kopplung ist es sinnvoll, zuvor die Kühlfläche des Transistors dünn mit Wärmeleitpaste einzustreichen. Erst danach sind die Anschlußbeinchen zu verlöten und auf die erforderliche Länge zu kürzen.

Als letztes Bauteil bleibt nur noch die Leuchtdiode D 1, die je nach Einbau der Platine gerade bzw. abgewinkelt eingelötet oder mit einadrig isolierten Leitungen verlängert wird.

Die Katodenseite der Leuchtdiode ist im Bereich des unteren Gehäusekragens abgeflacht!

Die bestückte Platine der Entladeschaltung ist für den Einbau in ein geschlossenes Gehäuse vorgesehen. Dabei ist eine ausreichende Luftzirkulation zur Kühlung des Leistungstransistors sicherzustellen.

