



Lithium-Akku-Monitor

Diese kleine Schaltung zeigt den aktuellen Energieinhalt von Lithium-Akkus in Prozent und in grafischer Form auf einem Display an. Unnötige, lebensdauerverkürzende Ladevorgänge können dadurch vermieden werden.

Allgemeines

Lithium-Akkus, insbesondere die modernen Lithium-Polymer-Zellen, setzen sich sowohl im Consumer-Bereich als auch im Modellbau-Bereich aufgrund der Vorteile, wie geringes Gewicht, hoher Energieinhalt und geringe Selbstentladung, mehr und mehr durch.

Nachteilig sind die nach wie vor hohen Preise für diesen modernen Zellentyp und die hohe Empfindlichkeit gegenüber Überladung und Tiefentladung.

Da der aktuelle Füllstand eines Akkus oder Akku-Packs aber in der Regel nicht bekannt ist, wird oft schon nachgeladen, obwohl noch eine ausreichende Nutzungsdauer zur Verfügung stehen würde. Abgesehen von dem damit verbundenen Aufwand verkürzt jeder Ladevorgang die Lebensdauer des teuren Akkus.

Wünschenswert ist daher, jederzeit eine Information über den aktuellen Füllstand des Akkus zu haben, um die verbleibende Nutzungsdauer kalkulieren zu können.

Der Lithium-Akku-Monitor LAM 5 ist für den universellen Einsatz ausgelegt und kann sowohl in Verbindung mit Lithium-Einzelzellen als auch an bis zu 5 in Reihe geschalteten Zellen betrieben werden. Aufgrund der äußerst geringen Stromaufnahme

kann die Schaltung ständig mit dem Akku verbunden bleiben.

Angezeigt wird der aktuelle Füllstand des Akkus von 0 % bis 100 % in 5-Prozent-Abstufungen. Des Weiteren kann direkt die Akkuspannung angezeigt werden, wobei mit einem Taster zwischen der Spannungsanzeige und der Anzeige des Füllstandes in % beliebig umgeschaltet werden kann. Eine zusätzliche grafische Balkenanzeige in 20-Prozent-Abstufungen steht ständig zur Verfügung.

Zur Anpassung an die individuellen Betriebsbedingungen können die Zellenzahl, die Ladeschluss-Spannung und die maximal zulässige Entladespannung (0-Prozent-Anzeige) individuell konfi-

guriert werden. Die Konfigurationsdaten werden in einem nicht flüchtigen Speicher (EEPROM) gespeichert und bleiben auch bei Spannungsausfall erhalten.

Im Gegensatz zu anderen Akku-Systemen kann bei Lithium-Zellen aufgrund der Leerlauf-Zellenspannung eine Aussage über den aktuellen Ladungsinhalt gemacht werden. Da zur Füllstandsanzeige bei diesem Akkutyp die Erfassung der Lade-/Entladeströme nicht erforderlich ist, ist die Realisierung der Schaltung recht einfach möglich. Es ist nur noch die Erfassung der Leerlaufspannung und eine Umrechnung in Prozent entsprechend der vorgenommenen Konfiguration erforderlich.

Die Belastung des zu überwachenden

Technische Daten: Lithium-Akku-Monitor LAM 5	
Geeignete Akku-Technologie:	Lithium-Ionen, Lithium-Polymer
Zellenzahl:	1 bis 5 (konfigurierbar)
Anzeige:	LC-Display (Spannung, Energieinhalt in 5-%-Abstufungen, grafische Symbolanzeige)
Bedienung:	2 Miniatur-Taster
Ladeschluss- und Entladeschluss-Spannung:	konfigurierbar
Betriebsspannung:	3 bis 21 V
Stromaufnahme:	<50 µA
Abmessungen (Platine):	31 x 23 mm

Akkus durch die Schaltung kann aufgrund der äußerst geringen Stromaufnahme von ca. 50 μA vernachlässigt werden. Der Anwender muss somit keine nennenswerte Verringerung der Betriebsdauer in Kauf nehmen.

Bedienung und Konfiguration

Die Bedienung und Konfiguration des Lithium-Akku-Monitors ist ausgesprochen einfach. Zunächst wird durch Setzen einer Lötbrücke (JP 1 bis JP 5) die Zellenzahl des angeschlossenen Akkus entsprechend Tabelle 1 konfiguriert. Danach wird eine Gleichspannung an das Modul angeschlossen, die der Ladeschluss-Spannung des Akkus entspricht (z. B. 12,6 V bei einem 3-zelligen Lithium-Polymer-Akku).

Nach der automatischen Initialisierung

Bild 1:
Typischer
Entlade-
spannungs-
verlauf
einer
Lithium-
zelle

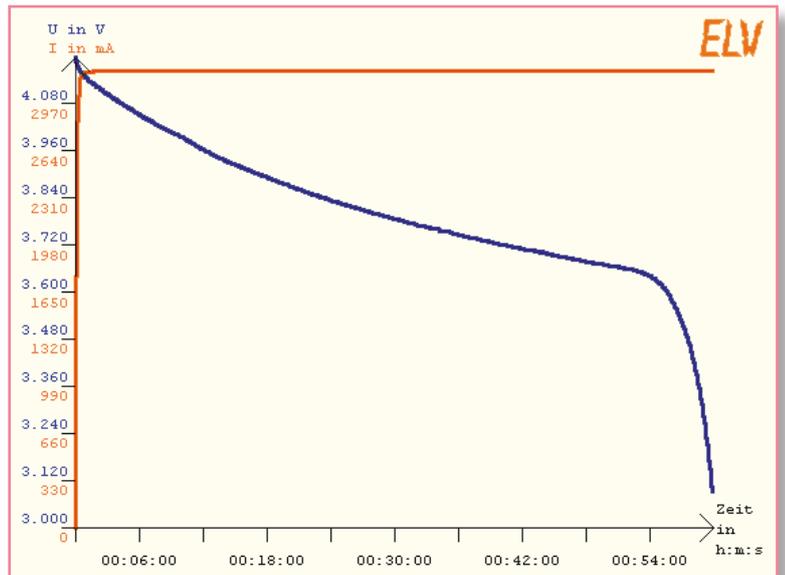


Tabelle 1: Konfiguration der Zellenzahl

Zellenzahl	JP 1	JP 2	JP 3	JP 4	JP 5
1	geschlossen	offen	offen	offen	offen
2	offen	geschlossen	offen	offen	offen
3	offen	offen	geschlossen	offen	offen
4	offen	offen	offen	geschlossen	offen
5	offen	offen	offen	offen	geschlossen

und einem Displaytest ist die Taste TA 1 des Moduls ca. 5 Sekunden gedrückt zu halten, um in den Programmiermodus zu gelangen. Mit der Taste TA 2 wird dann im nächsten Schritt die Ladeschluss-Spannung des Akkus ausgewählt (4,1 V je Zelle bei Lithium-Ionen, 4,2 V je Zelle bei Polymer).

Mit einer kurzen Betätigung des Tasters TA 1 wird die ausgewählte Ladeschluss-Spannung gespeichert und automatisch das Menü zur Auswahl der Entladeschluss-Spannung aufgerufen. Auch hier erfolgt die Auswahl des gewünschten Spannungswertes mithilfe des Tasters TA 2. Je nach Entlade-

bedingung kann bei einer Leerlaufspannung von 3,3 V bis 3,6 V je Zelle von einem völlig entladenen Akku ausgegangen werden. Die typische Entladekurve eines Lithium-Polymer-Akkus ist in Abbildung 1 dargestellt. Eine Tiefentladung unter 2,5 V je Zelle ist unbedingt zu vermeiden, da dies zur irreversiblen Schädigung des Akkus führt. Durch eine kurze Betätigung des Tasters TA 1 ist dann der 0 % entsprechende Spannungswert abzuspeichern.

Die Konfiguration ist nun abgeschlossen und das Modul kann am vorgesehenen Akku angeschlossen werden. Dazu ist jeweils durch eine kurze Leitung ST 1 mit dem Pluspol und ST 2 mit dem Minuspol des Akkus zu verbinden (bitte Hinweise im Kapitel Nachbau beachten.). Nachdem das Modul konfiguriert und angeschlossen ist, kann mit der Taste TA 1 beliebig zwischen der Anzeige der Akkuspannung und des Füllstandes in % umgeschaltet werden.

Schaltung

Die mit relativ wenig Aufwand realisierte Schaltung des Lithium-Akku-Monitors LAM 5 ist in Abbildung 2 dargestellt. Zentrales Bauelement der Schaltung ist dabei der Single-Chip-Mikrocontroller

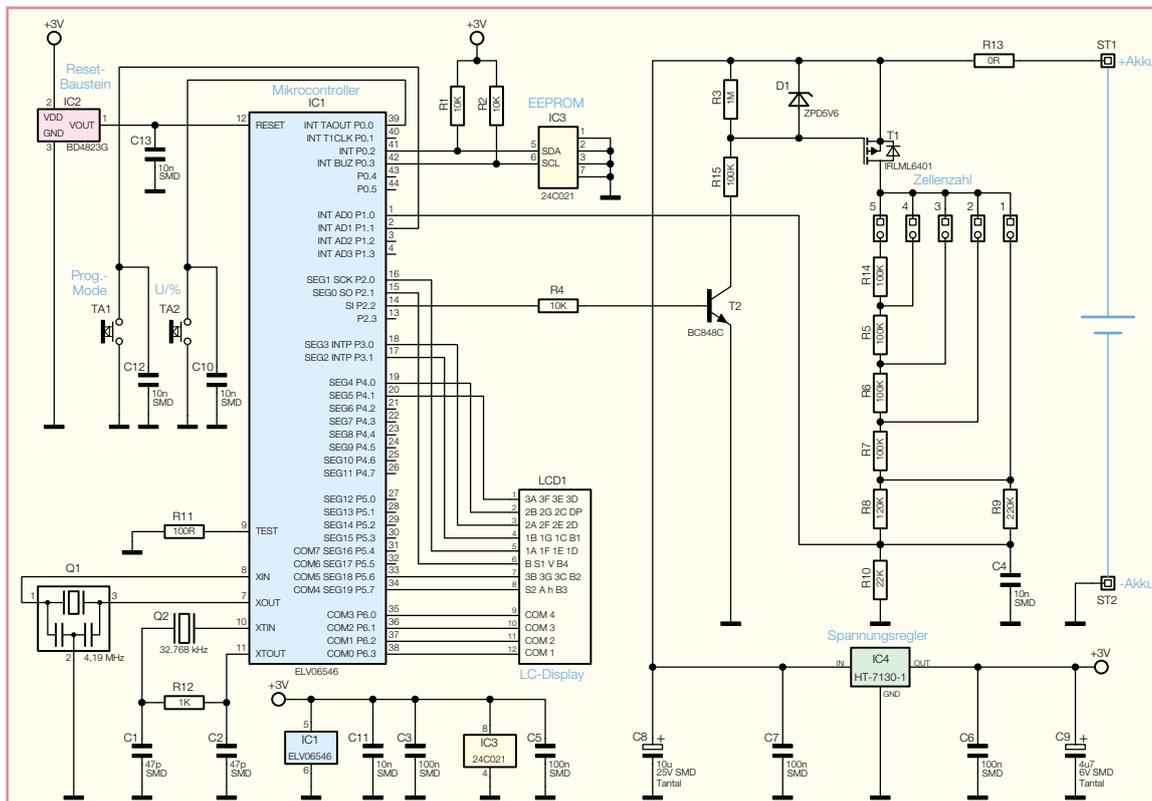


Bild 2: Schaltbild des LAM 5

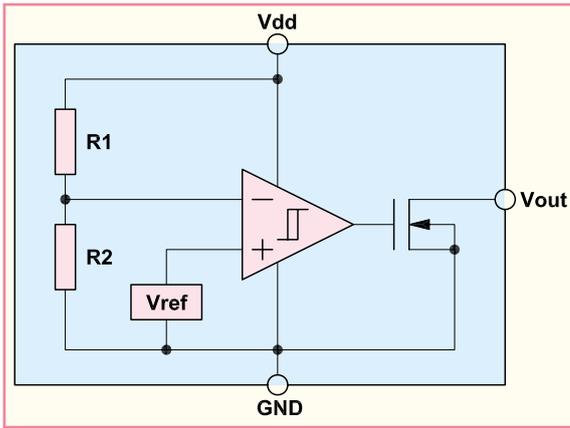


Bild 3: Interner Aufbau des Spannungsüberwachungsbausteins BD4823G

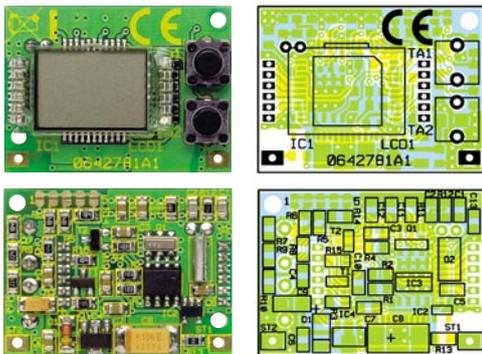
IC 1, der mit wenig externer Beschaltung auskommt.

Über 8 Segmentleitungen und 4 Com-Leitungen ist das Display (LCD 1) direkt mit dem Mikrocontroller verbunden, der zur Messwerterfassung mit einem integrierten A/D-Wandler ausgestattet ist.

Das EEPROM IC 3 speichert die Konfigurationsdaten und ist über den I²C-Bus (SDA, SCL) mit dem Mikrocontroller verbunden. Dabei handelt es sich um eine unidirektionale Taktleitung (SCL, Pin 6) und eine bidirektionale Datenleitung (SDA, Pin 5). Die Widerstände R 1 und R 2 dienen in diesem Zusammenhang am Bus als „Pull-ups“.

Für das interne Zeitmanagement verfügt der Controller über 2 integrierte Taktoszillatoren, die extern an Pin 7 und Pin 8 sowie an Pin 10 und Pin 11 zugänglich sind. Der mit einem 4,19-MHz-Keramikschwinger beschaltete schnelle Oszillator an Pin 7 und Pin 8 ist nur während der Messwerterfassung aktiv. Um den Energieverbrauch auf ein Mindestmaß zu reduzieren, arbeitet der Controller während der überwiegenden Zeit mit dem langsamen Uhrenquarz (Q 2) an Pin 10 und Pin 11 des Bausteins. Hier sind zusätzlich noch die Kondensatoren C 1, C 2 und der Widerstand R 12 erforderlich.

Die beiden Bedientaster des Moduls sind



Ansicht der fertig bestückten Platine des LAM 5 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

direkt ohne weitere Beschaltung mit den Port-Anschlüssen des Mikrocontrollers verbunden. Die beiden Kondensatoren C 10 und C 12 dienen in diesem Zusammenhang zur Störunterdrückung.

Die analoge Erfassung der Akkuspannung erfolgt mit dem integrierten A/D-Wandler an Port P 1.0. Dazu wird die Akkuspannung über den P-Kanal-FET T 1 auf den mit R 5 bis R 10 sowie R 14 aufgebauten konfigurierbaren Spannungsteiler gegeben. Je nach Zellenzahl des angeschlossenen Akkus ist eine Lötbrücke (JP 1 bis JP 5)

entsprechend Tabelle 1 zu setzen. Damit der Spannungsteiler den Akku nicht unnötig belastet, wird T 1 nur während der Messwerterfassung über den Treibertransistor T 2 in den leitenden Zustand versetzt.

Der integrierte Spannungsüberwachungsbaustein IC 2, dessen interner Aufbau in Abbildung 3 zu sehen ist, sorgt

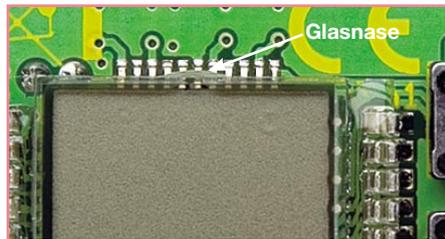


Bild 4: Die Glasnase des Displays muss nach oben zeigen

für einen definierten Power-On-Reset des Controllers und hält diesen bei Spannungen unter 2,3 V ständig im Reset-Zustand.

Die Spannungsversorgung des Moduls erfolgt direkt aus dem zu überwachenden Akku bzw. Akku-Pack. Über den Schutzwiderstand R 13 wird die Spannung auf den Pufferelko C 8 und den Eingang des Spannungsreglers IC 4 gekoppelt. Bei Eingangsspannungen über 3 V stehen ausgangseitig stabilisiert 3 V zur Verfügung, während Eingangsspannungen unter 3 V direkt zum Ausgang gelangen. Aufgrund der geringen Strombelastung kommt es am Low-Drop-Spannungsregler (IC 4) zu keinem nennenswerten Spannungsabfall. Ausgangsseitig dienen C 6 und C 9 zur Schwingneigungs- und Störunterdrückung.

Nachbau

Der praktische Aufbau des Lithium-Akku-Monitors ist einfach und schnell erledigt, da bereits alle SMD-Komponenten werksseitig vorbestückt sind.

Nur das 12-polige Display und die beiden Bedientaster sind noch von Hand

Stückliste: LAM 5

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805.....	R13
100 Ω/SMD/0805.....	R11
1 kΩ/SMD/0805.....	R12
10 kΩ/SMD/0805.....	R1, R2, R4
22 kΩ/SMD/0805.....	R10
100 kΩ/SMD/0805..	R5–R7, R14, R15
120 kΩ/SMD/0805.....	R8
220 kΩ/SMD/0805.....	R9
1 MΩ/SMD/0805.....	R3

Kondensatoren:

47 pF/SMD/0805.....	C1, C2
10 nF/SMD/0805.....	C4, C10–C13
100 nF/SMD/0805.....	C3, C5–C7
4,7 µF/6 V/tantal/SMD.....	C9
10 µF/25 V/tantal/SMD.....	C8

Halbleiter:

ELV06546/SMD.....	IC1
BD4823G/SMD.....	IC2
S524-C20D21(24C021)/SMD.....	IC3
HT7130/SMD.....	IC4
IRLML6401/SMD.....	T1
BC848C.....	T2
ZPD5V6.....	D1
LC-Display.....	LCD1

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4,19 MHz, SMD.....	Q1
Quarz, 32,768 kHz.....	Q2
Mini-Drucktaster, 1 x ein, print.....	TA1, TA2
10 cm flex. Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , rot	
10 cm flex. Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , schwarz	

zu verarbeiten. Beim Einbau des Displays ist dabei unbedingt auf die korrekte Einbaulage zu achten. Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, muss die Glasnase des Displays nach oben weisen.

Die beiden Bedientaster sind so einzulöten, dass die Tastergehäuse plan auf der Leiterplattenoberfläche aufliegen. Danach werden alle überstehenden Drahtenden (Display und Taster) an der Platinenunterseite mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Jetzt sind nur noch die beiden Anschlussleitungen zur Verbindung mit den Akku-Anschlüssen anzulöten.

Die abisolierten und verdrehten Leitungsenden werden von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite sorgfältig verlötet. Um ein versehentliches Lösen zu verhindern, werden die Leitungsenden jeweils an der Platinenoberseite mit einem Tropfen Klebstoff gesichert.

Nach dem Anlöten der Anschlussleitungen am Akku kann das Modul z. B. mit einem doppelseitig klebenden Schaumstoff-Klebestreifen am zu überwachenden Akku angebracht werden. **ELV**