

Akku-Lade-Zustands- überwachung

Die hier vorgestellte Akku-Lade-Zustandsüberwachung basiert auf einem intelligenten Akku-Management IC der Firma Philips und ist in der Lage, eine recht genaue Ladungsbilanz über den aktuellen Energieinhalt eines Nickel-Cadmium-Akkus zu führen.

Allgemeines

Netzunabhängige, akkubetriebene Geräte erfreuen sich in der modernen Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik großer Beliebtheit, weil u.a. derartige Geräte ohne störende Kabel an jedem beliebigen Ort einsetzbar sind. Doch gerade die üblicherweise verwendeten NC-Akkus benötigen für eine entsprechend lange Lebensdauer die richtige Pflege. Häufig nützt das beste akkubetriebene Gerät nichts, da in dem Moment, wenn das Gerät benötigt wird, der Akku entweder leer oder dessen Energieinhalt unbekannt und somit die verbleibende Nutzungsdauer nicht kalkulierbar ist.

Wird zum Laden des Akkus kein halbwegs intelligentes Ladegerät eingesetzt, besteht beim Nachladen halbleerter Akkus die Gefahr einer Überladung, was wiederum für den Akku genauso schädlich ist wie eine Tiefentladung.

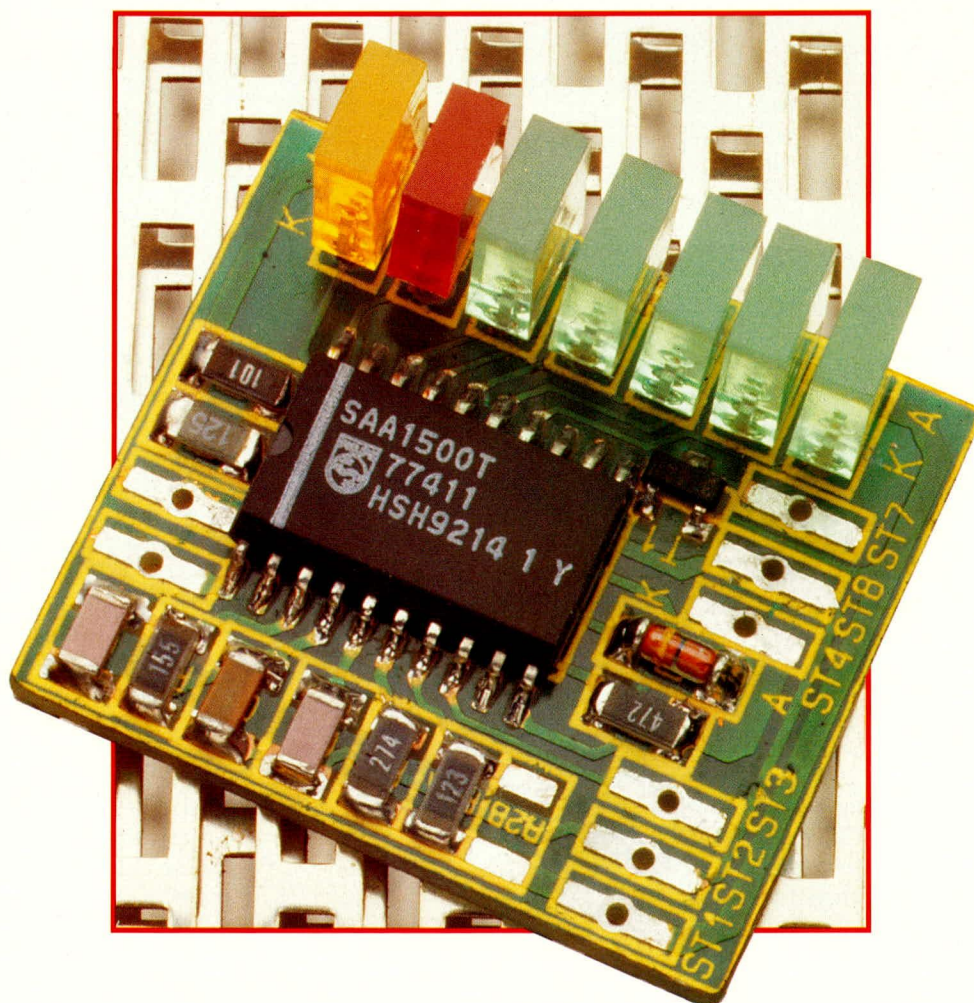
Da der aktuelle Energieinhalt eines Akkus weder gemessen werden kann (ohne den Akku zu entleeren), noch in irgendeiner anderen Form dem Akku anzusehen ist, kommt zur Überwachung nur ein intelligentes Akku-Management-Konzept in Frage. Diese Aufgabe übernimmt die komplexe integrierte Schaltung SAA 1500 der Firma Philips, die jedoch zur exakten „Überwachung“ ständig mit dem Akku bzw. Akkupack verbunden bleiben muß.

Die Schaltung detektiert nicht nur, ob

die Last eingeschaltet ist, sondern berücksichtigt auch den aktuellen Laststrom sowie die Selbstentladung des Akkus.

Aus den zu- und abfließenden Strömen wird eine Ladungsbilanz erstellt und mittels Leuchtdioden angezeigt.

Im Prinzip wird beim Aufladen ein Zähler hoch- und beim Entladen runtergezählt. Da jedoch in der Praxis noch verschiedene andere Faktoren zu berücksichtigen sind, wie z. B. die Akku-Selbstentladung oder daß sich ein neuer Akku bei den ersten Ladungen anders verhält wie ein Akku, der bereits mehrere Male geladen wurde, gestaltet sich das einfache Prinzip in der Praxis erheblich schwieriger (wie auch aus dem Blockschaltbild des SAA 1500 ersichtlich ist).



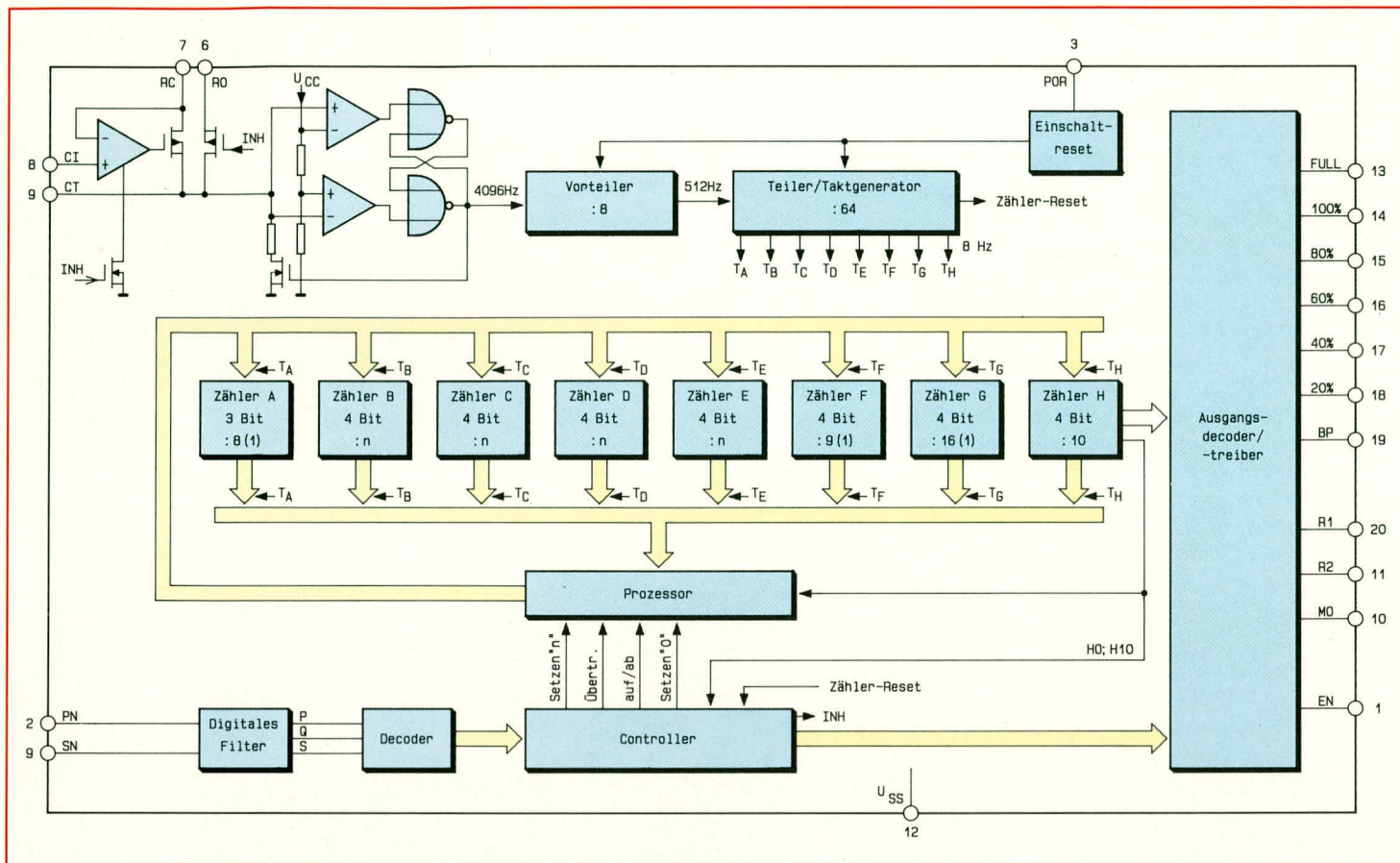


Bild 1: Blockschaltbild des Akku-Management ICs SAA1500 von Philips

Die im SAA 1500 integrierten Aufwärts-/Abwärtszähler werden mit zum Lade- bzw. Entladestrom proportionalen Taktfrequenzen angesteuert, wobei der aktuelle Zählerstand den Energieinhalt des Akkus repräsentiert. Eine daraus errechnete Ladungsbilanz kann dann mit Leuchtdioden (oder LC-Anzeige) in Prozent oder in Minuten/Stunden Betriebszeit angezeigt werden.

Neben dem aktuellen Akkuinhalt werden noch weitere wichtige Betriebszustände ausgegeben, so daß z.B. auch ein angeschlossenes Ladegerät einfach steuerbar ist. Zusätzlich besteht die Möglichkeit zwi-

sehen Schnell- und Erhaltungsladung zu unterscheiden. Die Ausgabe eines akustischen Alarmsignals beim Unterschreiten von 10% Restenergieinhalt rundet die Funktionsvielfalt dieses Schaltkreises ab.

Doch kommen wir nun zu dem in Abbildung 1 dargestellten Blockschaltbild. Im wesentlichen besteht der Baustein aus 8 unterschiedlichen prozessorgesteuerten Aufwärts-/Abwärtszählern, dessen Zählerstände in Abhängigkeit der externen Ge-

gebenheiten verändert und der Ausgangsdecoder-/Treiberstufe zugeführt werden.

Der integrierte RC-Oszillator wird an den Anschlüssen CT und R0 extern beschaltet und liefert eine Grundfrequenz von 4096 Hz.

Ein im Laststromkreis liegender, an CI angeschlossener, niederohmiger Widerstand dient zur Stromerfassung. Der an diesem Widerstand hervorgerufene Spannungsabfall wird wiederum zur Steuerung des Oszillators herangezogen, wobei ein absolut linearer Zusammenhang zwischen Gleichstrom und Oszillatorfrequenz be-

Tabelle 1: Die unterschiedlichen Betriebszustände des SAA 1500

Wahl der unterschiedl. Betriebszustände		Betriebszustand	Zähleranfangswerte								Zyklusdauer
DN	SN		A	B	C	D	E	F	G	H	
0	0	Test: schnell aufwärtszählen	1	1	1	1	1	1	1	10	1,25 Sek
0	1	Test: schnell abwärtszählen	1	1	1	1	1	1	1	10	1,25 Sek
1	0	schnurloses Entladen	1	1	1	1	12	9	16	10	36 Min. bei $I_L = \max$
1	1	Abgeschaltete Last: Selbstentladung	0	10	12	10	10	9	16	10	200 Tage
1	1	Abgeschaltete Last: Anfangselbstentladung	0	5	12	10	10	9	16	10	100 Tage
>20 kHz	0	Netzbetrieb: Standby	0	0	0	0	0	0	0	0	-
>20 kHz	1	Netzbetrieb: Schnellladen	1	1	1	1	10	9	16	10	30 Min
<14 kHz	0	12V-Betrieb: Entladen	1	1	1	1	12	9	16	10	36 Min bei $I_L = \max$
<14 kHz	1	12V-Betrieb: Laden	1	1	4	8	10	9	16	10	16 Std.

steht. Zusätzlich ist noch das Verhältnis zwischen der Eingangsspannung an CI und der Frequenzänderung durch die externe Beschaltung am Anschluß RC veränderbar.

Nachdem das Oszillatorsignal einen Vorwiderstand (:8) durchlaufen hat, folgt ein Teiler- und Taktgenerator, der wiederum 8 zeitlich gestaffelte Taktsignale abgibt.

Die in Tabelle 1 dargestellten 9 unterschiedlichen Betriebszustände des Systems werden über die Eingänge PN und SN erfaßt und über ein digitales Filter, einen Decoder und Controller dem Prozessor mitgeteilt, wobei der PN-Eingang vom Ladegerät gesteuert werden muß. Das Ladegerät muß in diesem Fall unter anderem die Frequenzen $<14\text{ kHz}$ und $>20\text{ kHz}$ zur Verfügung stellen. Eine entsprechende Schaltung veröffentlichen wir in der Ausgabe des „ELVjournal 2/93“.

Zur Schaltung

Nachdem wir uns mit der grundsätzlichen Funktionsweise des Schaltkreises beschäftigt haben, kommen wir zur detaillierten Schaltungsbeschreibung.

Da alle wesentlichen Komponenten zur Ladungsüberwachung im SAA 1500 integriert sind, beschränkt sich der externe Schaltungsaufwand auf wenige Bauelemente. Des weiteren verringert sich der Platzbedarf dieser Schaltung durch SMD-Technologie auf einige Quadratzentimeter, so daß auch ein nachträglicher Einbau in ein bestehendes Gerät möglich ist.

Von der Konzeptionierung her ist das IC für eine Betriebsspannung zwischen 2 und 4 V, entsprechend 2 oder 3 NC-Zellen vorgesehen. Soll hingegen das IC bei grö-

ßeren Akkupacks zum Einsatz kommen, ist, wie z. B. aus Bild 3 ersichtlich, eine entsprechende Änderung der Eingangsbeschaltung vorzunehmen.

Der Schaltkreis kann sowohl mit einer LC-Bargraph-Anzeige, als auch mit einer LED-Kette betrieben werden. Wir haben uns für die LED-Anzeige entschieden, wobei sich die in Bild 2 abgebildete Schaltung an der typischen, von Philips vorgeschlagenen Applikation orientiert.

Die Kapazitätsanzeige erfolgt mit Hilfe der 5 grünen Leuchtdioden D 2 bis D 6 in 20% Abstufung. Eine kleinere Abstufung wäre auch nicht sinnvoll, da Akkus einer gewissen Exemplarstreuung unterliegen, und ein neuer Akku natürlich auch mehr Energie als ein kurz vor seinem „Lebensende“ stehender Energiespender speichern kann.

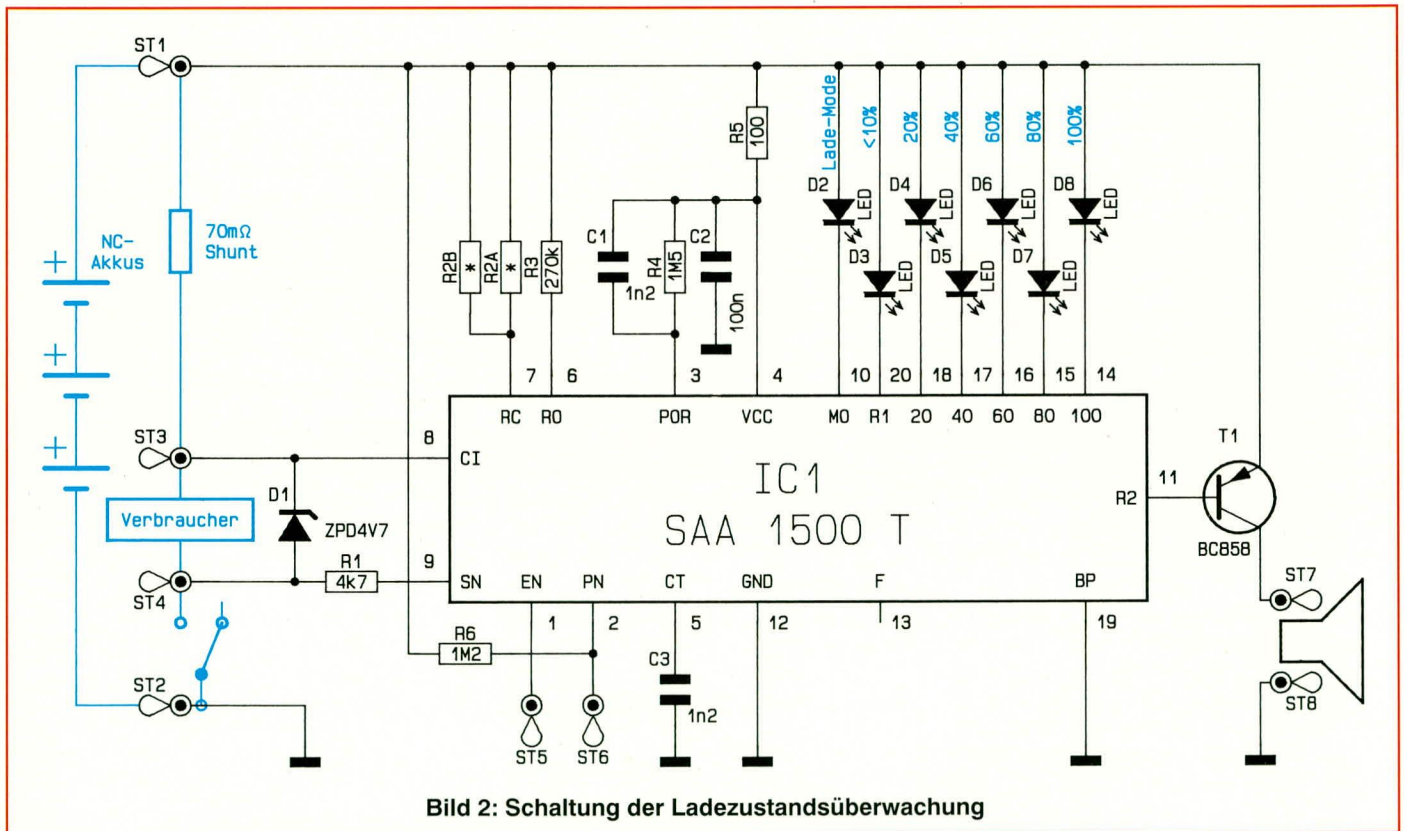


Bild 2: Schaltung der Ladezustandsüberwachung

Eine am Anschluß POR extern beschaltete Eingangs-Resetschaltung dient zur Initialisierung des Systems. Des weiteren wird hier durch erstmaliges Anlegen der Betriebsspannung erkannt, daß ein neuer Akku angeschlossen wurde.

Während der Ausgang EN zur Steuerung eines Ladegerätes dient, werden sämtliche Betriebszustände sowie der Energieinhalt des Akkus über den Ausgangsdecoder/Treiber angezeigt.

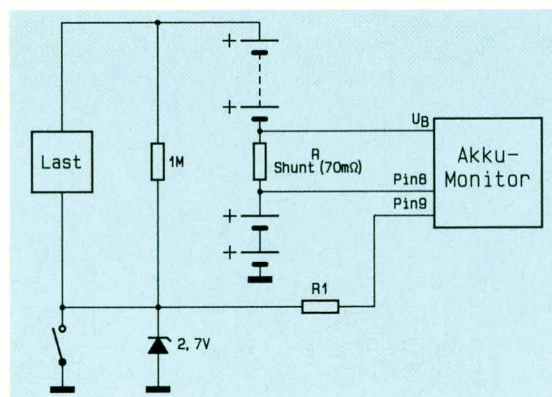


Bild 3: Eingangsbeschaltung bei größeren Akkupacks

Sinkt der Energieinhalt des Akkus bzw. des Akkusatzes auf weniger als 10%, erfolgt eine Alarmanzeige über den Ausgang R 1 (rote LED, D 1). Ein zusätzlich anschließbarer über T 1 angesteuerter akustischer Alarmgeber gibt in diesem Fall beim Abschalten der Last innerhalb 4 sek. 8 kurze Alarmtöne aus. Mit einer weiteren an MO anschließbaren LED (D 7) kann der ausgewählte Lademodus signalisiert werden. Diese LED leuchtet dann bei Schnellladung ständig und blinkt bei Erhaltungsladung. Zusätzlich blinkt beim Aufladen die jeweils oberste LED im 2-Hz-Takt, so daß jederzeit der aktuelle Ladezustand ablesbar ist. Erst bei Erreichen der 100%-

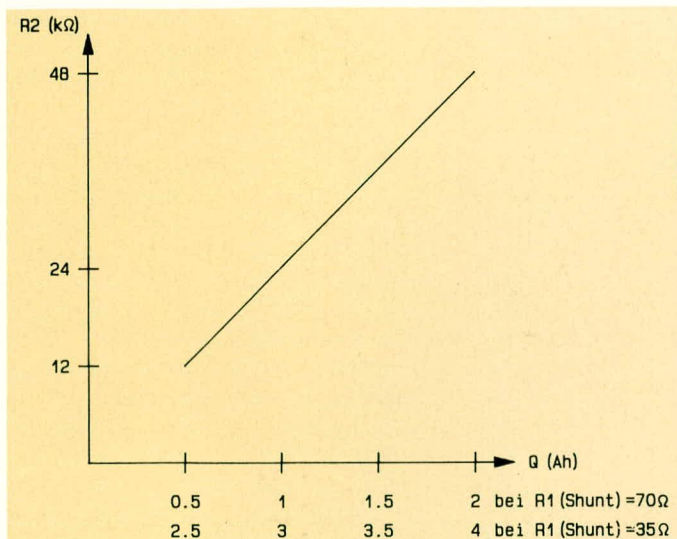


Diagramm 1:
Anpassung
des Widerstandes R 2 an die
jeweilige Akku-
Kapazität

ten ist ein Lötcolben mit möglichst feiner Spitze (Bleistiftspitze) erforderlich, der im unregelmäßigen Fall 16 Watt nicht überschreiten sollte. Des Weiteren wird eine Pinzette zum Umgang mit den Miniaturbauelementen benötigt.

Ladung leuchten alle 5 LEDs der Balkenanzeige dauernd.

Damit jedoch die Anzeige den Akku nicht unnötig belastet, sind im Entlade-/Betriebszustand die LEDs nur 8 Sek. nach jeder Zustandsänderung aktiv, d. h. nach jedem Einschalten des Gerätes oder nach dem Unterschreiten der nächsten Schaltschwelle.

Über R 5 wird die Schaltung, deren Stromaufnahme übrigens nur 90µA beträgt, mit Spannung versorgt und die RC-Kombination C 1, R 4 sorgt für das richtige Reset-Timing.

Während R 3 und C 3 die frequenzbestimmenden Bauelemente des üblicherweise mit 4096 Hz arbeitenden Oszillators sind, kann mit R 2 das Verhältnis zwischen dem mit dem niederohmigen Widerstand (Shunt) ermittelten Laststrom und der Änderung der Oszillatorfrequenz bestimmt werden.

Eine Anpassung des Widerstandes R 2 an die jeweilige Akku-Kapazität kann nach Diagramm 1 vorgenommen werden.

Über den Widerstand R 1 wird dem Baustein das Einschalten des Verbrauchers (Low-Pegel) mitgeteilt, und die Pins 1 (EN) und 2 (PN) dienen als Interface zum Ladegerät.

Zum Nachbau

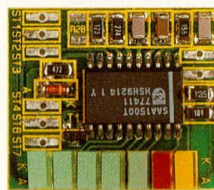
Der Nachbau dieser kleinen Schaltung (Abmessungen nur 28 mm x 24 mm) gestaltet sich trotz SMD-Technologie recht einfach. Wie schon das Wort SMD-Technologie (Surface Mounting Device) sagt, werden diese Bauelemente unmittelbar auf die Leiterbahnseite der Leiterplatte gelötet. Auch wenn es sich hierbei um extrem kleine Bauelemente handelt, ist es bei etwas Praxis im Aufbau elektronischer Schaltungen kein Problem, in SMD-Technik hergestellte Bausteine in „Handarbeit“ zu realisieren.

Für das Arbeiten mit SMD-Bauelemen-

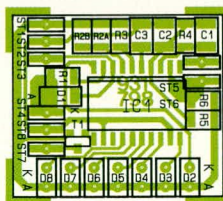
Für den eigentlichen Lötvorgang empfiehlt sich ein dünnes SMD-Lötzinn oder eine in einer Dosierspritze lieferbare SMD-Lötpaste, die besonders gut dosierbar an die entsprechende Lötstelle gebracht werden kann.

Auch beim Bestücken von SMD-Schaltungen halten wir uns genau an den vorliegenden Bestückungsplan. Zuerst werden die kleinen Lötflächen (Lötspots) der Platine mit einem kleinen Tupfer Lötpaste oder Lötzinn versehen. Danach wird das Bauelement aufgesetzt und das Anschlußbeinchen vorsichtig mit dem Lötcolben erhitzt.

Fertig aufgebaute Platine der Akku-Lade-Zustandsüberwachung



Bestückungsplan der Akku-Lade-Zustandsüberwachung



Es empfiehlt sich, zuerst das schwierigste Bauelement, die integrierte Schaltung, einzusetzen, um möglichst viel Bewegungsfreiraum um die Lötstellen herum zu haben. Besonders die integrierte Schaltung sollte, um spätere Kurzschlüsse zu vermeiden, sehr genau ausgerichtet und sorgfältig verlötet werden.

Nachdem alle SMD-Bauelemente auf die Leiterbahnseite der Platine gelötet wurden, kommen wir zur Bestückung der Leuchtdioden. Diese werden entsprechend der auf der Leiterplatte vorhandenen Diodensymbole eingesetzt und mit dem gewünschten Abstand eingelötet. Je nach Anwendungsfall können die LEDs sowohl auf der Bauteil- (Bestückungsseite) als auch auf der Platinenunterseite platziert werden.

Das Platinenlayout wurde so ausgelegt, daß sowohl Rechteck-LEDs als auch 3 mm Standard-Leuchtdioden einsetzbar sind.

Der in Reihe zum Verbraucher (Laststromkreis) liegende Shunt befindet sich nicht auf der Platine und wird aus Widerstandsdraht mit einem Widerstandswert von 1,95 Ω je m hergestellt. Je nach Anwendungsfall wird dieser an einer geeigneten Stelle eingebaut, wobei zu berücksichtigen ist, daß bei großem Strom eine entsprechende Erwärmung auftritt.

Des Weiteren ist der akustische Signalgeber (Sound-Transducer) nicht direkt auf der Platine angeordnet. Dieser wird nur im Bedarfsfall an einer geeigneten Stelle im Gerät eingebaut und über Kabelverbindungen mit den Lötunkten ST 7, ST 8 verbunden.

Durch die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten dieser Schaltung ist der Gehäuseeinbau den individuellen Erfordernissen entsprechend vorzunehmen. Die VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind sorgfältig zu beachten. Besonders wenn die Schaltung in batteriebetriebenen Geräten Einsatz findet, die zusätzlich einen Netzanschluß besitzen, ist darauf zu achten, daß keinerlei spannungsführende Komponenten berührbar sind und die Schaltung nur dann in Betrieb genommen wird, wenn sie sich in einem berührungssicheren isolierten Kunststoffgehäuse befindet. **ELV**

Stückliste: Akku-Lade-Zustandsüberwachung

Widerstände:

100Ω/SMD	R5
4,7kΩ/SMD	R1
12kΩ/SMD	R2A*, R2B*
24kΩ/SMD	R2A*, R2B*
270kΩ/SMD	R3
1,2MΩ/SMD	R6
1,5MΩ/SMD	R4

Kondensatoren:

1,2nF/SMD	C1, C3
100nF/SMD	C2

Halbleiter:

SAA1500T/SMD	IC1
BC858/SMD	T1
ZPD4V7/SMD	D1
LED, 3mm rechteckig, gelb	D3
LED, 3mm rechteckig, rot	D2
LED, 3mm rechteckig, grün ...	D4-D8

Sonstiges:

1 Sound-Transducer
4 cm Widerstandsdraht 0,195Ω/m

* siehe Tabelle 2