



- schonende Schnell-Ladung
- NiMH- und NC-Akkus
- Micro, Mignon, Baby, Mono, 9V-Block
- Prozessorsteuerung aller Akkus (auch 9V-Block)

Mikrocontroller-Lade-/Entladegerät MLE 6

Schonende Akku-Schnell-Ladung durch innovative Mikroprozessorsteuerung.

Intelligentes mikrocontrollergesteuertes 6fach-Universal-Lade-/Entladegerät für exakt dosierte Ladungszufuhr bei 4 Rundzellen und zwei 9V-Block-Akkus. Gleichzeitiges schonendes Laden von NC- und NiMH-Akkus. Durch zusätzliche Entlademöglichkeit wird der Memory-Effekt bei NC-Akkus vermieden.

Allgemeines

Unter optimalen Bedingungen sind bis zu 3000 Lade-/Entlade-Zyklen moderner NC- und NiMH-Akkus möglich, während sogenannte „Billig-Lader“ die Lebenserwartung drastisch verkürzen können. Auch bei sorgfältiger Beachtung der angegebenen Ladezeiten sind damit kaum mehr als 100 Ladezyklen erreichbar.

Mit dem MLE 6 sind bis zu vier Rundzellen (Micro, Mignon, Baby, Mono) sowie zwei 9V-Block-Akkus voneinander vollkommen separat und unabhängig vom aktuellen Ladezustand auf 100 % der tatsächlichen Akku-Kapazität ladbar.

Durch Spannungsgradientenmessung erfolgt bei jedem Akku einzeln die Lade-enderkennung. Sobald am Ende des Ladevorgangs der Umkehrpunkt der Steigung detektiert wird, d.h., die Steigungsgeschwindigkeit der Akkuspannung nicht mehr zunimmt, wird der Schnell-Ladevorgang beendet und der Akku durch Übergangsladung auf 100 % seiner speicherbaren Kapazität aufgeladen.

Als zusätzliche Sicherheit erfolgt am Ende der Ladekurve die Auswertung der negativen Spannungsdifferenz ($-\Delta U$ -Verfahren).

Damit Übergangswiderstände an den Akku-Kontakten oder Spannungsabfälle innerhalb des Akkus das Meßergebnis nicht

Technische Daten: Lade-Entladegerät MLE 6

- 6 voneinander unabhängige Ladeschächte (4 x Rundzellen, 2 x 9V-Block-Akkus)
- Ladbare Akkutypen:
 - Mono, Baby, Mignon, Micro, 9V-Block
- Ladeströme (max.)
 - Mono, Baby bis 2,5 A
 - Mignon bis 800 mA
 - Micro bis 400 mA
 - 9V-Block bis 180 mA
- Ladeerkennung durch Spannungsgradientenauswertung und ΔU -Ladeverfahren
- Stromlose Akku-Spannungserfassung
- Unabhängig vom aktuellen Ladezustand ist keine Vorentladung erforderlich
- Zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Zellen Vorentlademöglichkeit per Tastendruck
- Erhaltungsladung mit I/100-Stromimpulsen
- Statusanzeigen: 6 LEDs (grün): Laden, 1 LED (rot): Entladen
- Betriebsspannung: 230 V/50 Hz
- Abmessungen (BxHxT): 230 x 66 x 115 mm

beeinflussen, erfolgt die Abtastung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Aufgrund des Ladeverfahrens spielt der aktuelle Ladezustand eines neu eingelegten Akkus keine Rolle. Um jedoch den bei NC-Akkus häufig auftretenden „Memory-Effekt“ zu verhindern, ist es sinnvoll, vor jedem fünften bis zehnten Ladezyklus eine Vorentladung bis zur Entladeschlussspannung von 0,8 V - 1 V vorzunehmen.

Die Ladezeit des MLE 6 ist abhängig vom Akkutyp sowie der Anzahl der zu ladenden Akkus, wobei 4 Mignonzellen mit 500 mAh Kapazität in ca. 1 Stunde ladbar sind.

Nach Beendigung der Schnell- und Übergangsladung schaltet das Gerät automatisch auf Impulserhaltungsladung um. Die Akkus können nun (bei voller Kapazität) unbegrenzt im Ladegerät verbleiben, ohne die Gefahr einer Überladung.

Bemerkenswert ist beim MLE 6 auch die mikroprozessorgesteuerte Ladung/Entladung der 9V-Block-Akkus, die ansonsten selbst bei teuren Ladegeräten meistens nur über einen Vorwiderstand zur Strombegrenzung geladen werden. Das MLE 6 bietet auch hier innovative Technologie zur Verfügung.

Bedienung

Da die gesamte Ladesteuerung des MLE 6 durch den Mikrocontroller vollautomatisch übernommen wird, ist außer dem Einsetzen des Akkus in den Ladeschacht keine Bedienung erforderlich. Mit dem Einsetzen des Akkus startet der Prozessor den Ladevorgang automatisch, und unabhängig vom Restladezustand erfolgt eine Ladung auf 100 % der zur Verfügung stehenden Akkukapazität. Kapazitätsreserven bei neuen Akkus werden voll ausgeschöpft und ältere Akkus, die die Nennkapazität nicht mehr erreichen, vor Überladung geschützt.

Der Entladevorgang zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Akkus ist per Tastendruck startbar, wobei eine rote Kontroll-LED den Entladevorgang signalisiert. Sobald der letzte zu entladende Akku die Entladeschlussspannung erreicht hat, erfolgt automatisch die Aktivierung des Lademodes. Im Lademode leuchtet die zum jeweiligen Ladeschacht gehörende grüne Kontroll-LED grundsätzlich für die Zeit, in der Ladestrom in den Akku hineinfließt.

Ladeverfahren

Das MLE 6 arbeitet nach modernster Ladetechnologie mit Spannungsgradientenauswertung und ΔU -Ladeverfahren. In Zeitabständen von 20 Sekunden wird der Ladestrom jeweils für 3,3 Sekunden unterbrochen. Innerhalb der Ladepause erfolgt nach Ablauf von 2 Sekunden dann die stromlose Erfassung der Akkuspannung mit 12-Bit-Genauigkeit.

Durch die stromlose Messung der Zellenspannung führen Übergangswiderstände an den Kontaktfedern des Ladegerätes und der Innenwiderstand des Akkus nicht zur Verfälschung des Meßwertes.

Die Meßwerte der einzelnen Akkus werden abgespeichert und mit der darauffolgenden Messung verglichen. Ergibt sich bei mehreren aufeinanderfolgenden Messungen aus dem Vergleich der Meßwerte eine Steigungsumkehr in der „Ladekurve“, d. h. die Steigungsgeschwindigkeit der Akkuspannung nimmt nicht mehr zu, so wird der Schnell-Lademodus beendet.

Der nun auf ca. 90 % aufgeladene Akku wird durch Übergangsladung auf 100 % seiner speicherbaren Kapazität gebracht.

Eine anschließende Impulserhaltungsladung gleicht durch Selbstentladung auftretende Kapazitätsverluste ständig wieder aus. Der Akku kann bis zum Gebrauch im Ladegerät bleiben und steht somit nach einem beliebig langen Zeitraum immer noch mit 100 % seiner speicherbaren Energie zur Verfügung.

Ist die Steigungsumkehr in der „Ladekurve“ nicht detektierbar, so erfolgt die Beendigung des Schnell-Ladevorgangs nach dem Verfahren der negativen Spannungsdifferenz ($-\Delta U$).

Zur weiteren Sicherheit wurde eine Kurzschlußüberwachung sowie eine Ladezeitbegrenzung auf max. 5 Stunden in der Software des Prozessors implementiert. Sobald ein Kurzschluß an den Anschlußklemmen erkannt wird, erfolgt die Abschaltung des betreffenden Ladekanals.

Schaltung

Trotz der umfangreichen Funktionen ist die Schaltung des 6fach-Lade-/Entladegerätes MLE 6 mit erstaunlich wenig Aufwand realisiert. Die Schaltung des kompletten Ladegerätes ist in Abbildung 1 gezeigt.

Betrachten wir zuerst die im unteren Bereich des Schaltbildes eingezeichnete Spannungsversorgung. Die Netz-Wechselspannung gelangt direkt auf die Primärwicklung des im Fehlerfall durch eine integrierte Temperatursicherung geschützten leistungsfähigen Netztransformators.

Sekundärseitig stehen 2 getrennte Wicklungen, jeweils mit Mittelanzapfungen, zur Verfügung. Während die obere Sekundärwicklung die Ladespannung für die Rundzellen mit entsprechend hohem Strom zur Verfügung stellt, dient die untere Trafowicklung zur Versorgung der beiden 9V-Ladeschächte sowie der digitalen und analogen Komponenten des Ladegerätes.

Nach der Mittelpunkt-Zweizweig-Gleichrichtung mit D 3, D 4 gelangt die mit C 8 gepufferte unstabilisierte Ladespannung direkt auf die Emitter der 4 Ladeendstufen (T 2 bis T 5). Der Strom fließt während der positiven Halbwelle über D 3 und während der negativen Halbwelle über D 4.

Zwei weitere Mittelpunkt-Zweizweig-Gleichrichter-Schaltungen sind mit D 5 und D 6 sowie D 7 und D 8 aufgebaut. Die mit C 6 und C 7 gepufferte positive Betriebsspannung gelangt direkt auf die Emitter der Längstransistoren T 16 und T 17 (9V-Ladekanäle) sowie auf Pin 1 des Festspannungsreglers IC 4.

Die vom Gleichrichter D 7, D 8 kommende negative Betriebsspannung wird auf Pin 2 des Negativ-Reglers IC 5 gekoppelt.

Während der Ausgang des IC 4 die stabile 5V-Versorgungsspannung bereitstellt, liefert der Negativ-Stabilisator an seinem Ausgang die benötigte -5V-Spannung. C 12 und C 13 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung im Bereich des Netzteiles, und C 14 bis C 19 verhindern in Verbindung mit L 1 und L 2 hochfrequente Störeinflüsse.

Die Steuerung sämtlicher Funktionen des Ladegerätes übernimmt der im Schalt-

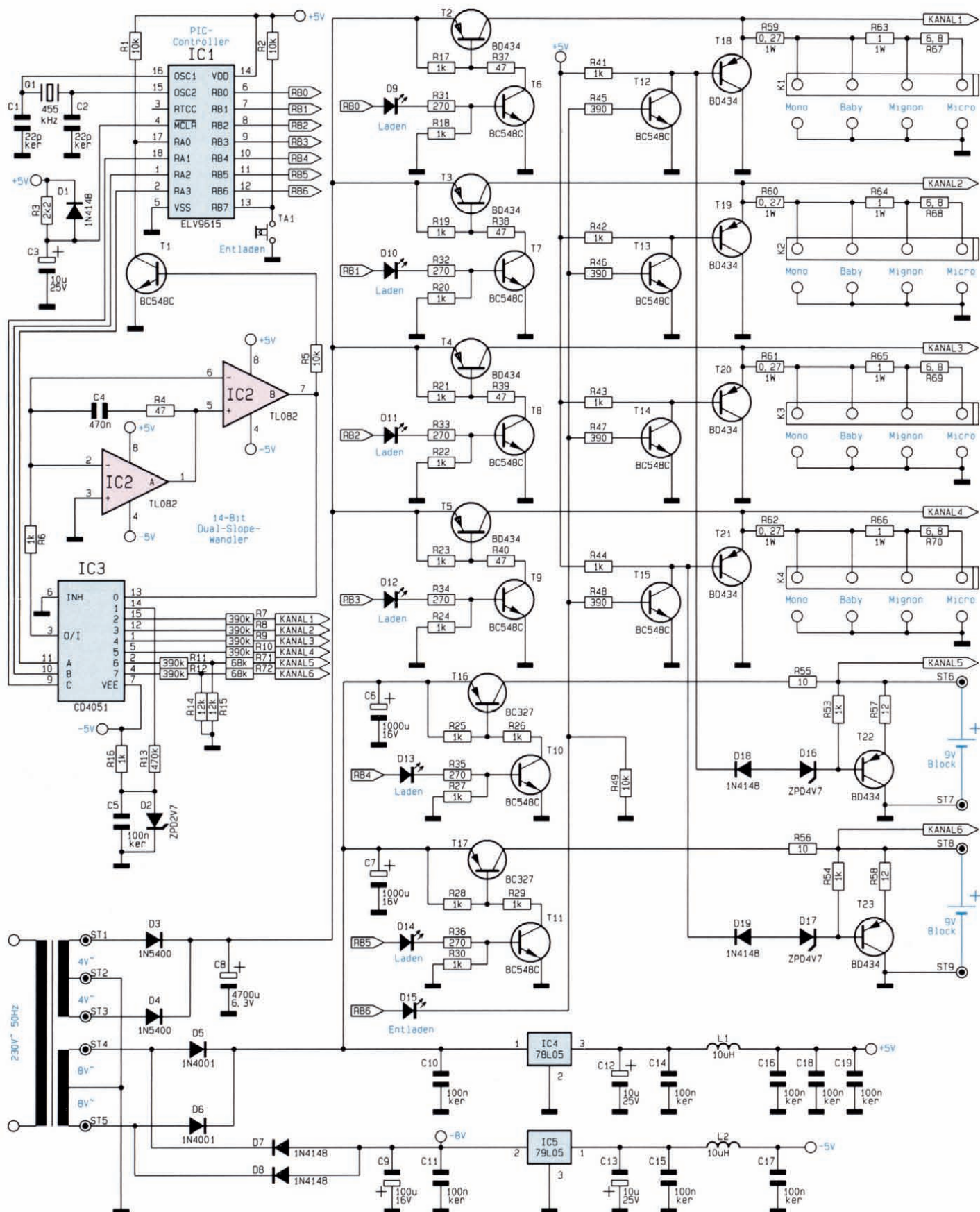
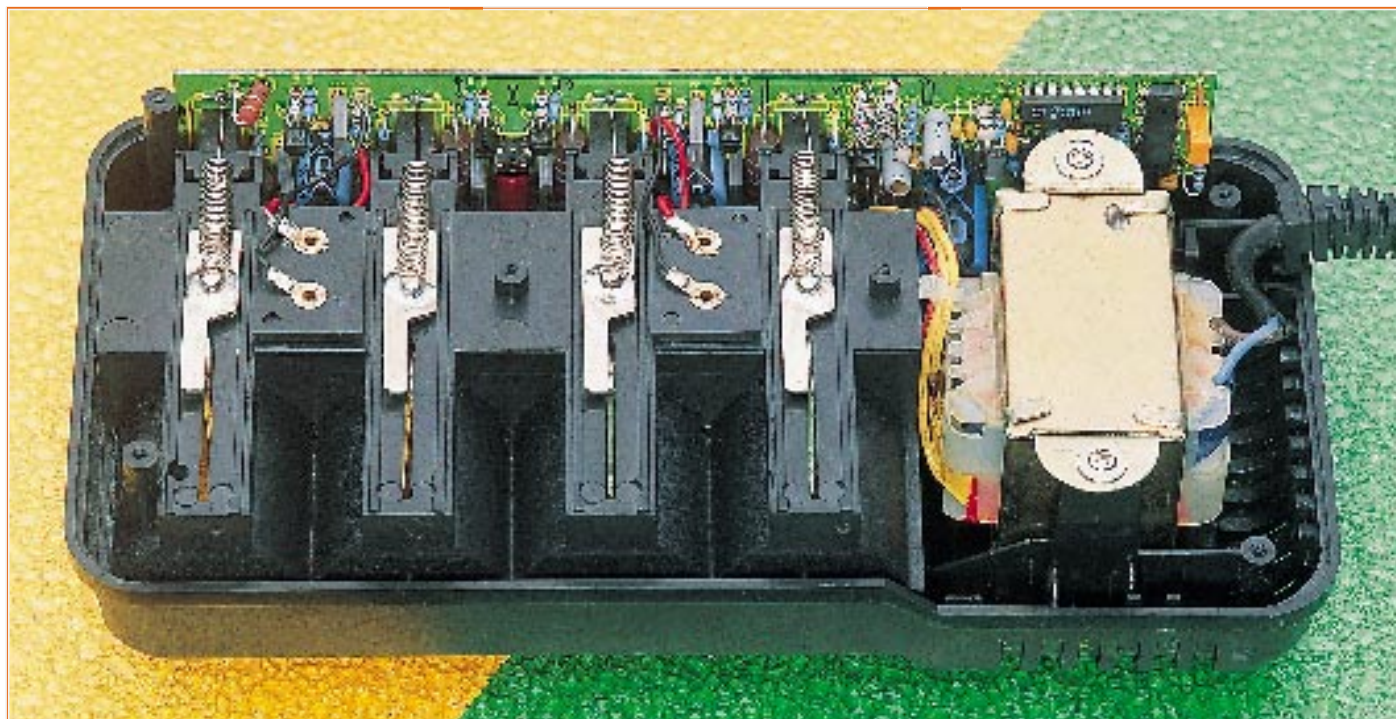


Bild 1: Schaltbild des Mikrocontroller-Lade-/Entladegerätes MLE 6



**Innenansicht des
Mikrocontroller-Lade-/
Entladegerätes MLE 6**

bild oben links eingezeichnete Mikrocontroller des Typs ELV 9615 (IC 1). Über die Ausgänge RB 0 bis RB 5 werden die 6 identisch aufgebauten Ladekanäle des MLE 6 aktiviert.

Soll z. B. der Ladekanal 1 eingeschaltet werden, so wechselt der Ausgang RB 0 (Pin 6) des Controllers von „low“ nach „high“. Über die Lade-Kontroll-LED (D 9) sowie den Basisvorwiderstand R 31 wird der Treibertransistor T 6 durchgesteuert, der wiederum den Längstransistor T 2 über R 37 in den leitenden Zustand versetzt.

Die Ladespannung steht nun direkt am Kollektor des Transistors T 2 an, wobei je nach eingesetztem Akkutyp die Widerstände R 59, R 63 und R 67 zur Strombegrenzung dienen. Grundsätzlich erfolgt im 20-Sekunden-Zyklus eine Ladepause zur stromlosen Akkuspannungserfassung.

Kommen wir nun zum Entladezweig. Durch Tastendruck ist über den Port-Ausgang RB 6 (Pin 12) die Entladefunktion des MLE 6 aktivierbar.

Die Entladefunktion, die grundsätzlich für alle Ladekanäle gleichzeitig aktiv ist, dient zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Zellen. Um die volle Speicherkapazität zu erhalten, ist es sinnvoll, NC-Akkus vor jedem fünften bis zehnten Ladezyklus bis zur Entladeschlußspannung zu entladen.

Der Entlademodus bleibt so lange aktiviert, bis der letzte zu entladende Akku die Entladeschlußspannung von 1 V erreicht hat. Danach schaltet das Ladegerät automatisch in den Lademodus um.

Die Entladeschaltung ist so ausgelegt, daß selbst bei stark unterschiedlichen Ent-

ladezeiten keine Tiefentladung des Akkus mit dem geringsten Rest-Energieinhalt erfolgt.

Betrachten wir dazu die mit T 12 und T 18 aufgebaute Entladeschaltung des ersten Kanals.

Zuerst wird vom Controller über R 45 der Treibertransistor T 12 durchgesteuert. Am Kollektor des Transistors stellt sich daraufhin die Kollektor/Emitter-Sättigungsspannung ($U_{CE\ SAT}$) von ca. 100 mV ein. Solange am Emitter des Transistors T 18 eine Akkuspannung von $>1\text{ V}$ anliegt, fließt je nach eingesetztem Akkutyp über die Widerstände R 59, R 63 und R 67 der maximal zulässige Entladestrom.

Mit sinkender Akkuspannung verringert sich auch die Emitter/Basisspannung des Entladetransistors T 18. Dessen Emitter/Kollektorstrecke wird langsam hochohmiger, bis bei einem U_{BE} von ca. 0,7 V der Transistor nahezu vollständig sperrt. Dadurch wird automatisch unabhängig von der Einschaltdauer der Entladefunktion eine Tiefentladung sicher verhindert.

Im Bereich der beiden 9V-Entladestufen dienen zusätzlich die beiden Z-Dioden D 16 und D 17 sowie die Dioden D 18 und D 19 zur Einstellung der korrekten Entladeschlußspannung.

Nun zurück zum Mikrocontroller (IC 1).

Der chipinterne Oszillator ist an Pin 15 und Pin 16 mit einem 455kHz-Keramik-Resonator und den beiden Keramik-Kondensatoren C 1 und C 2 beschaltet.

Im Einschaltmoment des Ladegerätes sorgen die Bauelemente R 3, C 3 und D 1 für einen definierten Power-On-Reset.

Die stromlose Erfassung der Akkuspannung der einzelnen Ladekanäle erfolgt über die Widerstände R 7 bis R 12 sowie den vom Controller-Port (RA 1 bis RA 3) gesteuerten 8fach-CMOS-Analog-Multiplexer (IC 3).

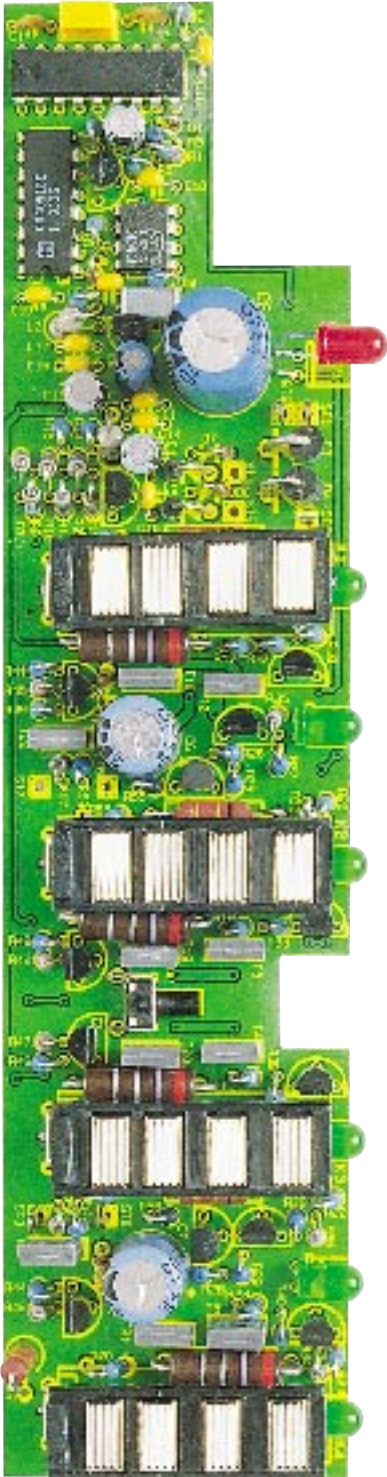
Der AD-Wandler zur Messung der analogen Meßwerte wurde mit Hilfe des Dual-Operationsverstärkers IC 2, R 4 und C 4 in Verbindung mit IC 3 und dessen externen Komponenten realisiert.

Der Wandler arbeitet nach dem Dual-Slope-Verfahren und erreicht eine Genauigkeit von 14 Bit. Nach dem Aufintegrieren des mit IC 2 A aufgebauten Integrators über die Widerstände R 7 bis R 12, erfolgt die Desintegration über R 13.

Nachbau

Der praktische Aufbau dieses interessanten Ladegerätes ist dank einer ausgeprägten doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte nicht schwierig und in ca. ein bis zwei Stunden zu bewerkstelligen.

Beim Nachbau halten wir uns genau an die Stückliste und an den Bestückungsplan. Des weiteren dient der Bestückungsaufdruck auf der Leiterplatte als Orientierungshilfe. Zuerst sind die 9 Lötstifte mit Öse stramm in die dafür vorgesehenen Bohrungen der Platine zu pressen und mit



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte

ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Danach werden die Anschlußbeinchen der Kleinsignal-Transistoren so weit wie möglich durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte geführt und an der Platinenunterseite sorgfältig verlötet.

Im Anschluß hieran sind die 1%igen Metallfilm-Widerstände stehend zu bestück-

Stückliste: Mikrocontroller-Lade-/ Entladegerät

Widerstände:

0,27Ω/1W	R59-R62
1Ω/1W	R63-R66
6,8Ω	R67-R70
12Ω	R57, R58
22Ω	R55, R56
47Ω	R4, R37-R40
270Ω	R31-R36
390Ω	R45-R48
1kΩ	R6, R16-R30, R41-R44, R53, R54
2,2kΩ	R3
10kΩ	R1, R2, R5, R49
12kΩ	R14, R15
68kΩ	R71, R72
390kΩ	R7-R12
470kΩ	R13

Kondensatoren:

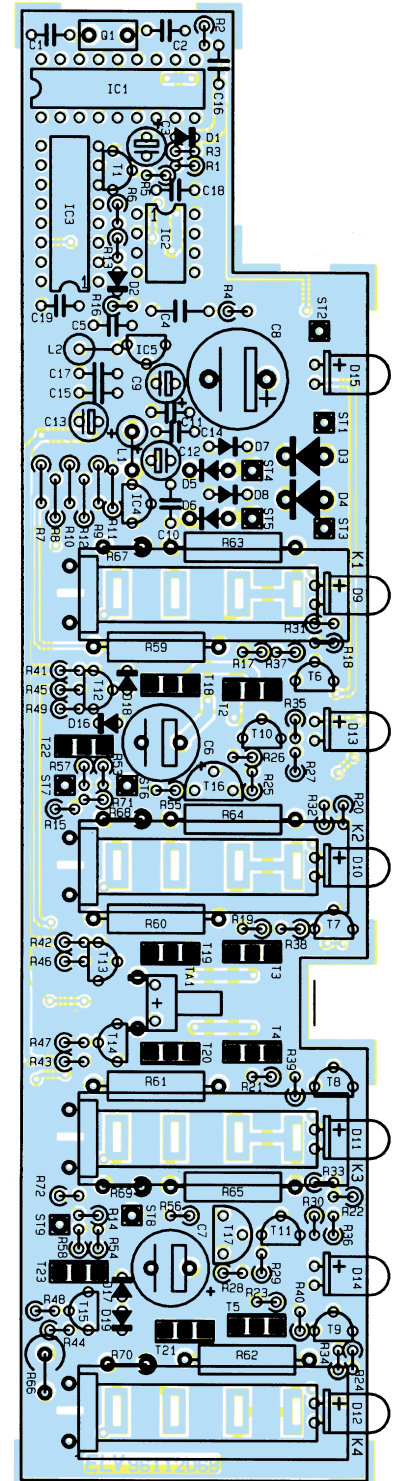
22pF/ker	C1, C2
100nF/ker	C5, C10, C11, C14-C19
470nF	C4
10µF/25V	C3, C12, C13
100µF/16V	C9
470µF/16V	C6, C7
4700µF/6,3V	C8

Halbleiter:

ELV9615	IC1
TL082	IC2
CD4051	IC3
78L05	IC4
79L05	IC5
BC548C	T1, T6-T15
BD434	T2-T5, T18-T23
BC327	T16, T17
1N4148	D1, D7, D8, D18, D19
ZPD2,7V	D2
1N5400	D3, D4
1N4001	D5, D6
ZPD4,7V	D16, D17
LED, 5mm, grün	D9-D14
LED, 5mm, rot	D15

Sonstiges:

Keramikschringer, 455kHz	Q1
Spule, 10µH	L1, L2
Mini-Taster, abgewinkelt, print ..	TA1
1 Start-Tasterknopf	
1 Trafo MLE 6, 16VA mit Netzleitung und Zugentlastung	
4 Ladekontaktplatten	
4 Minuspol-Kontakte	
4 Federn	
2 9V-Block Anschlußplatten	
2 Trafoschrauben	
6 Knipping-Gehäuseschrauben	
9 Lötstifte mit Lötöse	
1 Ladegerät-Gehäuse, gebohrt und be- druckt	



Bestückungsplan des Mikrocontroller-Lade-/Entladegerätes

ken. Zur besseren Wärmeabfuhr werden die 1W-Leistungswiderstände mit 2 bis 3 mm Leiterplattenabstand in liegender Position eingelötet. Die einzige Ausnahme bei den Leistungswiderständen bildet R 66, der stehend einzubauen ist.

Die an der Lötseite überstehenden Drahtenden werden, wie auch bei allen nachfol-



Bild 2: Die Zugfedern der 1,5V-Ladeschächte sind entsprechend dem Foto an die Minuskontakte anzulöten. Das Lötzinn darf nur innerhalb der Öse verlaufen.

gend einzusetzenden Bauteilen, so kurz wie möglich abgeschnitten, ohne die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Es folgt das Einsetzen der Leistungstransistoren des Typs BD 434. Vor dem Verlöten sind die Anschlußbeinchen so weit wie möglich durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen.

Die integrierten Schaltkreise werden so eingesetzt, daß die Gehäusekerbe des Bauelementes mit dem aufgedruckten Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Nach Einlöten der Dioden in stehender Position folgen die Keramik- und Folienkondensatoren sowie der Keramik-Resonator Q 1.

Da es sich bei Elektrolyt-Kondensatoren um gepolte Bauelemente handelt, sind diese unbedingt mit korrekter Polarität einzulöten. Üblicherweise ist der Minuspol gekennzeichnet.

Es folgt die Bestückung der Anzeigeelemente (LEDs) mit korrekter Polarität entsprechend dem Bestückungsplan. Während die Anschlußbeinchen der 6 grünen Ladekontroll-LEDs 2 mm direkt hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln sind, werden die Anschlußbeinchen der roten Entladeanzeige mit 11 mm Abstand abgewinkelt. Die grünen LEDs sind ohne Abstand zur Leiterplatte einzulöten, und die rote LED benötigt einen Abstand von 5 mm. Durch eine Abflachung im Bereich des unteren

Gehäusekragens ist jeweils die Katoden-seite gekennzeichnet.

Nach Einlöten des Printtasters kommen wir zur Bestückung der mechanischen Komponenten. Entsprechend dem Platinenfoto werden die Plusanschlüsse der vier 1,5V-Ladeschächte eingelötet.

Zur Aufnahme der Zugfedern der Minus-Schiebekontakte sind zuerst vier Drahtbrücken einzulöten. Danach werden die Zugfedern eingehakt und mit reichlich Lötzinn festgelötet. Das Verlöten der Zugfedern ist zur Verringerung von Übergangswiderständen besonders wichtig.

Kommen wir nun zum Anlöten der Anschlußleitungen des Netztrafos an die entsprechenden Platinenanschlußpunkte (Lötstifte mit Öse) :

- ST 2: schwarze Leitung
- ST 1 und ST 3: je eine rote Leitung
- ST 4 und ST 5: je eine gelbe Leitung

Im Anschluß hieran sind an die Lötösen ST 6 bis ST 9 je eine einadrig isolierte Leitung von 5 cm Länge anzulöten.

Sind die Aufbauarbeiten so weit abgeschlossen, folgt eine gründliche Überprüfung der Leiterplatte hinsichtlich kalter Lötstellen, Bestückungsfehler und Lötzinspritzer.

Die so weit vorbereitete Platinenkonstruktion ist zusammen mit dem Entlastastknopf in die Führungsschienen der Ge-

häuseoberhalbschale abzusenken.

Danach wird der Netztransformator mit 2 Knippingschrauben 2,9 x 11 mm festgeschraubt.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Minus-Schiebekontakte der 1,5V-Ladeschächte in das Gehäuse eingesetzt und die zugehörigen Zugfedern eingehakt. Zur Vermeidung von Übergangswiderständen ist es wichtig, die Ösen der Federn direkt an die Kontakte anzulöten. Die Gleitfähigkeit der Kontakte darf durch das Verlöten nicht behindert werden, so daß das Lötzinn, wie in Abbildung 2 zu sehen, nur innerhalb der Öse verläuft. Um eine zu große Hitzeeinwirkung auf das Gehäuse zu vermeiden, werden während des Lötvorgangs die Kontakte mit einer Flachzange oder einer Pinzette angehoben. Erst nach Abkühlen sind diese wieder in das Gehäuse abzusenken.

Es folgt die Bestückung der 9V-Lade-Anschlüsse. Die von ST 6 und ST 8 kommenden Leitungen werden jeweils am Pluskontakt und die von ST 7 und ST 9 kommenden Leitungen an die zugehörigen Minuskontakte angelötet.

Als letzter Arbeitsschritt bleibt nur noch das Aufsetzen und Verschrauben der Gehäuseunterhalbschalen mit den zugehörigen 6 Knippingschrauben. Dem Einsatz des akkuschonenden Schnell-Ladegerätes steht damit nichts mehr im Wege. **ELV**

Belichtungsvorgang

Zur Erzielung einer optimalen Qualität und Konturenschärfe bei der Herstellung von Leiterplatten mit den ELV-Platinenvorlagen gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Die transparente Platinenvorlage so auf die fotopositiv beschichtete Platine legen, daß die bedruckte Seite zur Leiterplatte hinweist, d. h. die auf der Vorlage aufgedruckte Zahl ist lesbar (nicht seitenverkehrt).
2. Glasscheibe darüberlegen, damit sich ein direkter Kontakt zwischen Platinenvorlage und Leiterplatte ergibt.
3. Belichtungszeit: 3 Minuten (1,5 bis 10 Minuten mit 300Watt-UV-Lampe bei einem Abstand von 30 cm oder mit einem UV-Belichtungsgerät).

Achtung:

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, daß spannungsführende Teile absolut berührungssicher sind.

9561169	Funkgesteuerter Türgong (Sender)
9611182	2A-Step-Down-Wandler
9611187	Magnetkarten-Elektronikschloß (Kartenleserplatine)
9611188	Magnetkarten-Elektronikschloß (Steuerungsplatine)
9611197	CPU-Lüfterschutz
9611199	Digital-Sinusgenerator
9611200	Telefon-Line-Control
9611204	SMD-Mikrofonvorverstärker
9611205	Analoger Langzeittimer