



Mikrocontroller- Lade-/Entladegerät MLE 12 Teil 2

Nachdem im „ELVjournal“ 4/98 ausführlich die Funktionsweise, die Bedienung und die Schaltung des für 12V-Eingangsspannung konzipierten PWM-Schaltnetzteils vorgestellt wurden, folgt nun die Beschreibung der eigentlichen Ladeschaltung und des praktischen Aufbaus.

Ladeschaltung

Zentrales Bauelement der in Abbildung 3 dargestellten Ladeschaltung ist ein Mikrocontroller des Typs ELV 9615 (IC 1), der über die Ausgänge RB 0 bis RB 5 die sechs Ladekanäle steuert.

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 12 aktivierbar.

Die Entladefunktion, die grundsätzlich für alle Ladekanäle gleichzeitig aktiv ist, dient zur Verhinderung des „Memory-Effektes“ bei NC-Zellen. Um die volle Speicherfähigkeit zu erhalten, ist es sinnvoll, NC-Akkus vor jedem 5. bis 10. Ladezyklus bis zur Entladeschlusspannung zu entladen.

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

Die Entladeschaltung ist so ausgelegt, daß selbst bei stark unterschiedlichen Entladezeiten 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 ($U_{CE\text{SAT}}$) von ca. 100 mV ein. Solange am Emitter des Transistors T 18 eine Akkuspannung von >1 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 einer 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 Entladeschlusspannung.

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 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.

Nachbau

Zum praktischen Aufbau dieses interessanten Ladegerätes stehen eine doppelseitig durchkontaktierte Basisplatine und eine einseitige Platine für das Schaltnetzteil zur Verfügung.

Dank der durchdachten Konstruktion ist der Nachbau in ca. 2 Stunden erledigt.

Entsprechend des Bestückungsplanes sind auf der Schaltreglerplatine zuerst 8 Brücken aus versilbertem Schaltdraht einzulöten. Alsdann folgen 7 Lötstifte mit Öse, die vor dem Verlöten stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu pressen sind.

Sämtliche Metallfilmwiderstände der Netzteilplatine sind stehend zu bestücken, und die Anschlußbeinchen der Kleinsignal-Transistoren werden vor dem Löten so weit wie möglich durch die entspre-

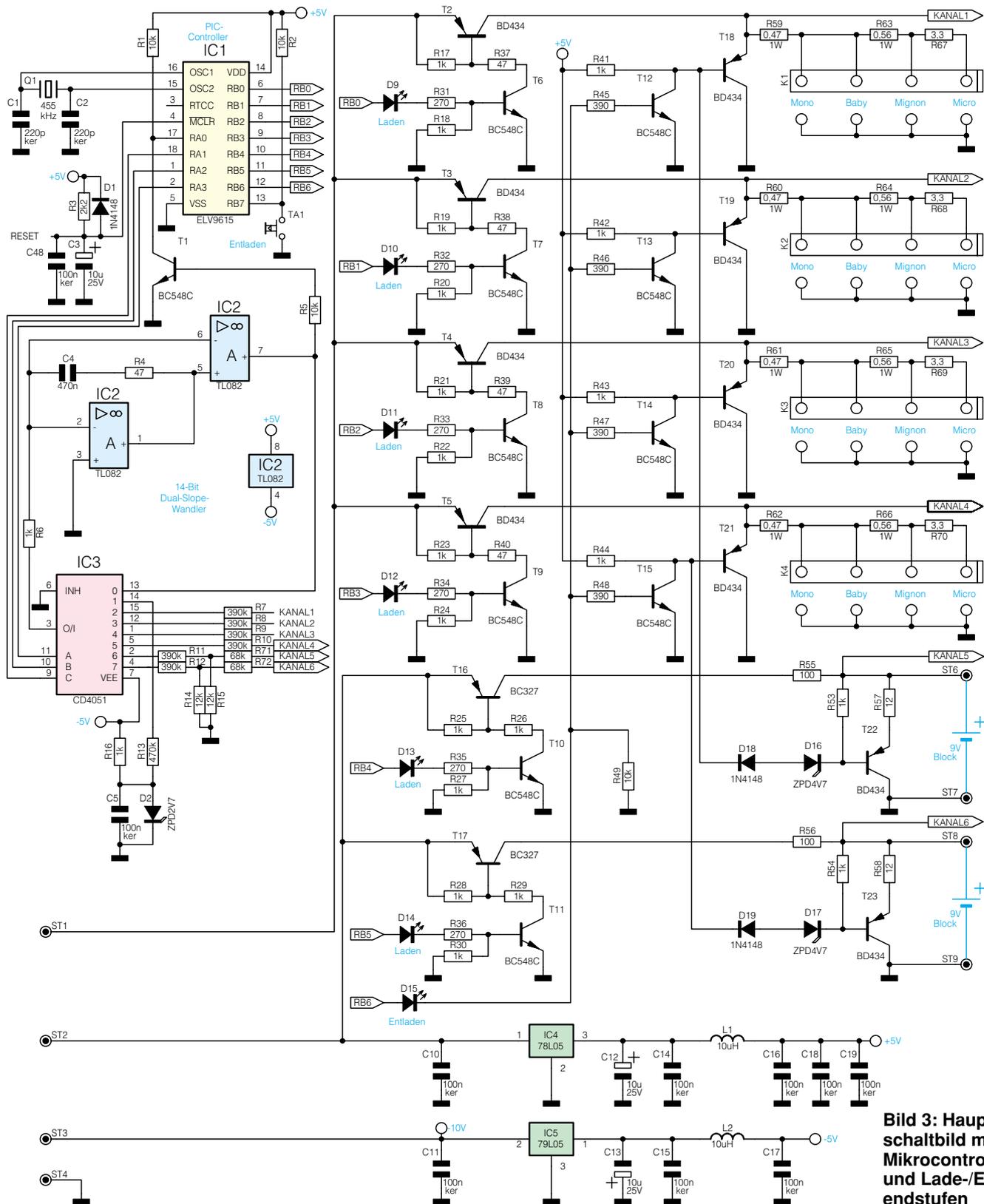


Bild 3: Hauptschaltbild mit Mikrocontroller und Lade-/Entladerstufen

chenden Platinenbohrungen geführt. Auch die Bestückung der Keramik- und Folienkondensatoren sollte so tief wie möglich erfolgen.

Nach dem Verlöten werden die überstehenden Drahtenden, wie auch bei den nachfolgend einzusetzenden Bauelementen, direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten.

Beim Einlöten der Dioden ist darauf zu

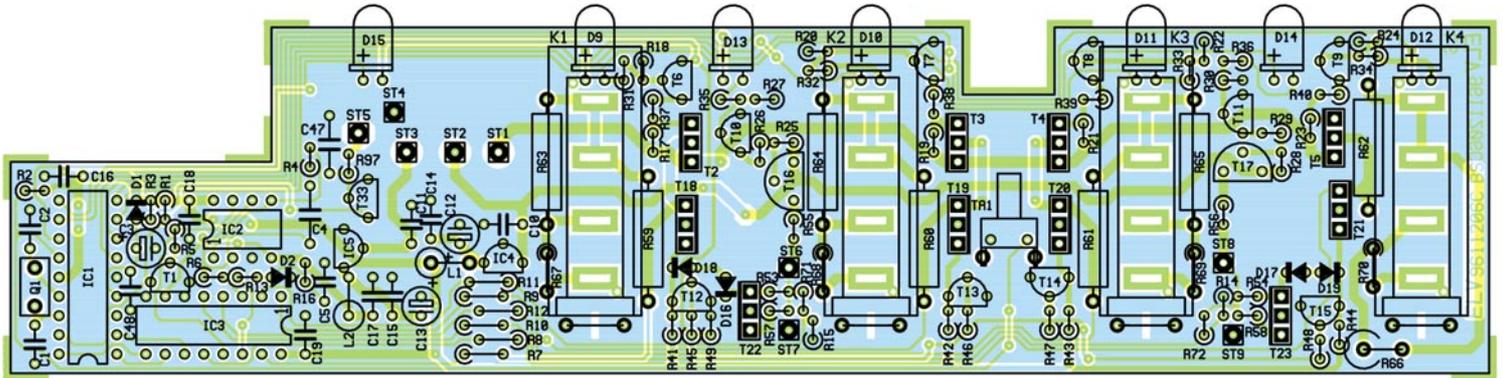
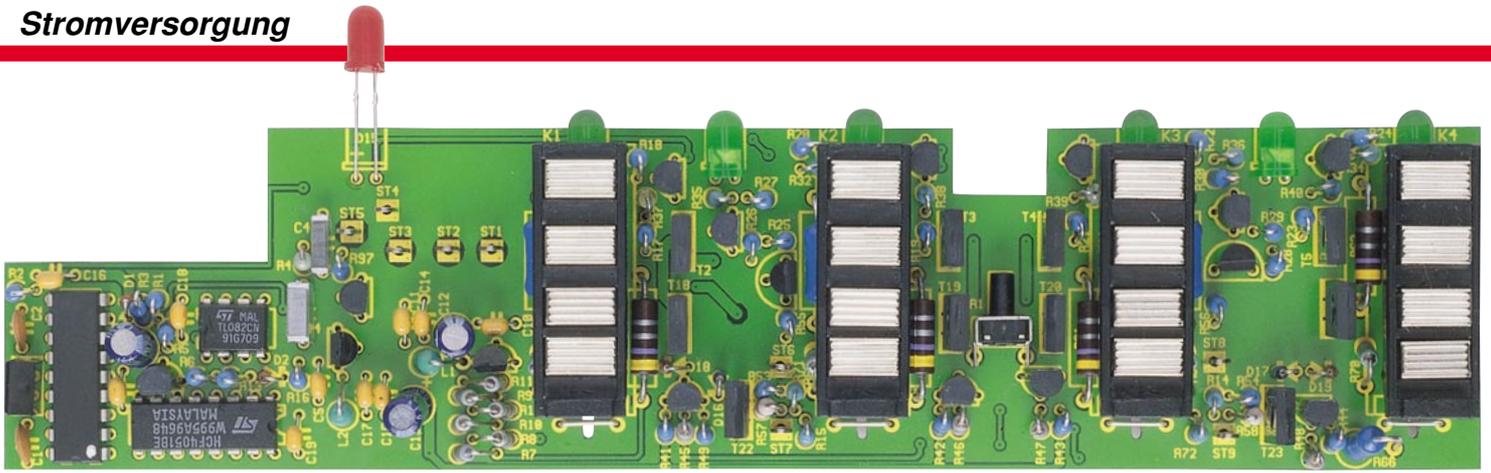
achten, daß die Leistungsdiode D 30 und D 31 ca. 5 mm Platinenabstand benötigen.

Die Polarität der beiden integrierten Schaltkreise ist an einer Gehäusekerbe zu erkennen, die mit dem Symbol im Bestückungsdruk übereinstimmen muß.

Bei den am Minuspol gekennzeichneten Elektrolytkondensatoren ist auf die korrekte Polarität zu achten, und die Anschluß-

beinchen der Speicherdrossel sowie die beiden Hälften des Platinensicherungshalters sind mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Der Leistungstransistor (T 30) ist mit einer Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Mutter am Kühlkörper festzuschrauben, wobei zur Verringerung des Wärmewiderstandes die Rückseite des Transistors dünn mit



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Wärmeleitpaste zu bestreichen ist. Danach wird der Transistor zusammen mit dem Kühlkörper auf die Platine gelötet.

Der Temperatursensor ist so einzulöten, daß die flache Seite des Gehäuses federnd gegen den Kühlkörper drückt. Reichlich Wärmeleitpaste an der flachen Gehäuse-seite des Sensors sorgt für den bestmöglichen thermischen Kontakt.

Letztes Bauelement der Trafoplatine ist der Shunt-Widerstand R 88, der aus 48 mm Manganindraht mit 0,659 Ω/m herzustellen ist. Der Draht ist danach entsprechend dem Platinenfoto in einem Bogen nach oben so einzulöten, daß 45 mm des Widerstandsdrahtes wirksam bleiben.

Die Bestückung der Basisplatine erfolgt

in der gleichen Weise, wobei jedoch einige Besonderheiten zu beachten sind.

So werden die 1W-Leistungswiderstände in liegender Position mit 2 bis 3 mm Leiterplattenabstand eingelötet. Die einzige Ausnahme bei den Leistungswiderständen bildet R 66, der stehend zu bestücken ist.

Die Anschlußbeinchen der Leistungstransistoren sind vor dem Verlöten unbedingt so weit wie möglich durch die Platine zu führen.

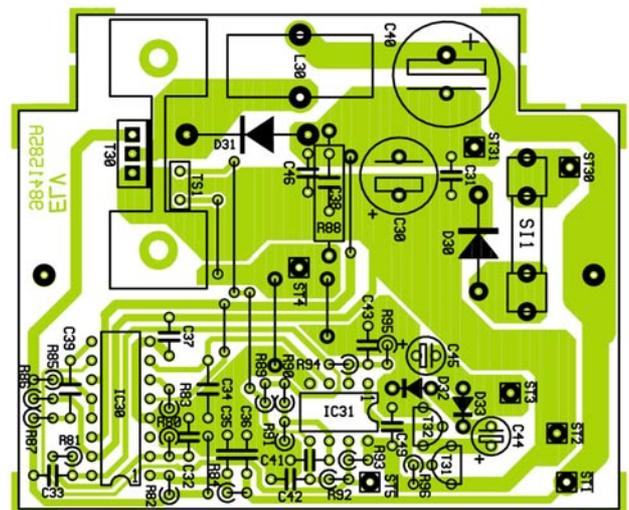
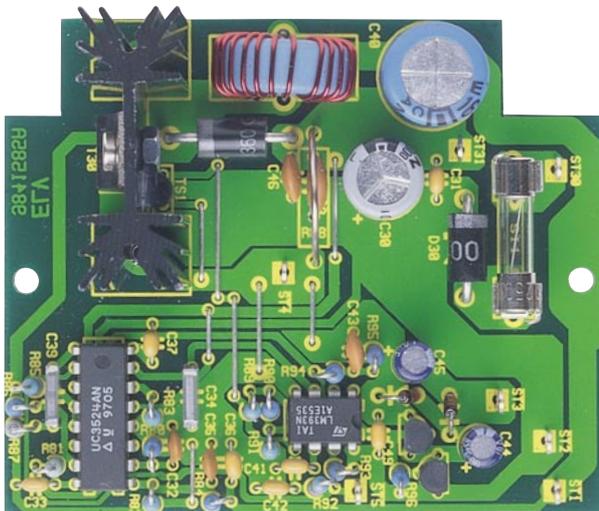
Es folgt die Bestückung der Anzeigeelemente (LEDs) mit korrekter Polarität, entsprechend dem Bestückungsplan. Während die Anschlußbeinchen der 6 grünen Lade-Kontroll-LEDs direkt hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln sind, werden die

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 Katodenseite gekennzeichnet.

Nach den elektronischen Bauteilen der Basisplatine kommen wir nun zur Bestückung der mechanischen Komponenten.

Hierbei beginnen wir mit dem Print-Taster, der mit reichlich Lötzinn festzusetzen ist. Danach werden die Plus-Anschlüsse der 1,5V-Ladeschächte eingelötet (siehe Platinenfoto).

Zur Aufnahme der Zugfedern der Mi-



Ansicht der fertig bestückten Schaltreglerplatine mit zugehörigem Bestückungsplan



Bild 4: Die Zugfedern der 1,5V-Ladeschächte sind entsprechend dem Foto an die Minuskontakte anzulöten. Das Lötzinn darf nur innerhalb der Öse verlaufen.

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

Im Anschluß hieran ist 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.

Als dann werden die korrespondierenden Lötstifte der Basisplatine und der

Netzteilplatine über einadrig isolierte Leitungen miteinander verbunden. Während für die Masseleitung eine Kabellänge von 100 mm vorzusehen ist, reicht bei allen weiteren Verbindungen 70 mm Schaltlitze aus.

Die Basisplatine der soweit vorbereiteten Leiterplattenkonstruktion ist nun zusammen mit dem Entladetastknopf in die Führungsschienen der Gehäuseoberhalbschale abzusenken.

Im nächsten Arbeitsschritt werden dann 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 4 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-Ladeanschlüsse. Die von ST 6 und ST 8 kom-

menden Leitungen werden jeweils am Pluskontakt und die von ST 7 und ST 9 kommenden Leitungen an die zugehörigen Minuskontakte angelötet.

Die 1,5 m lange Zuleitung ist am Kabelende zweimal durch einen Ferrit-Ringkern zu führen und mit dem Plus-Pol an ST 30 sowie mit dem Minus-Pol an ST 31 anzulöten.

Danach ist das 12V-Versorgungskabel durch die Kabel-Knickschutztülle zu führen und die Netzteilplatine mit 2 Knipping-Schrauben 2,9 x 11 mm in der Gehäuseoberhalbschale festzusetzen.

Im letzten Arbeitsschritt wird die Gehäuseunterhalbschale aufgesetzt und mit 6 Knipping-Schrauben festgeschraubt. Der Ferrit-Kern der Versorgungsleitung ist dabei in die kleine Gehäusekammer am Kabelaustritt zu legen.

Mit dem MLE 12 stehen nun auch beim mobilen Einsatz immer voll geladene Akkus zur Verfügung. In Verbindung mit einem Standard-Festspannungs-Netzteil (z. B. HGL-2413Z, 13,8 V-DC/2 A, Bestell-Nr. 40-196-05, ELV-Hauptkatalog 1998, Seite 106) ist das MLE 12 auch stationär, zu Hause, im Labor oder in der Werkstatt einsetzbar. **ELV**

Stückliste: 6fach-Ladegerät für 12V-Versorgungsspannung MLE 12

Widerstände:

48mm Manganindraht (0,659Ω/m),	
30mΩ	R88
0,47Ω/1W	R59-R62
0,56Ω/1W	R63-R66
3,3Ω	R67-R70
10Ω	R85
12Ω	R57, R58
47Ω	R4, R37-R40
100Ω	R55, R56, R86
270Ω	R31-R36
390Ω	R45-R48
1kΩ	R6, R16-R30, R41-R44, R53, R54, R80, R96
1,5kΩ	R93
2,2kΩ	R3
2,7kΩ	R83, R89
4,7kΩ	R81
5,6kΩ	R82
10kΩ	R1, R2, R5, R49, R84, R97
12kΩ	R14, R15, R91
18kΩ	R92
24kΩ	R90
39kΩ	R95
47kΩ	R87, R94
68kΩ	R71, R72
390kΩ	R7-R12
470kΩ	R13

Kondensatoren:

10pF/ker	C32, C35
100pF/ker	C43
220pF/ker	C1, C2

820pF/ker	C46
1nF	C39
3,9nF/ker	C38
10nF	C47
22nF	C34
100nF/ker	C5, C10, C11, C14-C19, C31, C33, C36, C37, C41, C42, C48, C49
470nF	C4
10µF/25V	C3, C12, C13, C44, C45
1000µF/16V	C30
2200µF/16V	C40

Halbleiter:

ELV9615	IC1
TL082	IC2
CD4051	IC3
78L05	IC4
79L05	IC5
UC3524	IC30
LM393	IC31
BC548C	T1, T6-T15, T31, T33
BD434	T2-T5, T18-T23
BC327	T16, T17
BUZ171	T30
BC558	T32
1N4148	D1, D18, D19, D32, D33
ZPD2,7V	D2
ZPD4,7V	D16, D17

1N5400	D30
SB360	D31
LED, 5mm, grün	D9-D14
LED, 5mm, rot	D15

Sonstiges:

Keramikschwinger, 455kHz	Q1
Festinduktivität, 10µH	L1, L2
Speicherdrossel, 40µH	L30
Temperatursensor, SAA965	TS1
Mini-Taster, abgewinkelt, print ..	TA1
Sicherung, 3,15A, träge	
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Start-Tasterknopf	
1 Ferrit-Ringkern, 14 ø x 5mm	
1 Kühlkörper, SK104	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm	
2 Knippingschrauben, 2,9 x 10mm	
1 Mutter, M3	
15 Lötstifte mit Lötöse	
4 Ladekontaktplatten	
4 Minuspol-Kontakte	
4 Federn	
2 9V-Block Anschlußplatten	
1 Ladegerät-Gehäuse MLE 12, gebohrt und bedruckt, kpl.	
1 Kfz-Bordspannungsstecker	
150 cm flexible Leitung, 2 x 0,4mm ²	
24 cm flexible Leitung, blau	
12 cm flexible Leitung, rot	
12 cm flexible Leitung, schwarz	
26 cm Schalthdraht, blank, versilbert	
1 Knickschutztülle	