



8fach-Mikrocontroller-Ladegerät ML 8

Mit dem mikrocontrollergesteuerten Ladegerät ML 8 stehen jederzeit bis zu 8 Mignon- bzw. Mikro-Akkus einsatzbereit zur Verfügung. Nach Erreichen der Lade-Endkriterien schaltet das ML 8 automatisch auf Impuls-Erhaltungsladung, und die Akkus können unbegrenzt bei bestmöglicher Pflege im Ladegerät verbleiben.

Allgemeines

In vielen Haushalten ist ein mehr oder weniger großer Vorrat an Mignon- bzw. Mikro-Akkus vorhanden. Werden sie benötigt, ist häufig deren Energieinhalt unbekannt, oder die Akkus sind durch Selbstentladung bereits vollständig entladen. Je nach Lagertemperatur und Akkutyp ist zwar die Selbstentladung unterschiedlich stark ausgeprägt, aber bereits nach wenigen Wochen Lagerzeit ist bei allen NC- und NiMH-Akkus ein erheblicher Teil des ursprünglichen Energieinhalts verlorengegangen.

Sogenannte „Billig-Ladegeräte“ bieten nicht die Möglichkeit einer Erhaltungsladung, während bei anderen Ladegeräten zum Teil die Erhaltungsladung über einen Vorwiderstand mit einem kontinuierlichen Strom (üblicherweise I/10) erfolgt.

Bei NC-Akkus trägt auch diese Methode nicht zur langen Lebensdauer bei, da hierdurch der gefürchtete Memory-Effekt eintreten kann. Die meisten „intelligenten“ Ladegeräte können maximal 4 Akkus gleichzeitig laden. Der Lagervorrat an 100 % geladenen Akkus ist dadurch recht gering.

Abhilfe schafft das intelligente, mikrocontrollergesteuerte Ladegerät ML 8, mit dem bis zu 8 Mignon- bzw. Mikrozellen gleichzeitig ladbar sind.

Nach Erreichen der Lade-Endkriterien erfolgt beim ML 8 die Erhaltungsladung mit Stromimpulsen. Die Akkus können daher unbegrenzt bei bestmöglicher Pflege im Ladegerät verbleiben, ohne daß der Memory-Effekt eintritt. Mit dem ML 8 sind die Akkus vollkommen separat und unabhängig vom aktuellen Ladezustand auf 100 % der tatsächlichen Akkukapazität ladbar.

Der Mikrocontroller des ML 8 überwacht den Spannungsverlauf bei jedem Akku einzeln mit 14-Bit-Genauigkeit. Zur Auswertung der Ladekurve dienen mehrere aufeinanderfolgende Meßwerte. Sobald am Ende der Ladekurve ein Abfallen der Zellenspannung von mehr als 3 mV registriert wird, hat der Akku exakt 100 % seiner speicherbaren Energie aufgenommen. Der Ladevorgang wird beendet und auf Erhaltungsladung umgeschaltet.

Damit Übergangswiderstände an den Akkukontakten oder Spannungsabfälle innerhalb des Akkus das Meßergebnis nicht beeinflussen, erfolgt die Abstimmung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Aufgrund des Ladeverfahrens spielt der aktuelle Ladezustand eines neu eingelegten Akkus keine Rolle. Die Ladezeit des ML 8 ist abhängig vom Akkutyp sowie der Anzahl der zu ladenden Akkus. Während ein 500mAh-NC-Akku in weniger als 2

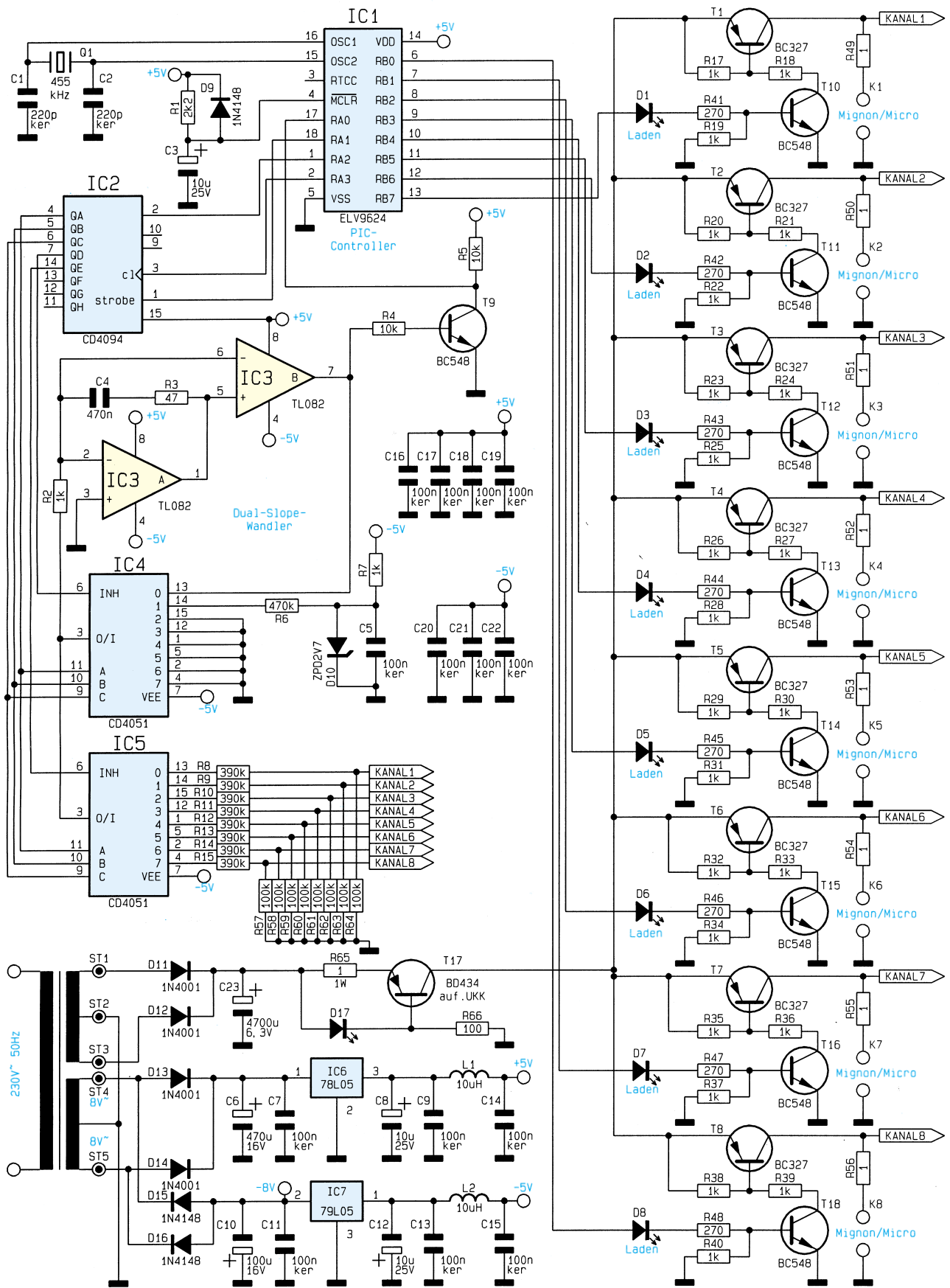
Stunden ladbar ist, dauert der Ladezyklus bei 8 vollkommen entladenen Akkus bis zu 10 Stunden.

Bedienung

Da die gesamte Ladesteuerung des ML 8 durch den Mikrocontroller vollkommen automatisch übernommen wird, ist außer dem Einsetzen des Akkus in den Ladeschacht keine Bedienung erforderlich. Mit

Technische Daten: 8fach-Mikrocontroller-Ladegerät

- 8 voneinander unabhängige Ladeschächte für Mignon- und Mikro-Akkus
- Ladbare Akkutypen: Nickel-Cadmium (NC), Nickel-Metallhydrid (NiMH)
- Lade-Enderkennung durch Auswertung der negativen Spannungsdifferenz (-ΔU)
- Stromlose Akku-Spannungserfassung
- Unabhängig vom aktuellen Ladezustand ist keine Vorentladung erforderlich
- Erhaltungsladung mit Stromimpulsen
- Statusanzeigen: 8 Lade-Kontroll-LEDs (grün)
- Betriebsspannung: 230 V/50 Hz
- Abmessungen: 185 x 76 x 54 mm (LxBxH)



Schaltbild des 8fach-Mikrocontroller-Ladegerätes

dem Einsetzen des Akkus startet der Prozessor den Ladevorgang automatisch, und unabhängig vom Ladezustand (Rest-Energie-Inhalt) 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 er-

reichen, vor Überladung geschützt.

Nach Einsetzen des Akkus in den Ladeschacht leuchtet die zum jeweiligen Ladeschacht gehörende grüne Kontroll-LED

grundsätzlich für die Zeit, in der Ladestrom in den Akku hineinfließt. Der aktuelle Ladezustand ist somit leicht erkennbar.

Die sequentielle Abfrage der Ladeschächte erfolgt beim ML 8 in einem fest vorgegebenen Zeitraster. Beim Ladeverfahren des ML 8 erfolgt die Erkennung eines neu eingesetzten Akkus grundsätzlich mit der Meßwertabfrage am betreffenden Ladeschacht. Sobald am Ladeschacht eine Spannung von >100 mV anliegt, wird der Akku geladen. Nach Entnehmen eines noch nicht vollständig geladenen Akkus erfolgt das Abschalten des Ladekanals mit der nächsten Meßwertabfrage, worauf die betreffende Kontroll-LED erlischt.

Nach der Lade-Erkennung, d. h. im Erhaltungslade-Mode, leuchtet die zum betreffenden Ladeschacht gehörende Ladekontroll-LED im gleichen Zeitraster nur noch kurz auf. Der Akku kann nun, bis er benötigt wird, bei bestmöglicher Pflege im Ladegerät verbleiben.

Tiefentlade-Akkus mit weniger als 100 mV-Zellenspannung weisen in den meisten Fällen einen internen Schluß auf und sind daher nicht mehr verwendbar.

Aufgrund des relativ langen Zeitintervalls bei der Meßwertabfrage des ML 8 ist unter Umständen eine „Wiederbelegung“ eines derartigen Akkus nach folgender Vorgehensweise möglich:

Zuerst wird ein einwandfrei arbeitender Akku in den Ladeschacht eingesetzt. Sobald die Ladekontroll-LED leuchtet, ist der eingesetzte Akku schnell gegen den tiefentladenen bzw. defekten Akku auszutauschen.

Dieser Akku wird nun bis zur nächsten Meßwertabfrage mit dem Ladestrom beaufschlagt. Hat sich jetzt am Akku eine Zellenspannung von >100 mV aufgebaut, wird der Ladevorgang fortgesetzt, während andernfalls die Kontroll-LED wieder erlischt. Baut sich nach 3 bis 4 „Auffrischversuchen“ keine Zellenspannung auf, ist kein Wiederbeleben möglich, und der Akku muß entsorgt werden.

Schaltung

Das Gesamtschaltbild dieses innovativen Ladegerätes ist in Abbildung 1 zu sehen. Trotz der umfangreichen Funktionen ist der Schaltungsaufwand erstaunlich gering. Die Steuerung sämtlicher Funktionen des Ladegerätes übernimmt der im Schaltbild oben links eingezeichnete Mikrocontroller des Typs ELV 9624 (IC 1). Über die Port-Ausgänge RB 0 bis RB 7 werden die 8 identisch aufgebauten Ladekanäle des ML 8 gesteuert.

Soll z. B. der Ladekanal 1 eingeschaltet werden, so wechselt der Port-Ausgang RB 7 von „low“ nach „high“ über die Ladekontroll-LED (D1) sowie den Basisvorwider-

stand R 41 wird der Treibertransistor T 10 durchgesteuert, der wiederum den Längstransistor T 1 über R 18 in den leitenden Zustand versetzt.

Die Ladespannung steht nun direkt am Kollektor des Transistor T 1 an, wobei R 49 den in den Akku hineinfließenden Strom begrenzt. In den Ladepausen zur stromlosen Akkuspannungserfassung wechselt der betreffende Port-Ausgang wieder von „high“ nach „low“.

Im Erhaltungslade-Mode werden die einzelnen Ladekanäle im gleichen Zeitraster nur kurz aktiviert, so daß entsprechend lange Ladepausen entstehen.

Im Einschaltmoment, d. h. mit Anliegen der Betriebsspannung, sorgen die Bauelemente R 1, C 3 und D 9 für einen definierten Power-On-Reset.

Der im Mikrocontroller integrierte Oszillator ist extern (Pin 15, 16) mit einem 455 kHz-Keramikresonator und den beiden Keramik Kondensatoren C 1 und C 2 beschaltet.

Bevor wir uns mit der stromlosen Erfassung der Akkuspannung befassen, betrachten wir zuerst die im unteren Bereich des Schaltbildes eingezeichnete Spannungsversorgung. Die Netzwechselspannung gelangt direkt auf die Primärwicklung des im Fehlerfall durch eine integrierte Temperatursicherung geschützten Netztransformators.

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

Nach der Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichtung mit D 11 und D 12 gelangt die mit C 23 gepufferte unstabilierte Ladespannung zunächst auf eine mit R 65, T 17, R 17 und R 66 aufgebaute Stromquelle, die den maximal zulässigen Ladestrom begrenzt. Die Leuchtdiode dient in diesem Zusammenhang als Referenzspannungselement. Der Trafostrom fließt während der positiven Halbwelle über D 11 und während der negativen Halbwelle über D 12.

Zwei weitere Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen sind mit D 13 und D 14 sowie D 15 und D 16 aufgebaut. Die mit C 6 gepufferte positive Betriebsspannung gelangt direkt auf Pin 1 des Festspannungsreglers IC 6 (+5 V).

Die vom Gleichrichter D 15, D 16 kommende negative Betriebsspannung wird auf Pin 2 des Negativ-Reglers IC 7 gekoppelt.

Während der Ausgang des IC 6 die stabile 5V-Versorgungsspannung bereitstellt, liefert der Negativ-Stabilisator an seinem Ausgang die benötigte -5V-Spannung. C 8 und C 12 dienen zur Schwingneigungsun-

terdrückung im Bereich des Netzteils und C 9, C 13, C 14 und C 15 verhindern in Verbindung mit L 1 und L 2 hochfrequente Störeinflüsse.

Die stromlose Erfassung der analogen Meßwerte (Akkuspannungen) der einzelnen Ladekanäle erfolgt über die Widerstände R 8 bis R 15 sowie den 8fach-CMOS-Analog-Multiplexer IC 5, der wiederum über das 8stufige Schieberegister IC 2 vom Controller (RA 1 bis RA 3) gesteuert wird.

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

Der nach dem Dual-Slope-Verfahren arbeitende Wandler erreicht eine hohe Genauigkeit (14 Bit) und ist sehr unempfindlich gegenüber Störungen von außen. Nach dem Aufintegrieren des Integrators IC 3 A über die Widerstände R 8 bis R 15 erfolgt die Deintegration über R 6. Die vom Komparatorausgang (IC 3 B) gelieferte digitale Information gelangt über T 9 zum Port RA 0 des Mikrocontrollers.

Nachbau

Dank einer doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte mit den Abmessungen 120×65 mm ist der praktische Aufbau dieses interessanten Ladegerätes besonders einfach und in 1 bis 2 Stunden zu bewerkstelligen.

Bei der Bestückung der Leiterplatte halten wir uns genau an die Stückliste und an den Bestückungsplan.

Entgegen der sonst üblichen Vorgehensweise beginnen wir die Bestückung mit den Transistoren. Die Anschlußbeinchen des Leistungstransistors T 17 sind zuerst 3 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln. Danach wird T 17 mit einer Glimmerscheibe zur Isolation liegend auf die Leiterplatte montiert. Zur besseren thermischen Kopplung zwischen Transistorgehäuse und Massefläche ist die Glimmerscheibe auf beiden Seiten mit etwas Wärmeleitpaste zu bestreichen. Die eigentliche Montage erfolgt dann mit einer Schraube $M3 \times 8$ mm, die von der Lötseite durch die Bohrung der Leiterplatte geführt und mit der zugehörigen Mutter verschraubt wird. Erst danach sind die Anschlußbeinchen sorgfältig zu verlöten.

Als nächstes sind 5 Lötstifte mit Öse zum Anschluß der Trafoanschlußleitungen stramm in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu pressen und mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Es folgen die Kleinsignaltransistoren und die beiden Miniaturspannungsregler (IC 6, IC 7), deren Anschlußbeinchen vor dem Verlöten so weit wie möglich durch die

Stückliste: 8fach-Ladegerät

Widerstände:

1Ω/1W	R65
1Ω	R49-R56
47Ω	R3
100Ω	R66
270Ω	R41-R48
1kΩ	R2, R7, R17-R40
2,2kΩ	R1
10kΩ	R4, R5
100kΩ	R57-R64
390kΩ	R8-R15
470kΩ	R6

Kondensatoren:

22pF/ker	C1, C2
100nF/ker	C5, C7, C9, C11, C13-C22
470nF	C4
10µF/25V	C3, C8, C12
100µF/16V	C10
470µF/16V	C6
4700µF/6,3V	C23

Halbleiter:

ELV9615	IC1
CD4094	IC2
TL082	IC3
CD4051	IC4, IC5
78L05	IC6
79L05	IC7
BC327	T1-T8
BC548	T9-T16, T18
BD434	T17
1N4148	D9, D15, D16
ZPD2,7V	D10
1N4001	D11-D14
LED, 5mm, rot	D1-D8
LED, 3mm, rot	D17

Sonstiges:

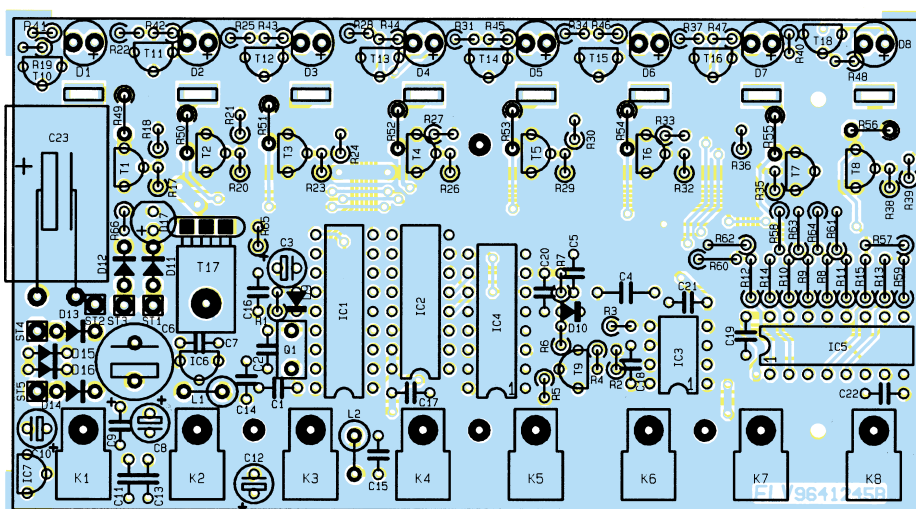
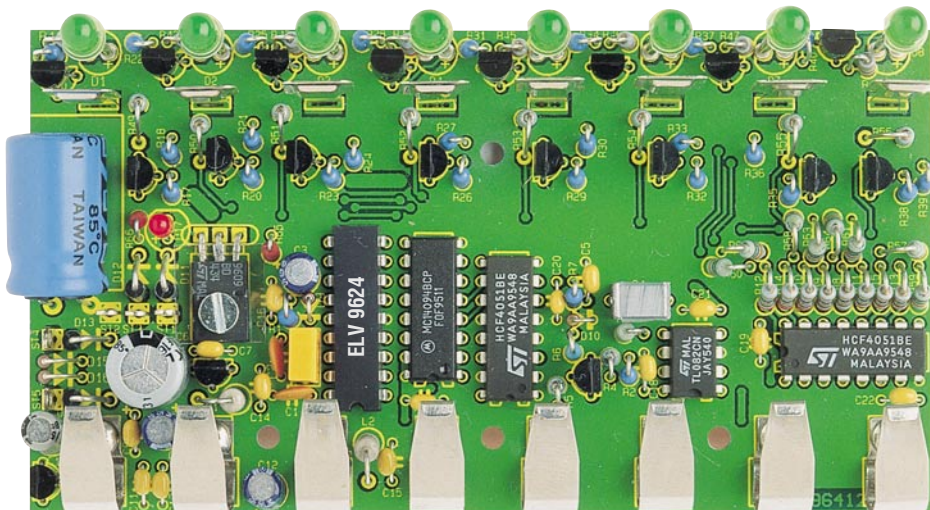
Keramikschwinger, 455kHz	Q1
Spule, 10µH	L1, L2
1 Trafo mit Netzleitung und Zugentlastung	
8 Pluskontakte	
8 Minuskontakte	
8 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm	
8 Knippingschrauben, 2,9 x 9,5mm	
9 Muttern, M3	
9 Fächerscheiben, M3	
1 Glimmerscheibe, TO220	
5 Lötstifte mit Lötöse	
16 Lötstifte, 1,3mm Ø x 20mm	
1,5 cm Isolierschlauch 6 mm Ø	
1 Gehäuseoberteil	
1 Gehäuseunterteil	

zugehörigen Platinenbohrungen zu führen sind.

Als dann werden die integrierten Schaltkreise so eingelötet, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Danach folgt die Bestückung der Keramik Kondensatoren mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen.

Nach Einlöten des Keramikresonators Q 1 und des Folienkondensators C 4 sind



Fertig bestückte Leiterplatte des ML8 mit zugehörigem Bestückungsplan

die Elektrolytkondensatoren an der Reihe. Bei den Elkos ist unbedingt die korrekte Polarität (üblicherweise ist der Minuspol gekennzeichnet) zu beachten. Der Pufferelko C 23 wird in liegender Position eingelötet.

Dann ist die zu Stabilisierungszwecken dienende Leuchtdiode D 17 mit kurzen Anschlußbeinchen zu bestücken.

Sämtliche Widerstände und Dioden sowie die beiden Spulen L 1 und L 2 werden stehend eingelötet. Zur Verlängerung der Leuchtdiodenanschlüsse (D 1 bis D 8) dienen 20 mm lange Bundhülsen, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist. Die Diodenanschlüsse sind so weit in die Öffnungen der Bundhülsen einzuführen, daß eine Einbauhöhe von 35 mm (gemessen von der Diodespitze bis zur Platinenoberfläche) entsteht.

Danach werden die Akku-Pluskontakte eingesetzt und mit reichlich Lötzinn an der Platinenunterseite festgelötet, wobei über den Lötanschluß vom Ladekanal 1 ein 1,5 cm langer Isolierschlauch mit 6 mm Ø zu schieben ist.

Die Minusanschlußkontakte werden mit 8 Zylinderkopfschrauben M3 x 5 mm so-

wie den zugehörigen Fächerscheiben und Muttern auf die Leiterplatte geschraubt.

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

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

Nachdem die Leiterplattenkonstruktion so weit fertiggestellt ist, erfolgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler. Sämtliche an der Lötseite überstehenden Drahtenden sind mit einem scharfen Seitenschneider so kurz wie möglich abzuschneiden.

Die Leiterplatte wird nun in das Gehäuseoberteil gesetzt und mit 4 Knippingschrauben 2,9 x 9,5 mm festgesetzt. Nachdem der Netztrafo und die Zugentlastung der Netzzuleitung in die korrekte Position gebracht sind, bleibt im letzten Arbeitsschritt nur noch das Aufsetzen und Verschrauben des Gehäuseoberteils mit 4 Knippingschrauben 2,9 x 9,5 mm. Bis zu 8 Akkus stehen nun bei bestmöglicher Pflege jederzeit einsatzbereit zur Verfügung.