

Akku-Lade- Meßgerät ALM 7003 Teil 2

Die analogen Schaltungskomponenten des Ladeteils, den praktischen Aufbau sowie den einfach durchzuführenden Softwareabgleich dieses innovativen Ladegerätes beschreibt der zweite und abschließende Teil dieses Artikels

Analogteil

Betrachten wir als nächstes die in Abbildung 2 dargestellten analogen Schaltungskomponenten des ALM 7003. Die Netzversorgungsspannung (230 V) wird an einer zweipoligen Netzschraubklemme (KL 1) zugeführt. Von hieraus gelangt die Netzwechselspannung über den zweipoligen Netzschalter S1 und die Schmelzsicherung SI1 auf die Primärwicklung des Netztransformators TR1. Sekundärseitig steht eine 2 x 8V-Wicklung mit Mittelanzapfung zur Speisung der gesamten digitalen und analogen Steuerelektronik sowie eine Leistungswicklung (9,7V/3,5A) zur Versorgung der Ladeendstufe zur Verfügung.

Nach der Mittelpunkt-Zweiggleichrichtung mit den Dioden D29 und D31 gelangt die positive unstabilmisierte Gleichspannung auf den Pufferelko C25 und auf Pin 1 des Festspannungsreglers IC12. Ausgangsseitig liefert IC12 eine stabilisierte Spannung von 5V, die direkt zur Versor-

gung sämtlicher digitaler Baugruppen des Gerätes dient.

Während die Schwingneigung des Reglers mit C26 verhindert wird, sind die Keramikcondensatoren C27 bis C30, C32, C33, C58 und C59 zur hochfrequenten Störrückblockung direkt an den Versorgungspins der einzelnen integrierten Schaltkreise angeordnet.

Über die mit D30 und D32 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiggleichrichtung wird der Negativregler (IC13) versorgt. Die eingangsseitige Pufferung erfolgt mit C44. C48 dient zur Schwingneigungsunterdrückung. C46, C47, C49 und C54 sind auch hier direkt an die negativen Versorgungspins der einzelnen Schaltkreise positioniert.

Wie bereits erwähnt dient die zweite Sekundärwicklung zur Versorgung der Ladeendstufe, wobei die Spannung zunächst über die Schmelzsicherung SI2 auf den mit D33 bis D36 aufgebauten Brückgleichrichter gelangt.

In der eingezeichneten Relais-Stellung sind die beiden Puffer-Elkos C36 und C37 in Reihe geschaltet, und die Schaltung liefert etwa den halben Wert der Maximalspannung. Dadurch wird die Verlustleistung in der Ladeendstufe bei Akkus mit Nennspannungen unter 8,4 V erheblich reduziert.

Ab 8,4 V Nennspannung werden, vom Prozessor (Port 3.2) gesteuert, die Kontakte des Relais geschlossen. Die Schaltung arbeitet dann als Spannungsverdoppler. Je nach Zellenzahl des zu ladenden Akkus gelangen somit ca. 11 V oder ca. 22 V zur Ladeendstufe (Emitter T11).

Sowohl die Steuerung des Ladestromes als auch die Steuerung des Entladestromes erfolgen vom Prozessor, der an Port 3.5 ein pulswidenmoduliertes Signal liefert.

Mit Hilfe des Operationsverstärkers IC10B wird zunächst das PWM-Signal gepuffert. Anschließend erfolgt mit R55 und C17 eine Mittelwertbildung. Die durch Integration gewonnene, an C17 anstehende Steuergleichspannung (Sollwert) wird direkt dem nicht-invertierenden Eingang des mit IC8B aufgebauten Stromreglers zugeführt.

Der Stromregler vergleicht nun ständig den an Pin 6 (invertierender Eingang) anstehenden ladestromproportionalen Ist-Wert mit dem eingestellten Sollwert und steuert über den Treibertransistor T15 den Endstufentransistor T11.

Am Shuntwiderstand R53 erhalten wir einen stromproportionalen Spannungsabfall. Dieser Spannungsabfall wird über R52 auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC10B gegeben, der eine ca. 26fache Verstärkung vornimmt. Die Ausgangsspannung gelangt über R11 auf den invertierenden Eingang des Reglers, so daß der Regelkreis geschlossen ist. Des weiteren wird der Ist-Wert des Stromes über den mit IC6, IC8 und externen Komponenten aufgebauten AD-Wandler dem Mikrocontroller zugeführt.

Die Kondensatoren C13 bis C16 verhindern hochfrequente Störeinkopplungen auf die Operationsverstärker.

Mit Hilfe des Transistors T10 ist die Ladefunktion prozessorgesteuert (Port 3.4) abschaltbar.

Im Entlademode erhalten wir am Shunt (R53) einen stromproportionalen Spannungsabfall mit umgekehrter Polarität als im Lademode. Die Spannung wird mit dem als nicht-invertierenden Verstärker arbeitenden Operationsverstärker IC10C ca. 25fach verstärkt und über den AD-Wandler dem Mikrocontroller zugeführt. C53 dient zur Schwingneigungsunterdrückung, und C52 verhindert hochfrequente Störeinkopplungen auf den Meßverstärker.

Der Entladestromregler wurde mit Hil-

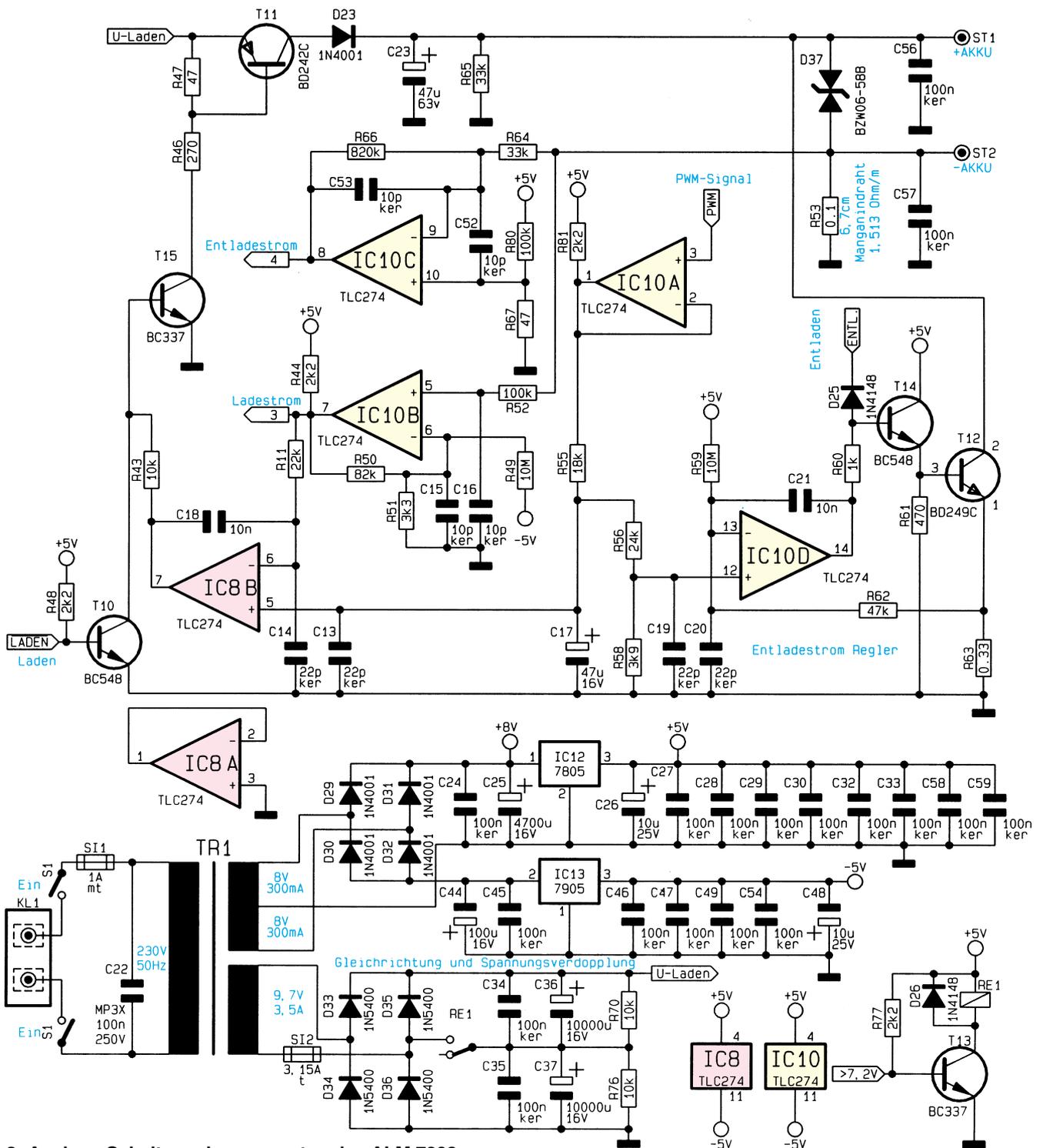


Bild 2: Analoge Schaltungskomponenten des ALM 7003

fe des Operationsverstärkers IC 10 D, T 14, T 12 und externen Komponenten realisiert. Dazu wird eine dem Entladestrom proportionale Meßspannung am Entladeshunt R 63 gewonnen und über R 62 dem nicht-invertierenden Eingang des für die Entladestromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 10 D zugeführt. Dieser dem Entladestrom proportionale Ist-Wert wird mit dem integrierten PWM-Signal am nicht-invertierenden Eingang verglichen.

Der Ausgang des OPs (IC 10 D) steuert über R 60 den Emitterfolger T 14 und dieser wiederum den Endstufentransistor T 12,

so daß der Regelkreis geschlossen ist. R 59 dient zur leichten Vorspannung des invertierenden OP-Eingangs und C 21 zur Schwingneigungsunterdrückung. Hochfrequente Störeinflüsse werden mit C 19 und C 20 verhindert. Vom Mikroprozessor (Port 3.3) ist der Entlademodus über die Diode D 25 deaktivierbar.

Nachbau

Durch den Einsatz von doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatten ist der praktische Aufbau des ALM 7003 sehr

übersichtlich und in wenigen Stunden zu bewerkstelligen.

Innerhalb des ALM 7003 konnte auf einen Hardware-Abgleich vollständig verzichtet werden. Für den softwaremäßig durchzuführenden Abgleich, der jederzeit ohne Eingriff in das Gerät, d. h. bei geschlossenem Gehäuse, durchführbar ist, werden ein möglichst genaues Multimeter (Strom, Spannung) sowie eine stabilisierte Gleichspannungsquelle (1 V, 17 V) benötigt.

Wichtig: Da innerhalb des Gerätes die

230V-Netzwechselfspannung frei zugänglich ist, weisen wir an dieser Stelle darauf hin, daß Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachleuten durchgeführt werden dürfen, die hierzu aufgrund ihrer Ausbildung befugt sind. Die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften sind zu beachten.

Sämtliche aktiven und passiven Bauteile des ALM 7003 inklusive Netztransformator und Leistungskühlkörper finden auf zwei doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatten Platz. Mit Ausnahme der beiden Ausgangsbuchsen (Polklemmen) sind innerhalb des ALM 7003 keine Verdrahtungen erforderlich.

Wir beginnen den praktischen Aufbau mit der Frontplatte, wo neben den Bedien- und Anzeigeelementen nur wenige Bauteile zu bestücken sind. Die Bauteile sind entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes einzulöten, wobei folgende Besonderheiten zu beachten sind:

- Die Kleinsignaltransistoren sind so tief wie möglich einzusetzen, d. h. die Gehäuseoberseite darf nicht weiter als die Oberseite der 7-Segment-Anzeige hervorstehen.
- Beim Einlöten der Printtaster ist eine zu große Hitzeentwicklung zu vermeiden.
- Die Leuchtdioden benötigen eine Einbauhöhe von 9 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Nachdem die Frontplatte so weit fertiggestellt ist, wenden wir uns der Basisplatte zu. Hier sind zuerst die niedrigsten Bauteile, d. h. die Metallfilmwiderstände, entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes einzulöten.

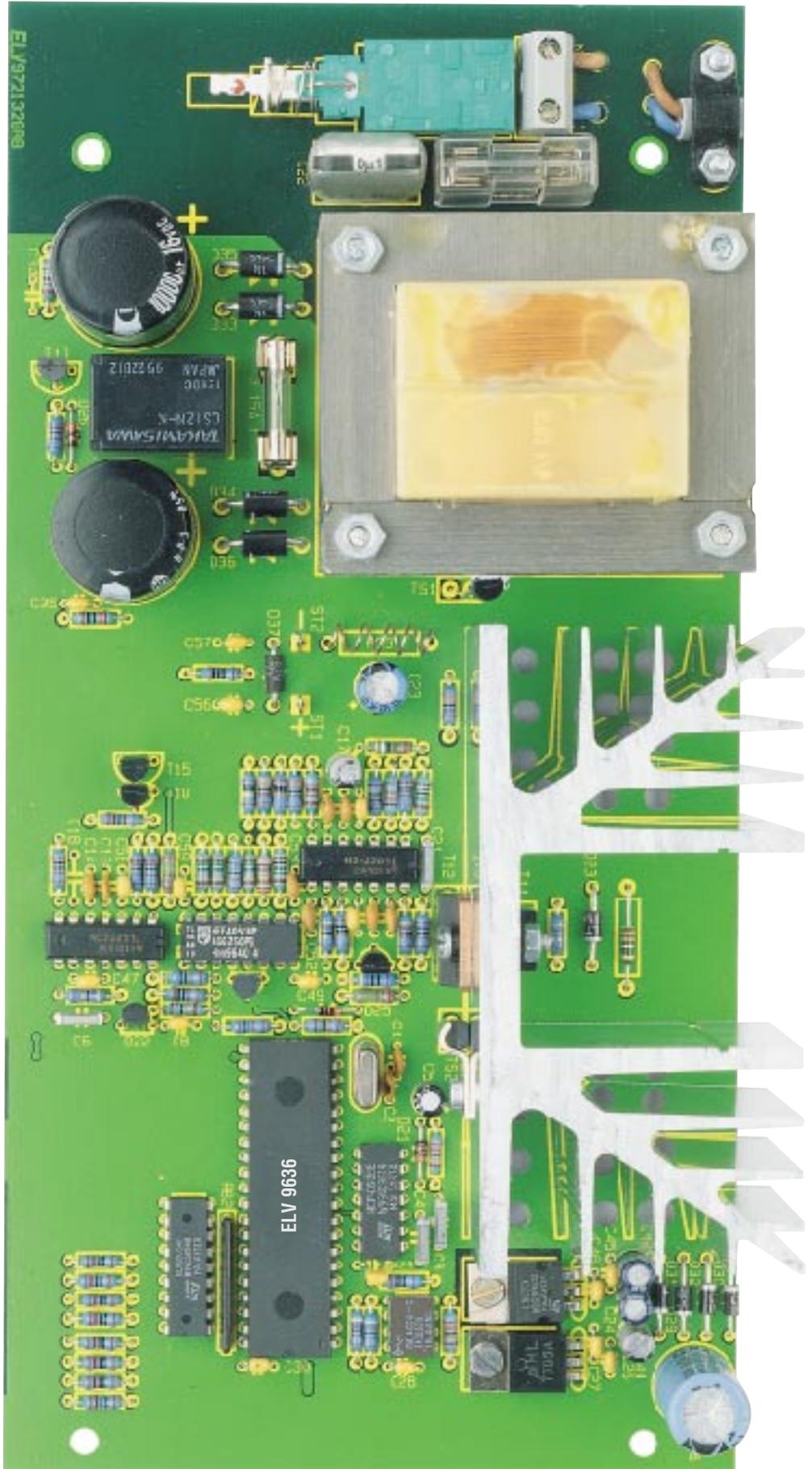
Danach folgen die Dioden unter Beachtung der korrekten Polarität, wobei D 23 sowie D 29 bis D 32 mit 5 bis 10 mm Abstand zur Platinenoberfläche zu bestücken sind.

Während die Keramik- und Folienkondensatoren mit beliebiger Polarität einzusetzen sind, handelt es sich bei den Elektrolytkondensatoren um gepolte Bauelemente. Üblicherweise ist der Minuspol gekennzeichnet.

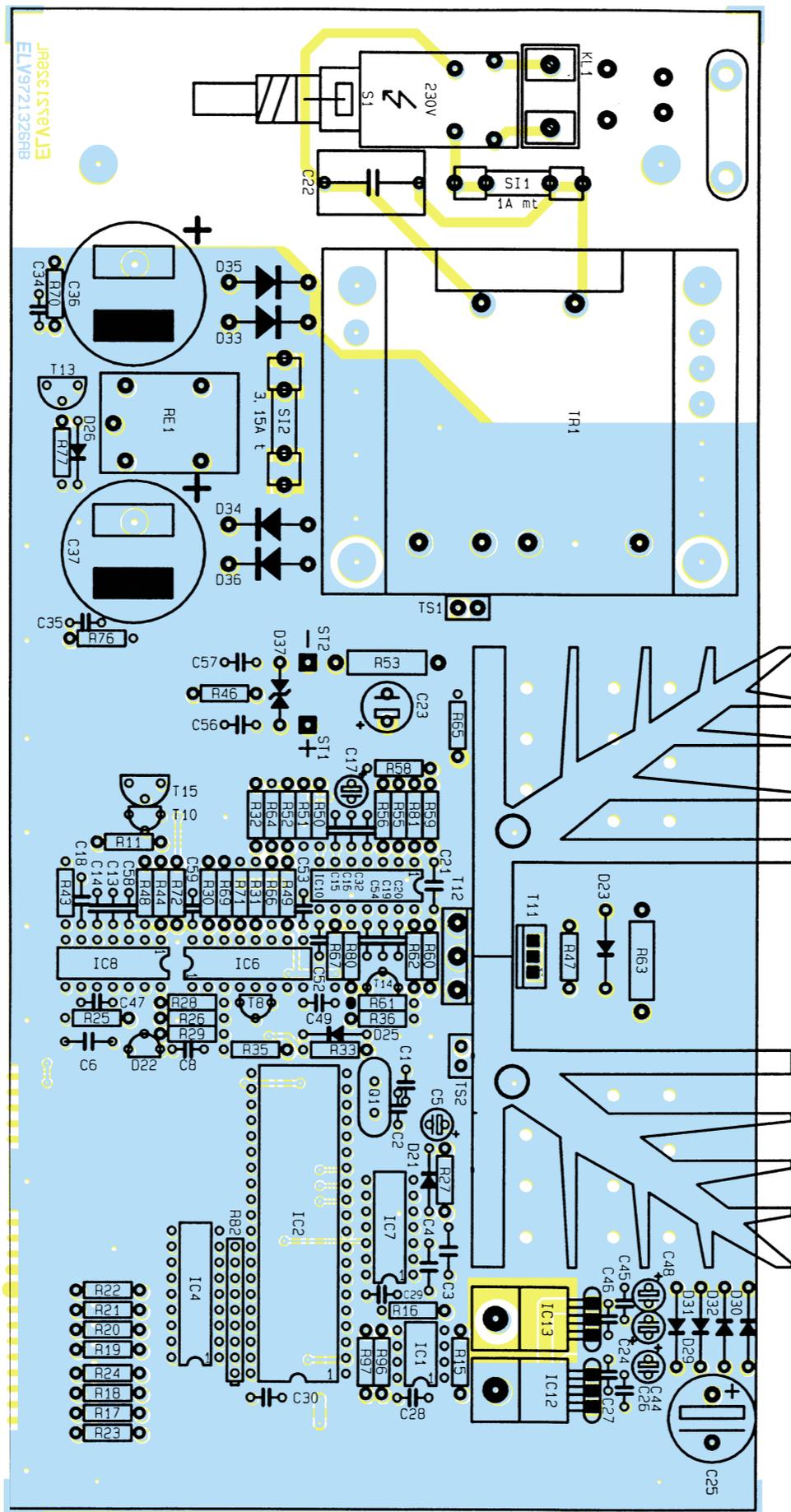
Die Spannungsregler IC 12 und IC 13 sind mit einer Schraube M 3 x 6 mm und zugehöriger Mutter liegend auf die Leiterplatte zu schrauben. Erst danach werden die IC-Anschlüsse verlötet.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die integrierten Schaltkreise so einzulöten, daß jeweils die Gehäusekerben der ICs mit dem zugehörigen Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Das Leistungsrelais (RE 1), der Netzschalter, die zweipolige Netzschraubklemmleiste und die beiden Platinensiche-



Fertig aufgebaute Basisplatte



Bestückungsplan der Basisplatine

runghalter werden mit ausreichend Lötzinn festgesetzt.

Aus 7 cm Manganindraht mit 1,513Ω/m ist der Strom-Shunt R 53 herzustellen. Dazu sind auf dem Schaft eines M4-Bohrers 4 - 5 Windungen des Widerstandsdrahtes aufzubringen, so daß ein „Rastermaß“ von ca. 17 mm entsteht. Beim Einlöten der „Widerstandswendel“ an die dafür vorgesehene Stelle der Leiterplatte ist unbedingt darauf zu achten, daß keine Windung die Platinenoberfläche berührt (ca. 2 - 3 mm Abstand). Durch das Verlöten bleiben ca. 6,6-6,7 cm des Widerstandsdrahtes wirksam.

Aufgrund des softwaremäßigen Abgleichs ist für die Genauigkeit des ALM 7003 nicht der Absolutwert des Shunt-Widerstandes, sondern vielmehr der Temperaturkoeffizient (Temperaturdrift) entscheidend. Die hier verwendete Präzisions-Widerstandslegierung zeichnet sich durch einen sehr geringen Temperaturkoeffizienten (±10ppm im Temperaturbereich von 20°C bis 80°C) aus.

Kommen wir nun zum Netztransformator TR 1. Zur Montage sind zuerst 4 Schrauben M4x55 mm von unten durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen und auf der Bestückungsseite jeweils mit einer 15 mm langen vernickelten Messingdistanzhülse zu bestücken.

Darauf folgt der Trafo, dessen Anschlußpins exakt in die zugehörigen Lötäugen der Platine fassen müssen. Nach Anziehen der M4-Muttern auf der Trafooberseite werden die Anschlußpins sorgfältig festgelötet. Vor dem Einbau des Leistungskühlkörpers sind die beiden Leistungstristoren und der Temperatursensor zu montieren, wobei zur elektrischen Isolation Glimmerscheiben und Isolierbuchsen dienen.

Zur besseren thermischen Kopplung werden die Glimmerscheiben vor der Montage auf beiden Seiten mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen. Der Temperatursensor ist mit einer selbstschneidenden Schraube M3 x 6 mm und zugehöriger Metallschelle zu montieren.

Erst nach dem Festschrauben des Kühlkörpers mit zwei selbstschneidenden Schrauben erfolgt das Verlöten der Anschlußpins.

Die Anschlußbeinchen des am Netztrafo zu positionierenden Temperatursensors sind mit zwei 15 mm langen Silberdrahtabschnitten zu verlängern. Die Drahtenden sind so zu biegen, daß der Sensor federnd gegen den Trafokern drückt. Thermische Übergangswiderstände werden durch reichlich Wärmeleitpaste verringert.

Nach Einsetzen der beiden Feinsiche-

ungen erhält die 1A-Netzversicherung als Berührungsschutz eine Kunststoffabdeckung.

Bei der 2adrigen 230V-Netzzuleitung wird die äußere Ummantlung auf 35 mm Länge entfernt, die Innenadern auf 5 mm Länge abisoliert und Aderendhülsen aufgezquetscht.

Alsdann ist eine Gummidurchführungstülle in die zugehörige Bohrung der Rückwand zu drücken und das Kabel von außen durchzuführen.

Mit einer Zugentlastungsschelle, 2 von unten einzusetzenden Schrauben M3x14mm und den zugehörigen Muttern erfolgt die Befestigung der Netzzuleitung auf der Platine. Die beiden Innenadern sind jeweils so durch zwei Bohrungen der Leiterplatte zu führen, daß ein versehentliches Lösen auszuschließen ist (siehe Platinenfoto). Die Leitungsenden werden in die 2polige Schraubklemmleiste geführt und verschraubt.

Nachdem nun beide Leiterplatten komplett bestückt sind, erfolgt die Verbindung miteinander. Zwei 1,3mm-Lötstifte, die von der Bestückungsseite mit der langen Seite voran durch die in der Frontplatine befindlichen Bohrungen zu führen sind, dienen dabei zur exakten Höhenausrichtung.

Wenn die zusammengehörenden Leiterbahnpaare fluchten und die Leiterplatten einen rechten Winkel zueinander bilden, erfolgt auf jeder Seite eine provisorische Punktlötung. Alsdann sind sämtliche Leiterbahnpaare und die Masseflächen unter Zugabe von ausreichend Lötzinn zu verlöten.

Die beiden Ausgangsbuchsen (Polklemmen) werden direkt in die bedruckte Frontplatte des ALM 7003 geschraubt und 1adrig isolierte Leitungsabschnitte von 90 mm Länge angelötet.

Der Mindestquerschnitt der Leitungen sollte dabei 0,75 mm² betragen. Nachdem die freien Leitungsenden durch die Bohrungen der Frontplatine geführt sind, wird die von der Plusklemme kommende Leitung an ST 1 und die von der Minusklemme kommende Leitung an ST 2 angelötet. Vor der ersten Inbetriebnahme ist eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler sinnvoll.

Die Metallschubstange des Netzschalters ist entsprechend Abbildung 3 anzufertigen und mit einem Kunststoff-Druckknopf sowie einem Kunststoff-Verbindungsstück zu bestücken. Das Verbindungsstück rastet dann auf dem Netzschalter ein.

Gehäuseeinbau

4 Schrauben M4 x 70 mm werden durch die Montagesockel der Gehäuseunterhalb-schale geführt und auf der Innenseite jeweils mit einer 1,5 mm dicken Polyamid-Scheibe bestückt.

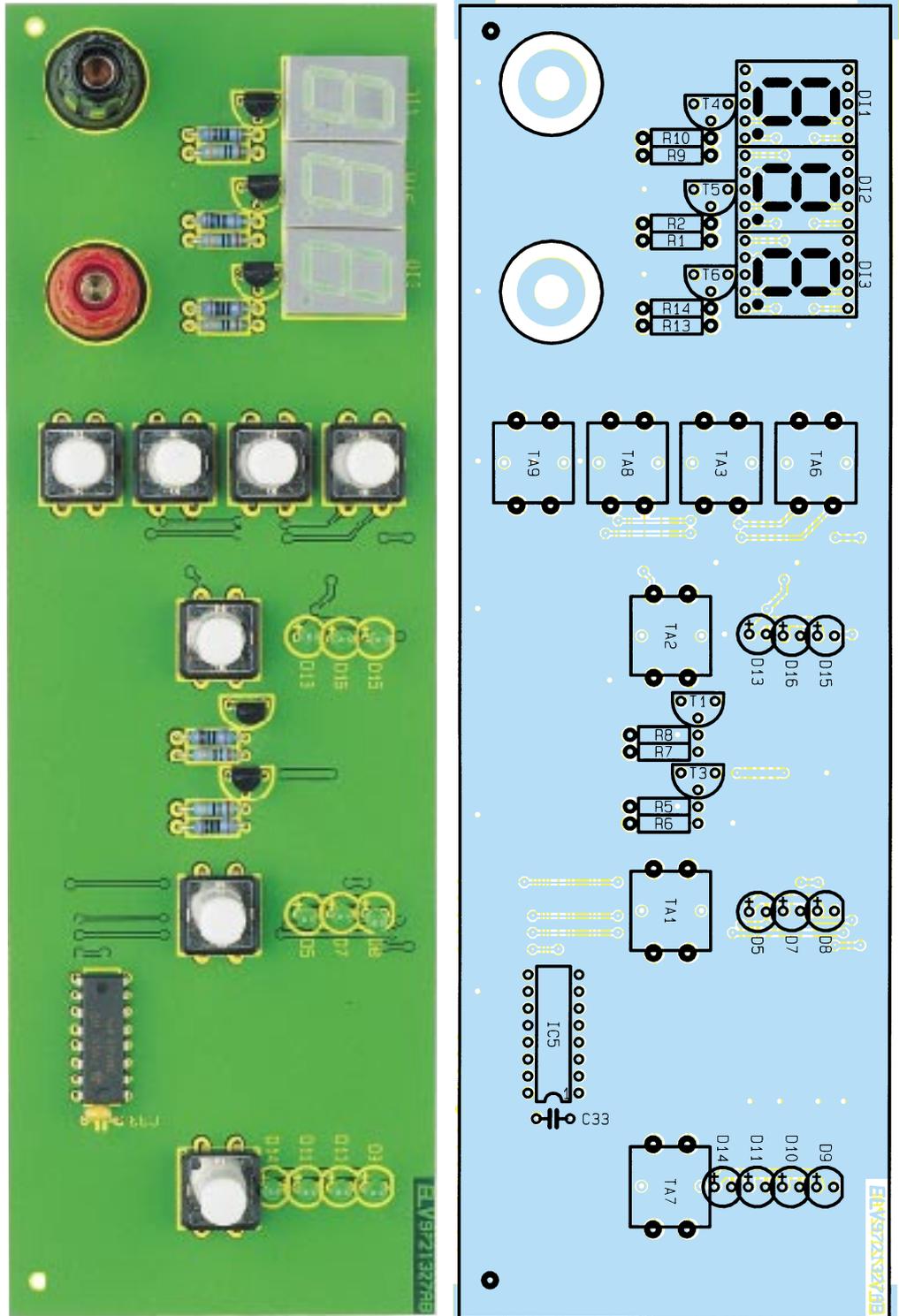
Danach ist über die Schraubenenden das komplette Chassis des ALM 7003 mit Front- und Rückplatte bis zum sicheren Einrasten abzusenken. Auf der Platinenoberseite folgt nun jeweils ein 60 mm lan-

ges Abstandsrollchen.

Im nächsten Arbeitsschritt ist die Gehäuseoberhalb-schale mit nach hinten weisendem Lüftungsgitter aufzusetzen und in jedem Montagesockel eine M4-Mutter einzulegen. Mit einem kleinen Schraubendreher werden nacheinander die Gehäuseschrauben ausgerichtet und von unten fest verschraubt.

Die Gummifüße sind in die Bohrungen der Fußmodule zu führen und auf der Innenseite bis zum Einrasten mit einer Zange anzuziehen.

Ansicht der fertig aufgebauten Frontplatine mit zugehörigem Bestückungsplan



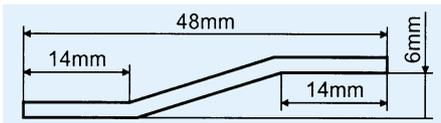


Bild 3: Schubstange des Netzschalters

Nach dem Einsetzen der Fußmodule sind die Abdeckmodule des Gehäuseoberteils einzusetzen (sofern kein weiteres ELV-7000er Gerät darauf gestellt werden soll) und die Abdeckzylinder in die nicht benötigten mittleren Montageöffnungen des Oberteils flächenbündig einzupressen.

Abgleich

Der softwaremäßige Abgleich des ALM 7003 ist ausgesprochen einfach und in wenigen Minuten zu bewerkstelligen.

Nach dem ersten Einschalten des Gerätes erscheint auf dem 4stelligen 7-Segment-Display die Anzeige U1. An den Ausgangsbuchsen (Polklemmen) ist zuerst eine möglichst genaue Gleichspannung von 1 V anzulegen.

Danach wird kurz die Taste „Eingabe“ betätigt. Auf dem Display erscheint nun die Anzeige U17. Die Spannung an den Buchsen des ALM 7003 ist jetzt auf exakt 17 V zu erhöhen und erneut die „Eingabetaste“ zu betätigen.

Zum Stromabgleich erscheint danach auf dem Display die Anzeige I0. Bei offenem ALM-Ausgang ist die „Eingabetaste“ zu drücken, worauf das Display 800 (mA) anzeigt. Der ALM-Ausgang ist über ein Amperemeter kurzzuschließen und der gemessene Stromwert auf dem Display einzustellen.

Nach Betätigung der Taste „Eingabe“ führt das ALM 7003 automatisch die Kalibrierung durch, und nach einigen Sekunden erscheint auf dem Display wieder die Anzeige 800. Zum Ausmessen der Regelparameter ist im letzten Abgleichschritt über das Amperemeter ein Strom in das ALM 7003 einzuspeisen. Als Stromquelle kann dabei ein beliebiges Netzgerät oder ein Akku dienen, sofern ein Strom von mindestens 1 A geliefert werden kann, wobei die Spannung zwischen 1 V und 40 V liegen darf. Der gemessene Stromwert ist wieder auf dem Display einzustellen.

Alsdann ist kurz die „Eingabetaste“ zu betätigen, womit der Abgleich des ALM 7003 bereits vollständig abgeschlossen ist.

Ein Neu-Abgleich des ALM 7003 ist jederzeit möglich. Um in den Abgleichmode zu gelangen, ist bei gedrückter „↑“- und „Start“-Taste das ALM 7003 einzuschalten.

Nach erfolgreich durchgeführtem Abgleich steht dem Einsatz dieses innovativen Ladegerätes mit zukunftsweisender Technologie nichts mehr entgegen. **ELV**

Stückliste: ALM 7003

Widerstände:

7cm Manganindraht, 1,513 Ω/m ...	R53
0,33Ω	R63
47Ω	R25, R47, R67
100Ω	R2, R6, R8, R10, R14
120Ω	R17-R24
270Ω	R46
330Ω	R1, R5, R7, R9, R13
470Ω	R61
1kΩ	R28, R35, R60
2,2kΩ	R44, R48, R77, R81
2,55kΩ	R36, R72
3,3kΩ	R51
3,9kΩ	R58
4,7kΩ	R96, R97
10kΩ	R26, R43, R70, R76
18kΩ	R55
22kΩ	R11
24kΩ	R56
33kΩ	R64, R65
47kΩ	R62
82kΩ	R50
100kΩ	R52, R80
150kΩ	R29, R30, R31, R69
180kΩ	R33, R71
220kΩ	R15, R16, R27
820kΩ	R66
1MΩ	R32
10MΩ	R59, R49
Array, 4,7kΩ	R82

Kondensatoren:

10pF/ker	C15, C16, C52, C53
18pF/ker	C1, C2
22pF/ker	C13, C14, C19, C20
10nF	C3, C4, C18, C21
100nF/ker	C8, C24, C27-C30, C32-C35, C45-C47, C49, C54, C56-C59
100nF/250V~/X2	C22
270nF	C6
2,2µF/63V	C5
10µF/25V	C26, C48
47µF/16V	C17
47µF/63V	C23
100µF/16V	C44
4700µF/16V	C25
10000µF/16V	C36, C37

Halbleiter:

FM2404	IC1
ELV9636	IC2
ULN2803	IC4
74LS145	IC5
CD4051	IC6
CD4093	IC7
TLC274	IC8, IC10
7805	IC12

7905	IC13
BC327	T1, T3-T6
BC548	T8, T10, T14
BD242C	T11
BD249	T12
BC337	T13, T15
1N4148	D21, D25, D26
LM385/2,5V	D22
1N4001	D23, D29-D32
1N5400	D33-D36
BZW06-58B	D37
DJ700A, grün	DI1-DI3
LED, 3mm, grün	D5, D7-D11, D13-D16

Sonstiges:

Quarz, 11,0592MHz	Q1
Taster, B3F-4050	TA1-TA3, TA6-TA9
Temperatursensor, SAA965	TS1, TS2
Trafo, 2 x 8V/300mA,	
1 x 9,7V/3,5A	TR1
Netzschraubklemmleiste, 2polig .	KL1
Relais, 5V, 1 x um	RE1
Sicherung, 1A, mittelträge	SI1
Sicherung, 3,15A, träge	SI2
Lötstifte mit Lötöse	ST1, ST2
Shadow-Netzschalter	S1
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 Druckknopf für Netzschalter	
7 Tastkappen, 10mm	
2 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Sicherungsschutzkappe	
1 Präzisions-IC-Fassung, 40polig	
1 Kühlkörper, SK88, gebohrt	
1 Sensorschelle 4mm	
1 Glimmerscheibe, TOP-66	
1 Glimmerscheibe, TO-3P	
2 Isolierbuchsen	
3 Aluschrauben, M3 x 6mm	
2 Zylinderkopfschrauben M3 x 6mm	
1 Zylinderkopfschrauben M3 x 16mm	
4 Zylinderkopfschrauben M4 x 45mm	
2 Zylinderkopfschrauben M3 x 14mm	
5 Mutter, M3	
4 Mutter, M4	
4 Metall-Abstandshalter, M4 x 15mm	
1 Netzkabel, 2adrig, grau, rund	
1 Zugentlastungsschelle	
1 Polklemme, 4mm, rot	
1 Polklemme, 4mm, schwarz	
10cm Schaltlitze, 1,5mm ² , rot	
10cm Schaltlitze, 1,5mm ² , schwarz	
1 Netzkabel-Durchführungsstülle	
5cm Silberdraht	
1 Tube Wärmeleitpaste	
2 Aderendhülsen für 0,75mm ²	
2 Lötstifte 1,3mm	