



Elektronische Last EL 7000

Teil 2

Nachbau und Inbetriebnahme dieser bis zu 100 W belastbaren elektronischen Last beschreibt der vorliegende Artikel. Durch umfangreiche Features wie Strom- und Widerstandskennlinie, interne und externe Modulation usw. ist die EL 7000 bestens geeignet für den Test von Netzgeräten und zur Belastung entsprechender Spannungsquellen.

Nachbau

Die komplexe Schaltungstechnik der elektronischen Last EL 7000 wird auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten aufgebaut. Der größte Teil der Elektronik, bestehend aus der Leistungsendstufe einschließlich Kompakt-Lüfteraggregat LK 40, dem Netzteil mit Netztransformator sowie der Regelelektronik befindet sich auf der 260 mm x 128 großen Basisplatine.

Auch die 246 mm x 64 mm messende

Frontplatine ist reichlich mit Elektronik bestückt. Neben den beiden AD-Wandlern zur Ansteuerung der 7-Segment-Anzeigen und den Displays selbst sind hier alle Bedienelemente und auch noch einige Teile der Steuerlogik untergebracht.

Aufgrund der relativ hohen Packungsdichte sind beide Leiterplatten doppelseitig ausgeführt, wodurch in den EL 7000 keine einzige Drahtbrücke erforderlich ist.

Wir beginnen den Nachbau mit dem Bestücken der beiden Platinen. In gewohnter Weise wird zunächst die Basisplatine, beginnend mit den niedrigen Bauelementen bestückt, gefolgt von den höheren Komponenten. Die Leistungstransistoren T 5, T 8, T 9 und T 14 sowie der Spannungsregler IC 1 und auch der Temperatursensor R 9 sind zunächst noch von der Bestückung ausgenommen. Ihre Montage erfolgt zum Schluß zusammen mit dem Lüfter-Aggregat.

Die Anschlußpunkte für die angesprochenen Leistungstransistoren und für den Spannungsregler IC 1 werden mit den beiliegenden 1 mm-Lötstiften versehen. Der Temperatursensor R 9 wird später mit einer Metallschelle am Kühlkörper befestigt, wobei die elektrische Verbindung zur Basisplatine über entsprechende Leitungsabschnitte erfolgt. Aus diesem Grunde sind die Anschlußpunkte für den Temperatur-

sensor sowie die Lötstützpunkte ST 1, 2, 5, 6, 9 mit entsprechenden Lötösen zu versehen.

Die Shunt-Widerstände R 50, R 54, R 58 und R 62 sind so tief als möglich in die Leiterplatte einzusetzen, wobei der Widerstandskörper direkt auf der Leiterplatte aufliegen muß.

Nachdem die Bestückung so weit fortgeschritten ist, kann der Lüfter-Kühlkörper für den Einbau vorbereitet werden. Zuerst sind die beiden Profilhälften mittels der Schwalbenschwanzführung zusammenzuschieben und mit der Öffnung nach oben auf die Arbeitsunterlage zu stellen, wobei eine der Nahtstellen zum Betrachter weisen sollte. Der 40 mm-Lüfter wird nun oben auf das Kühlkörper-Profil gelegt, und zwar so, daß das Typenschild des Lüfters zum Kühlkörper weist und das Zuleitungspaar nach rechts zeigt.

Für die Lüftermontage dienen 4 M 3 x 30 mm Zylinderkopfschrauben, die durch die entsprechenden Bohrungen des Lüfters geführt und in die Rundnuten des Kühlkörperprofils eingedreht werden.

Im folgenden Arbeitsschritt ist durch die 4 Lüfteraggregat-Montagebohrungen der Basisplatine von unten je eine M 3 x 6 mm-Zylinderkopfschraube zu stecken. Zwischen Schraubenkopf und Leiterplatte wird jeweils eine Fächerscheibe eingelegt.

Auf der Oberseite der Basisplatine folgt nun die zur Isolierung dienende 0,5 mm dicke 30 mm x 100 mm messende Epoxydplatte und auf jede Schraube eine M 3-Mutter, die zunächst jedoch nur lose aufgeschraubt wird. Mit dem Lüfter voran ist anschließend das Kühlkörper-Aggregat von der Platinenrückseite her aufzuschieben, wobei je 2 Muttern in jede der beiden Führungsnuten der Kühlkörperelemente „eintauchen“.

Die Anschlußleitungen des Lüfters sollten zum rechten Platinenrand zeigen. Das hintere Ende des Kühlkörpers muß bündig mit der Platinenrückkante abschließen, bevor die 4 Befestigungsschrauben angezogen werden. Abschließend wird die rote Anschlußleitung des Lüfters an den Lötstützpunkt ST 1 und die schwarze Leitung an ST 2 angelötet.

Wenden wir uns nun der Montage der Halbleiter am Kühlkörper-Aggregat zu. Sämtliche Transistoren sowie der Spannungsregler IC 1 müssen zur elektrischen Isolation mit entsprechenden Glimmerscheiben und zugehörigen Isolierbuchsen montiert werden. Um die thermische Kopplung zu optimieren, sind die Glimmerscheiben auf beiden Seiten mit etwas Wärmeleitpaste zu bestreichen.

In die oberen Nuten der rechts und links befindlichen Befestigungsflächen des LK 40 wird jeweils die entsprechende Anzahl von Muttern zur Befestigung der Halblei-

Berufserfolg durch Weiterbildung

Elektronik-Techniker Fernseh-Techniker

Gewinnen Sie Sicherheit und Erfolg im Berufsleben durch ein Fernstudium neben dem Beruf. Die Lehrgänge sind staatlich geprüft und vermitteln Ihnen das nötige Wissen in Theorie und Praxis.

Information 7-83 gleich anfordern

Fernschule Bremen
Postfach 347026 · 28339 Bremen
☎ 0421/490019 · Fax 0421/4985596

ter eingeschoben. Wenn alle Halbleiter oberhalb ihrer Anschlußpunkte festgeschraubt sind (mit M 3 x 6 mm-Zylinderkopfschrauben), sind ihre Anschlußbeinchen mit den Lötstiften der Basisplatine zu verbinden.

Abschließend wird der Temperatursensor am Kühlkörper montiert. Die Montage erfolgt mit der beiliegenden Metallschelle und einer M 3 x 5 mm Zylinderkopfschraube an der Mutter, die sich zwischen T 11 und T 14 befindet. Um ein Lösen der Verschraubung zu verhindern, ist zwischen Schraubenkopf und Metallschelle eine Fächerscheibe einzulegen.

Die flache Seite des Temperatursensors ist mit Wärmeleitpaste zu bestreichen und muß direkt am Kühlkörper anliegen. Die Metallschelle sollte genau mittig zwischen den beiden Transistoren positioniert sein, so daß die Anschlüsse des Sensors auf der Seite des Transistors T 14 zur Platine führen.

Als dann sind die Anschlußbeine des Sensors auf 8 mm Länge zu kürzen und über je einen 50 mm langen Leitungsabschnitt mit den entsprechenden Lötösen der Platine zu verbinden.

Im nächsten Arbeitsschritt ist der Netztransformator zu montieren. Nachdem dieser in die Leiterplatte eingesetzt wurde und mit 4 M 3 x 6 mm-Zylinderkopfschrauben und zugehörigen Muttern verschraubt ist, werden die Anschlußpunkte verlötet.

Mit dem Einlöten der Zuleitungen für die Eingangsbuchsen sowie für die BNC-Meßbuchse und den BNC-Modulations-eingang sind die Bestückungsarbeiten im Bereich der Basisplatine so weit abgeschlossen.

Für die Verkabelung der Eingangsbuchsen ist die rote und schwarze 2,5 mm²-Leitung vorgesehen, während die BNC-Buchsen über abgeschirmte Leitungen anzuschließen sind. Die Leitungen werden gemäß den Erfordernissen abgelenkt und zunächst lediglich auf einer Seite befestigt, d. h. in die Bohrungen der Basisplatine eingesteckt und verlötet bzw. an die entsprechenden Lötösen angelötet.

Kommen wir nun zur Bestückung der Frontplatine. Zuerst sind hier die 7-Segment-Anzeigen und die Taster T 1 bis T 4 einzusetzen. Alle weiteren Bauelemente wie Kondensatoren und LEDs dürfen maximal eine Einbautiefe von 8 mm, entsprechend der Bauhöhe der 7-Segment-Anzeigen, sowie der Taster-Grundkörper aufweisen. Die Potentiometer R 1, R 2, und R 68 werden von der Rückseite her montiert. Hierzu sind zunächst die Anschlußpins der Potentiometer zur Achse hin direkt am

Potentiometergehäuse abzuwinkeln. Im Anschluß daran sind sie in der Frontplatte einzuschrauben und zu verlöten.

Nachdem nun beide Leiterplatten fertiggestellt sind, erfolgt die Verbindung der Platinen miteinander. Die Basisplatine wird mit ihrer Hinterkante auf die Arbeitsplatte gestellt, wodurch ein optimales Anlöten der Frontplatine möglich ist. An der linken und rechten Seite der Frontplatine befinden sich zwei 1,3 mm Bohrungen, durch die jeweils von der Bestückungsseite her 2 Lötstifte mit der langen Seite voranzustecken sind. Diese Lötstifte erleichtern die nun anschließende Positionierung der Frontplatine. Bei korrekter Ausrichtung liegen die betreffenden Lötstifte in ganzer Länge auf der Basisplatine auf. Ist dies erreicht, d. h. beide Platinen bilden einen

EL 7000: 100 Watt Leistungsaufnahme durch Einsatz des neuen Kompakt-Lüfteraggregats LK 40

rechten Winkel zueinander und die zusammengehörenden Leiterbahnpaare fluchten miteinander, wird auf jeder Seite eine Punktlötung vorgenommen. Nach zufriedenstellender Positionierung werden anschließend sämtliche Leiterbahnpaare unter Zugabe von reichlich Lötzinn miteinander verbunden.

Damit anschließend die Endmontage der EL 7000 erfolgen kann, sind zuvor Inbetriebnahme und Abgleich durchzuführen.

Inbetriebnahme und Abgleich

Bevor das Gerät zum ersten Mal mit der Netzwechselspannung beaufschlagt wird, empfiehlt es sich, nochmals die korrekte Bestückung der Leiterplatten zu prüfen. Insbesondere gilt dies für die Polung der Elektrolytkondensatoren und der Dioden.

Mit Hilfe eines Multimeters werden unmittelbar nach dem Einschalten der EL 7000 alle wichtigen Betriebsspannungen gemessen und mit den Angaben im Schaltbild verglichen. Sind alle Messungen zufriedenstellend ausgefallen, beginnen wir mit dem Abgleich, während ansonsten das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu nehmen und auf Fehler zu untersuchen ist.

Für den Abgleich sind zunächst alle Einstelltrimmer in Mittelstellung und die Potentiometer für die untere und die obere Lastgröße (R 1 und R 2) an ihren Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn) zu drehen.

Nun wird die EL 7000 an eine externe Spannungsquelle angeschlossen und mit einer Spannung von ca. 10 V beaufschlagt. Der Trimmer R 86 ist so einzustellen, daß

die Spannungsanzeige der EL 7000 exakt die anliegende Spannung anzeigt. Als dann wird die Lastgröße so eingestellt, daß ein kontinuierlicher, möglichst großer Strom bis zu 10 A fließt (je nach Möglichkeit des Speisernetzteils).

Zur Messung des Stromes ist ein möglichst genaues, ausreichend belastbares Amperemeter zwischenzuschalten. Der Trimmer R 94 ist so einzustellen, daß die Stromanzeige der EL 7000 genau dem gemessenen Wert entspricht.

Zur Erzielung einer höheren Genauigkeit im R-Betrieb wurde die Endstufe mit der vorgeschalteten Regelelektronik um einen Offset-Einsteller erweitert. Die Einstellung erfolgt über einen Spindeltrimmer, der die Bezeichnung R 150 trägt.

Für diesen letzten Abgleichpunkt sind die Potentiometer für die Lastgrößen (R 1 und R 2) wieder an ihren Linksanschlag zu bringen. Der Spindeltrimmer R

150 ist zunächst so einzustellen, daß ein Laststrom von ca. 100 mA vorliegt. Im zweiten Schritt wird nun mit Hilfe des Spindeltrimmers R 150 der Laststrom langsam so weit reduziert, daß die Stromanzeige der EL 7000 gerade 0,00 A anzeigt.

Um eine größere Genauigkeit für diesen Abgleich zu erzielen, kann ein entsprechendes höher auflösendes Amperemeter zwischengeschaltet werden. Bei einer Eingangsspannung von 10 V, ergibt sich aufgrund des nun vorliegenden Eingangswiderstandes der EL 7000 von ca. 111,5 k Ω ein minimaler Laststrom von ca. 89,7 μ A, an den es sich langsam von höheren Strömen her kommend anzunähern gilt.

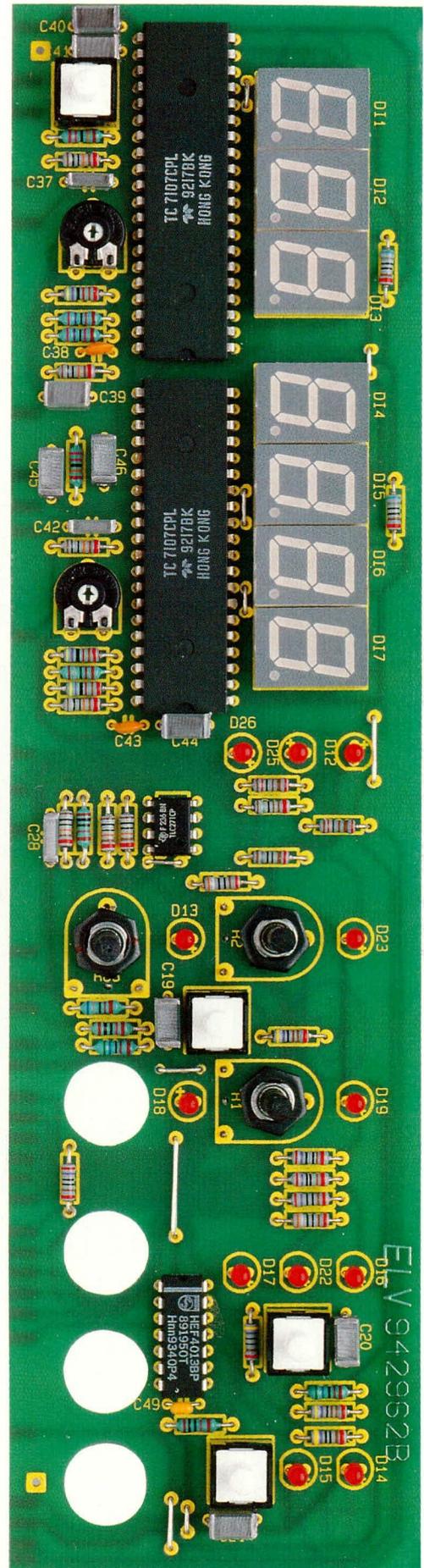
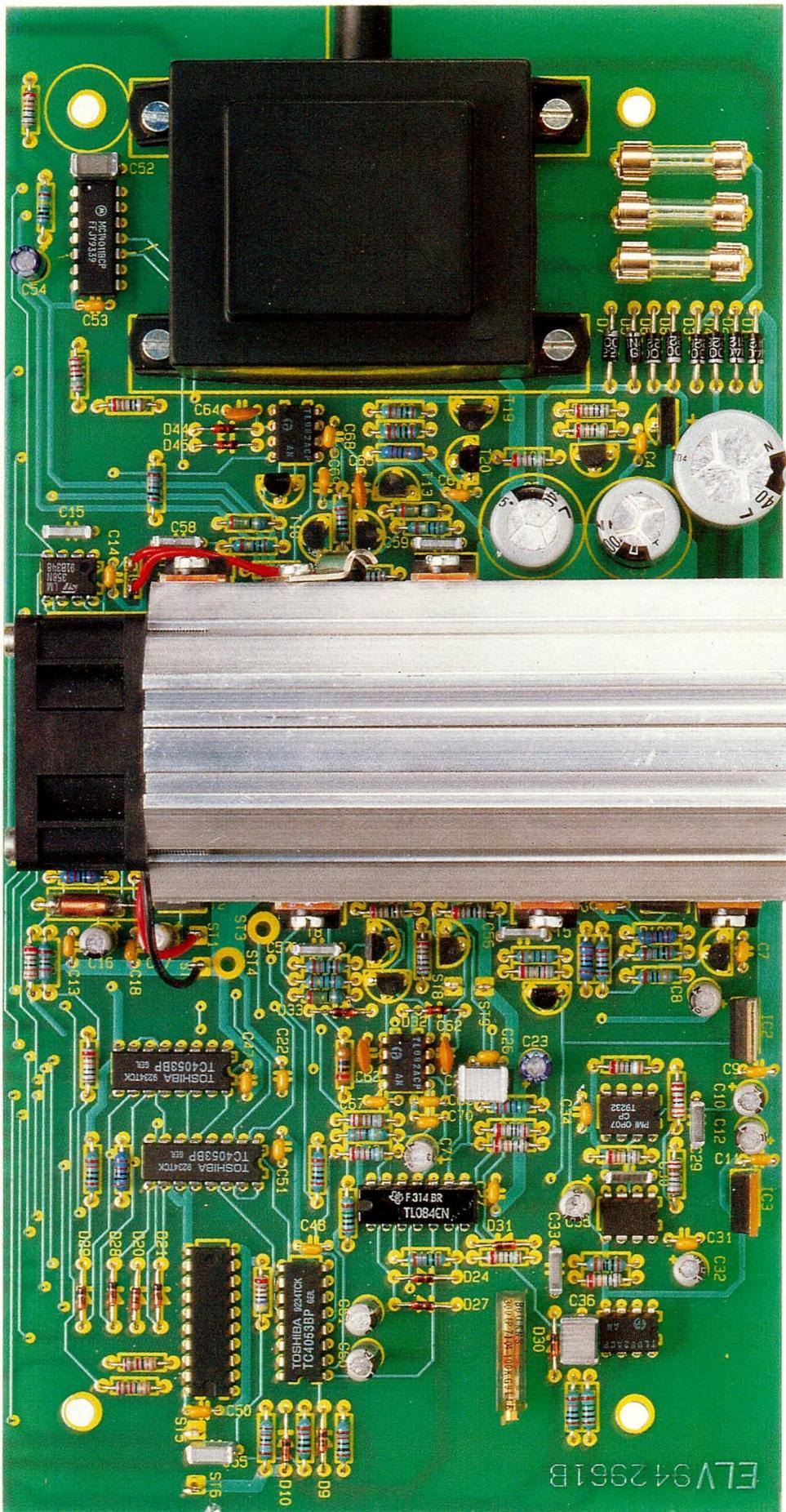
Ist der Abgleich wie beschrieben durchgeführt, empfiehlt es sich, die verschiedenen Funktionen des Gerätes zu überprüfen, bevor mit der Montage der EL 7000 begonnen wird.

Endmontage

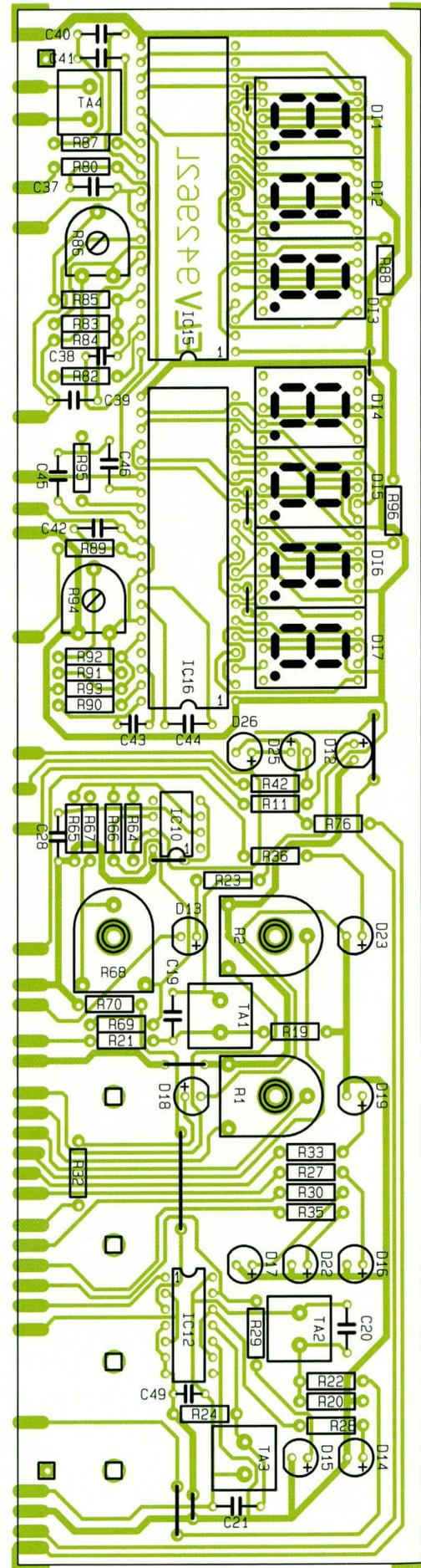
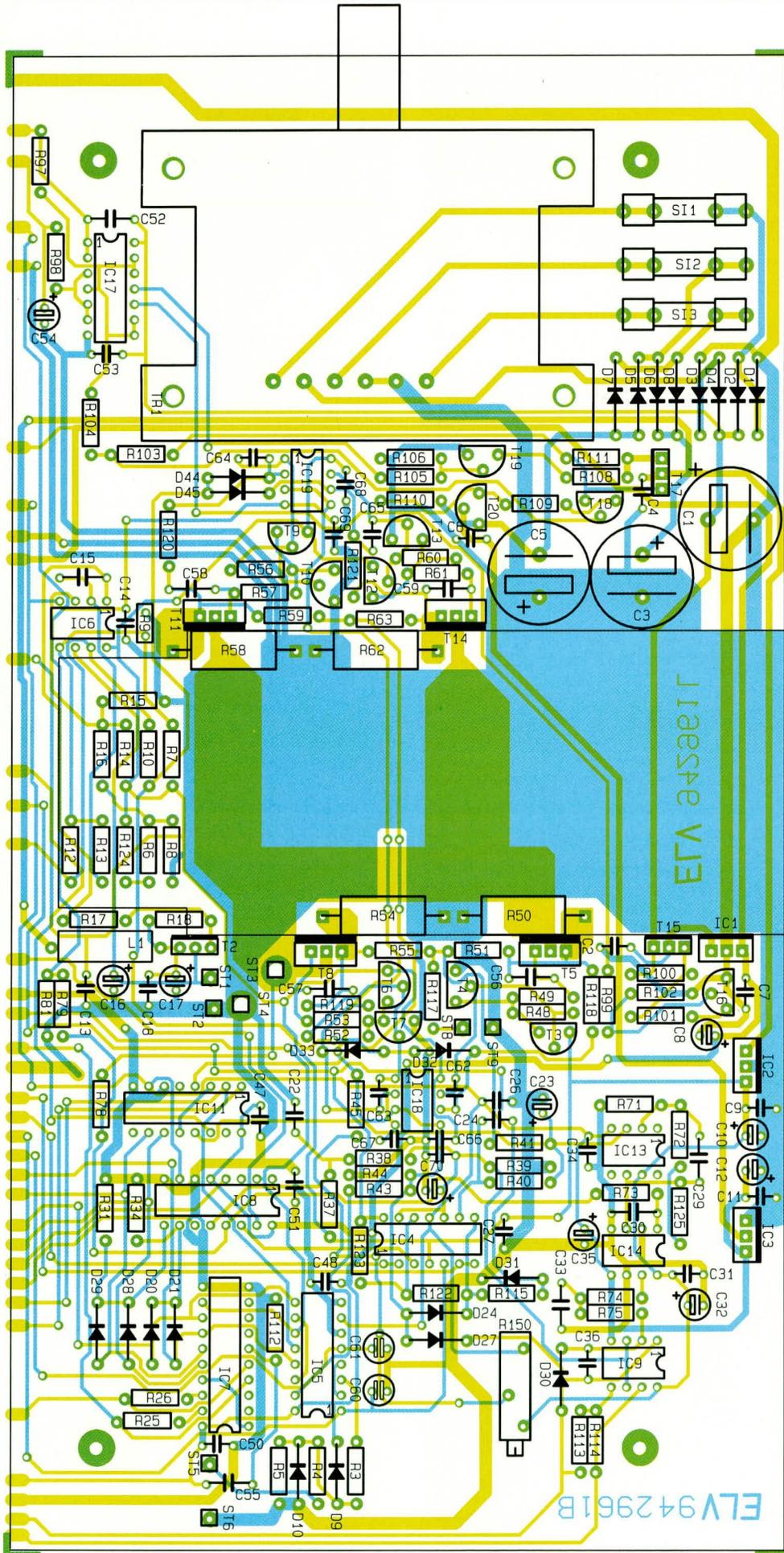
Zunächst sind die BNC-Buchsen und die Eingangs-Polklemmen in die Frontplatte einzuschrauben. Im Anschluß hieran sind die Buchsen mit den zugehörigen Leitungen von der Basisplatine zu verbinden. Der Anschluß der Polklemmen erfolgt über die beiliegenden Lötösen.

Als dann ist ca. 100 mm vom Netztransformator entfernt die Zugentlastung mit Hilfe einer geeigneten Zange (z. B. Kombi- oder Flachzange) „aufzuquetschen“ und diese dann in die Nut der Rückwand einzuklemmen.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die 4 Gehäusebefestigungsschrauben M 4 x 70



Ansicht der fertig aufgebauten Basis- und Frontplatine



Bestückungsplan der Basis- und Frontplatte der EL 70000

mm von unten durch eine der beiden Gehäusehalbschalen gesteckt. Die so vorbereitete Bodeneinheit wird mit dem Lüftungsgitter nach vorne weisend auf die Arbeitsplatte gestellt und auf jede der herausragenden Schrauben eine 1,5 mm dicke Polyamid-Scheibe aufgesteckt.

Es folgt das Einsetzen des kompletten Chassis der EL 7000 einschließlich Front- und Rückplatte von oben über die Schrauben in die untere Gehäusehalbschale. Auf jede der Befestigungsschrauben folgt ein 60 mm-Abstandsrollchen. Nun wird die obere Gehäusehalbschale aufgesetzt und die M 4-Muttern von außen eingelegt.

Das Anziehen der Montageschrauben

erfolgt von unten, wozu das Gerät jeweils einseitig über die Tischkante hervorgezogen wird (Schraube darf nicht herausfallen), um dann die jeweilige Schraube festzuziehen. Im Anschluß daran sind die Fuß- und Abdeckmodule einzusetzen (Gummi-füße zuvor in die Fußmodule einsetzen; Abdeckmodule nur bestücken, wenn kein weiteres Gerät der 7000er-Serie aufgesetzt werden soll).

Mit dem Kürzen der herausragenden Potentiometerachsen auf eine Länge von 7 mm und dem Anbringen der 10 mm-Spannungsdrehknöpfe (Pfeilscheibe zuvor auf Drehknopf aufdrücken) ist der Nachbau der EL 7000 abgeschlossen, und das Gerät

kann seiner Bestimmung übergeben werden.

Wichtig: Abschließend noch eine Anmerkung zur Geräteaufstellung:

Die Kühlung der elektronischen Last EL 7000 kann nur dann einwandfrei arbeiten, wenn die zugehörigen Öffnungen nicht verschlossen oder verstellt sind.

Es dürfen auf gar keinen Fall die Luftschlitze des Gehäuses abgedeckt werden. Der Lüfter muß mindestens 10 cm frei nach hinten ausblasen können. Weiterhin sollte durch die Aufstellung sichergestellt sein, daß die Luft auch tatsächlich abströmen kann und es nicht zu einer Luftzirkulation kommt.

ELV

Stückliste: EL7000

Widerstände:

0,1Ω	R50, R54, R58, R62
10Ω	R49, R53, R57, R61
68Ω	R48, R52, R56, R60
180Ω	R36
270Ω	R27, R30, R32, R33, R39
330Ω	R101
390Ω	R23, R35
470Ω	R28, R29
680Ω	R88, R96
1kΩ	R18, R51, R55, R59, R63, R103, R111
1,2kΩ	R42, R76
1,5kΩ	R11, R108, R109, R115
1,8kΩ	R38, R91, R125
2,2kΩ	R6, R100, R110
3,3kΩ	R8, R81
3,9kΩ	R71
4,7kΩ	R15, R19, R20, R112
5,6kΩ	R21, R22
6,8kΩ	R70
8,2kΩ	R5, R79
10kΩ	R3, R4, R7, R10, R17, R24, R31, R34, R37, R67, R69, R74, R99, R102, R105, R106, R113, R117 - R122
15kΩ	R104
18kΩ	R124
27kΩ	R83, R84
33kΩ	R25, R26, R72
39kΩ	R44
47kΩ	R14, R85, R92, R93
56kΩ	R41
82kΩ	R43
100kΩ	R13, R40, R64 - R66, R73, R75, R78, R80, R82, R89, R90, R97
150kΩ	R16
220kΩ	R87, R95
1MΩ	R12, R98
10MΩ	R114, R123
20MΩ	R45
PT10, liegend, 25kΩ	R86
PT10, liegend, 50kΩ	R94
Spindeltrimmer, 100kΩ	R 150

P06, 10kΩ	R1, R2
P06, 1MΩ	R68

Kondensatoren:

100pF	C38, C43
180pF	C62 - C65
1nF	C30
4,7nF	C56 - C59
5,6nF	C15
10nF	C29, C33, C37, C42
33nF	C28
47nF	C55
100nF/ker	C2, C4, C6, C7, C9, C11, C13, C14, C18, C22, C26, C27, C31, C34, C47 - C51, C53, C66 - C70
100nF	C19 - C21, C39, C40, C44 - C46, C52
220nF	C41
560nF	C24, C36
1μF/100V	C23, C54
2,2μF/35V	C60, C61
10μF/25V	C8, C10, C12, C32, C35, C71
100μF/16V	C16, C17
1000μF/40V	C3, C5
2200μF/40V	C1

Halbleiter:

ELV9466	IC7
ICL7107	IC15, IC16
AD633	IC14
OP07	IC13
LM358	IC6
TL082	IC9, IC18, IC19
TL084	IC4
TLC271	IC10
CD4011	IC17
CD4013	IC12
CD4053	IC5, IC8, IC11
7805	IC1
7812	IC2
7905	IC3
BC327	T4, T7, T10, T13
BC337	T3, T6, T9, T12
BC548	T16, T19

BC558	T18
BD136	T15, T17
BD639	T20
BD678	T2
STP60N05	T5, T8, T11, T14
1N4004	D1 - D8
1N4148	D9, D10, D20, D21, D24, D27 - D33, D44, D45
LED, 3mm, rot	D12-D19, D22, D23, D25, D26
DJ700A	DI1 - DI7

Sonstiges:

Spule, 14μH	L1
Temperatursensor, SAA965	R9
Print-Taster, weiß	TA1 - TA4
Trafo, 1 x 8V/1,05A	
2 x 12V/0,23A	TR 1
Sicherungen, 250mA, träge ...	SI2, SI3
Sicherung, 1A, träge	SI1
3 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
15 Lötstifte, 1mm	
2 Lötstifte, 1,3mm	
8 Lötstifte mit Lötöse	
1 Hirschmann-Polklemme, rot	
1 Hirschmann-Polklemme, schwarz	
2 BNC-Einbaubuchsen	
2 Kühlkörper-Profilhälften, LK40	
5 Isoliernippel	
5 Glimmerscheiben,	
1 Befestigungsschelle	
13 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 30mm	
14 Muttern, M3	
5 Zahnscheiben	
1 Tube Wärmeleitpaste	
1 Isolierplatte, 30 x 100mm	
2 Lötösen, 3,2mm	
1 Papst-Lüfter, 40 x 40mm	
20cm flexible Leitung, ST1, 2,5mm ² , rot	
20cm flexible Leitung, ST1, 2,5mm ² , schwarz	
40cm einadrig, abgeschirmte Leitung, 0,22mm ²	
12cm flexible Leitung, ST1, 0,22mm ²	