

ELV *journal*

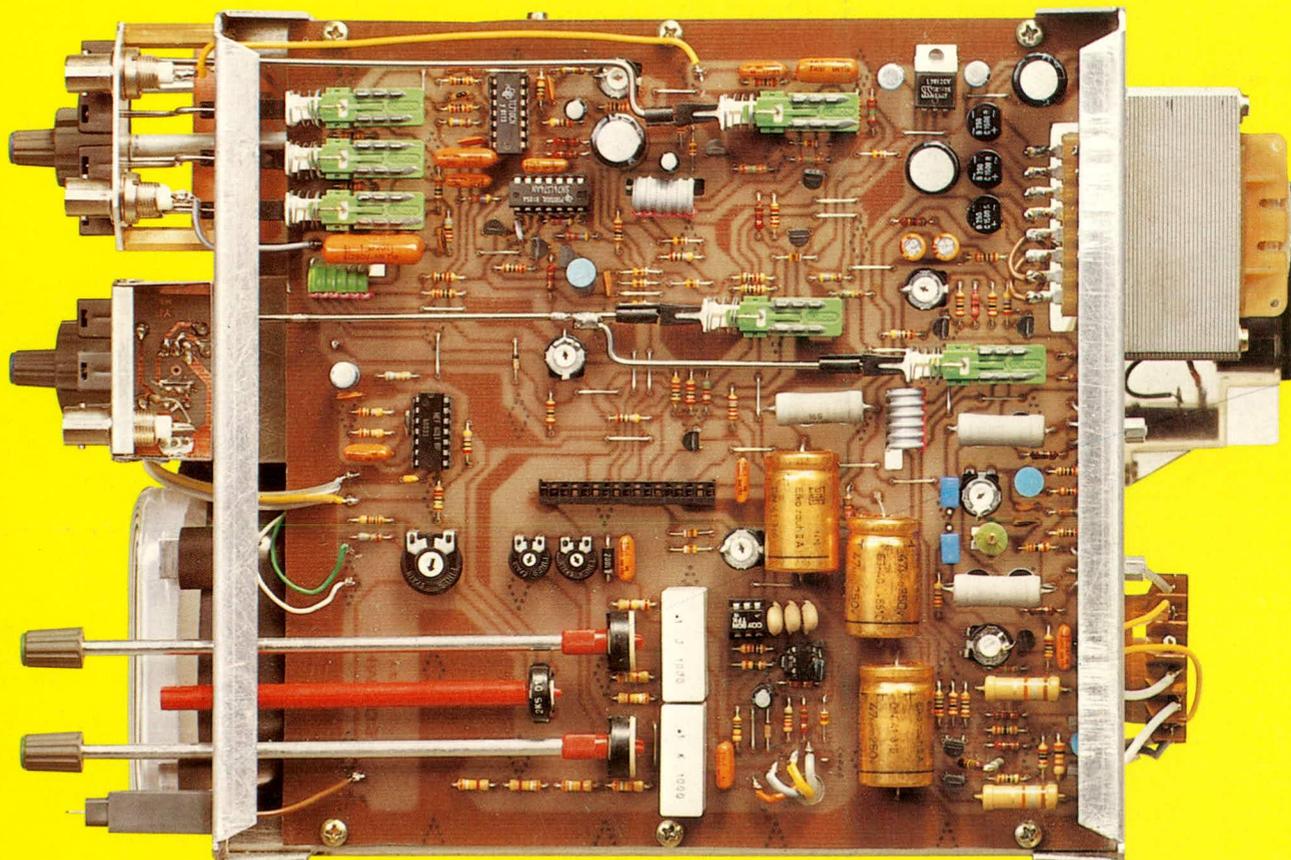
Nr. 21

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

Komplette Bauanleitung **ELV-UNISCOPE** 10 MHz-Oszilloskop von ELV-HAMEG



Schweiz sfr 5,20, Niederlande nfl 5,80, Luxemburg lfr 80, Finnland 17 Fmk

Mit
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:

**ELV-Serie 7000:
Super-Netzgerät
SNT 7000**

**ELV-UNISCOPE:
(10-MHz-Oszilloskop
ELV-HAMEG)**

**ELV-Serie
Modelleisenbahn-
Elektronik:
Dampfpeife**

Präzisionswiderstands-
vorteiler für digitale
Panelmeter

**Leistungs-Wechselrichter
12V = / 220V ~, 300 VA**

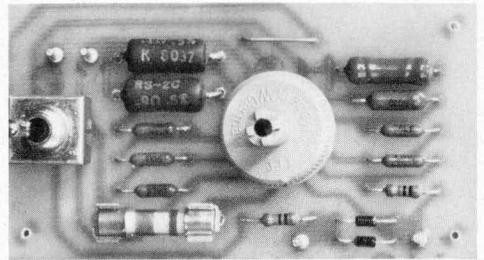
**Drehzahlregelung
für Bohrmaschinen**

LCD-Thermometer T 500

Präzisions-Widerstands-Vorteiler

mit Überlastschutz für digitale Panelmeter

Mit dieser kleinen Zusatzschaltung lassen sich die inzwischen recht preiswert gewordenen Digital-Panelmeter zu Gleichstrom- und Gleichspannungsmeßgeräten erweitern, wobei gleichzeitig ein Überlastschutz eingebaut wurde.



Meßbereiche und Genauigkeit

Der hier vorgestellte Präzisionswiderstands-Vorteiler läßt sich mit einfachen Mitteln ohne Schwierigkeiten aufbauen, wobei die Präzision im wesentlichen von den verwendeten Meßwiderständen abhängt.

Die Spannungsmessbereiche erstrecken sich von 200 mV = 0,2 V bis zum oberen 2000 V-Meßbereich, der jedoch aufgrund der eingesetzten Schalter bis maximal 250 V beansprucht werden darf. Fragt man, warum dann überhaupt den 2000 V-Bereich, so läßt sich dies leicht damit begründen, daß man mit den zugelassenen 250 V immerhin noch die 220 V-Netzwechselspannung messen kann, da der Vorteiler grundsätzlich auch für Wechselspannungen einsetzbar ist, dies jedoch nur bei sehr niedrigen Frequenzen. Für Messungen im gesamten Niederfrequenzbereich wäre eine aufwendige Kompensation erforderlich, auf die hier der Einfachheit halber verzichtet wurde.

Strommessungen können im Bereich von 2 A bis 0,2 mA (Vollauschlag) vorgenommen werden, wobei die Auflösung bei Anschluß eines 3 $\frac{1}{2}$ -stelligen Panelmeters mit einem 200 mV Eingang dann bei 0,1 μ A = 100 nA liegt.

Für die Meßwiderstände R 1 bis R 9 stehen wahlweise 0,5 %ige bzw. 0,1 %ige Meßwiderstände zur Verfügung. R 10 reicht mit einer Genauigkeit von 1 % aus, da dies lediglich den ohnehin selten benötigten 2000 V-Bereich betrifft. Die Toleranz von R 11 ist auf das Meßergebnis bezogen völlig belanglos.

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus 10 Meßwiderständen. R 1 bis R 5 sind als Parallelwiderstände (Shunts) geschaltet, an denen der über die Sicherung Si 1 fließende Strom einen Spannungsabfall hervorruft, den dann das Panelmeter mißt.

Die Widerstände R 6 bis R 10 stellen einen Spannungsteiler mit konstantem Innenwiderstand (vom Eingang der Schaltung her gemessen), von 10 M Ω da.

Der Widerstand R 11 besitzt in Verbindung mit den beiden Dioden D 1 und D 2 reine Schutzfunktion für das angeschlossene Digital-Panelmeter, der jedoch außerordentlich wirkungsvoll ist.

Zum Nachbau

Der Nachbau dieser einfachen, doch sehr interessanten Schaltung gestaltet sich besonders einfach, wobei man jedoch darauf achten sollte, daß die Widerstände zwar passive und damit verhältnismäßig temperaturun-

empfindliche Bauelemente sind, daß ihnen andererseits jedoch eine zu große Überhitzung mit dem Lötcolben hinsichtlich ihrer Genauigkeit etwas schaden könnte.

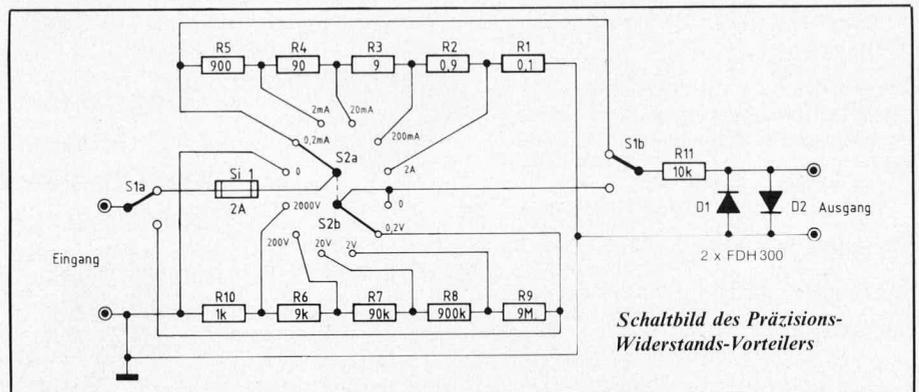
Ansonsten ist zum Nachbau nichts weiter zu sagen.

Anschluß an das Digital-Panelmeter

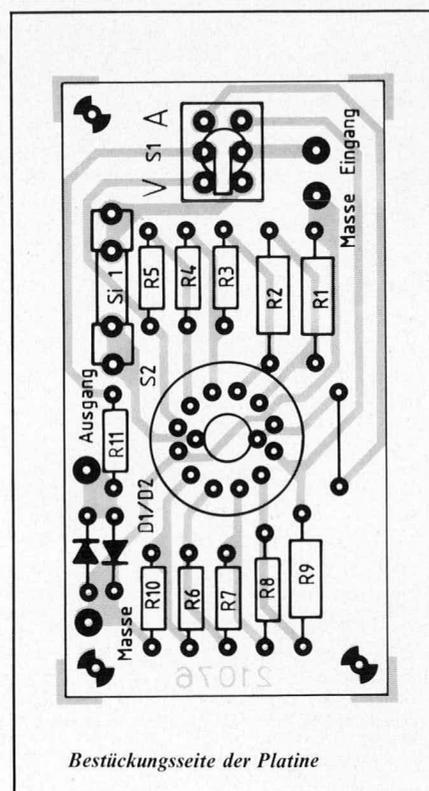
Der Ausgang des Widerstands-Vorteilers wird direkt mit dem Eingang eines digitalen Panelmeters mit einem Eingangsspannungsbereich von 200 mV angeschlossen, wobei zwei wesentliche Punkte unbedingt beachtet werden müssen, die sich aufgrund

des hohen Innenwiderstandes des Vorteilers ergeben:

1. Der Eingangswiderstand des angeschlossenen digitalen Panelmeters muß mindestens 100 M Ω betragen. Diese Forderung wird von den Bausteinen des Typs ICL 7106 und ICL 7107 erfüllt.
2. Sowohl die Zuleitungen zum Eingang als auch die vom Ausgang zum Panelmeter müßten kurz sein. Die Schaltung sollte sich außerdem möglichst mit dem Panelmeter zusammen in einem Gehäuse befinden, wobei eine Abschirmung nicht unbedingt erforderlich, aber günstig ist.



Schaltbild des Präzisions-Widerstands-Vorteilers



Bestückungsseite der Platine

Stückliste:

Präzisions-Widerstands-Vorteiler Halbleiter

D 1, D 2	.....	FDH 300
Meßwiderstände	0,5 % bzw. 0,1 %	
R 1	.....	0,1 Ω
R 2	.....	0,9 Ω
R 3	.....	9 Ω
R 4	.....	90 Ω
R 5	.....	900 Ω
R 6	.....	9 k Ω
R 7	.....	90 k Ω
R 8	.....	900 k Ω
R 9	.....	9 M Ω
Metallfilmwiderstände	1 %	
R 10	.....	1 k Ω
R 11	.....	10 k Ω

Sonstiges

S 1	.....	Kippschalter 2 x um
S 2	.....	Präzisionsdrehwähler
		2 x 6 Stellungen
Si 1	.....	Sicherung 2 A, flink
		1 Platinensicherungshalter
		4 Lötstifte

Lastunabhängige Drehzahlregelung für Bohrmaschinen



Diese in einem formschönen Steckergehäuse mit integrierter Schuko-steckdose untergebrachte Drehzahlregelung weist als Besonderheit eine lastunabhängige, automatische Regelung auf, die sich mit einfachen Mitteln realisieren läßt.

Die hier vorgestellte Schaltung einer lastunabhängigen Drehzahlregelung für Bohrmaschinen ist mit wenigen Bauelementen einfach und problemlos aufzubauen.

Die Schaltung erfaßt einen weiten Drehzahlbereich, der sich von wenigen Umdrehungen pro Minute (!) bis in den mittleren Drehzahlbereich erstreckt, wobei je nach Motortyp der obere Drehzahlbereich ausgenommen ist, da diese Schaltung mit einem Thyristor arbeitet, der die maximale Leistungsaufnahme auf ca. 50 % begrenzt, und dadurch die Bohrmaschine zusätzlich vor Überlastung schützt.

Zur Schaltung

Die für den Drehzahlregler erforderliche Anzahl von Bauelementen ist für eine lastunabhängige Regelung erstaunlich minimiert worden.

Die Drossel Dr und der Kondensator C 1 dienen der Entstörung.

Über die Bauelemente-Kombination, bestehend aus R 1, D 1, R 2, P 1 sowie C 2, wird am Schleifer von P 1 (je nach Stellung desselben) eine Gleichspannung erzeugt, die über D 2 und R 3 auf das Gate (den Steueranschluß) des Thyristors Thy gelangt und diesen ansteuert.

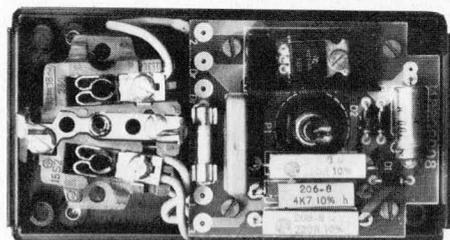
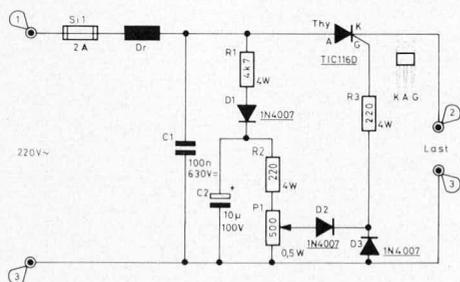
Wie weit der Thyristor nun durchsteuert (gemeint ist hier das frühzeitige oder spätere Zünden des Thyristors), ist aber nicht allein von der Höhe der mit P 1 eingestellten Gleichspannung abhängig, sondern gleichfalls von der im Motor erzeugten „Gegenspannung“, die sich wiederum nach der Belastung der Maschine richtet.

Hierdurch wird mit erstaunlich einfachen Mitteln eine lastunabhängige Drehzahlre-

gelung erreicht, die hervorragend arbeitet, besonders wenn man den Aufwand an benötigten Bauelementen betrachtet.

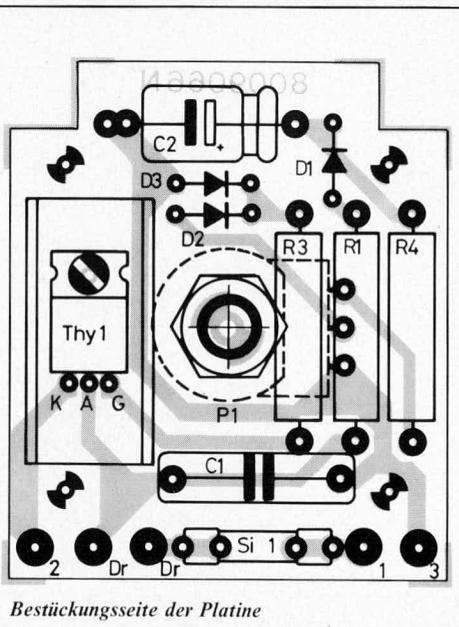
Die Diode D 3 verhindert, daß bei der negativen Halbwelle, in der der Thyristor gesperrt bleibt, Spannung auf das Gate gelangt.

Da die Eigenschaften der Schaltung wesentlich von den Daten des verwendeten Thyristors mitbestimmt werden, empfiehlt es sich unbedingt, den angegebenen Typ einzusetzen. Sollte dennoch der mit dem Poti P 1 einstellbare Regelbereich nicht zur Zufriedenheit ausfallen (Bohrmaschine läßt sich nicht bis zum Stillstand herunterregeln oder aber sie bleibt in einem größeren Einstellbereich von P 1 stehen), so kann dies leicht geändert werden, indem der Widerstand R 2 zwischen 0 (Brücke) und 2,2 k Ω variiert wird.



Schaltbild der lastunabhängigen Drehzahlregelung für Bohrmaschinen

Ansicht der in das passende Gehäuse (geöffnet) eingebauten Schaltung



Bestückungsseite der Platine

Stückliste:

Lastunabhängige Drehzahlregelung für Bohrmaschinen Halbleiter

Thy Thyristor TIC 116 D
D 1, D 2, D 3 1 N 4007

Kondensatoren

C 1 100 nF/630 V =
C 2 10 μ F/100 V

Widerstände

R 1 4,7 k Ω , 4 W
R 2, R 3 220 Ω , 4 W
P 1 500 Ω , Potentiometer,
0,5 W, lin

Sonstiges

Dr Funkentstördrossel, 2 A
Si 1 2 A, flink
1 U-Kühlkörper für TO 220
1 Platinensicherungshalter

Gehäuse

Gehäuse aus hitzebeständigem Makrolon mit angespitztem Schuko-stecker und integrierter Schuko-steckdose
1 Spannzangendrehkopf mit farbiger Pfeilscheibe und Deckel

Sollte man sich trotz unserer Empfehlung für einen anderen Thyristor-Typ entscheiden, kann es erforderlich werden, auch den Widerstand R 3 ändern zu müssen (150 Ω bis 4,7 Ω).

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich bei dieser Schaltung in der Tat recht einfach. Es ist auf keine statische Aufladung, noch auf besonders schonende Lötweise zu achten. Sämtliche Bauelemente sind problemlos in der Handhabung, sofern man nicht gerade seinen 500-Watt-Hammer-LötKolben zur Hand nimmt.

Eine gewisse Wärmeentwicklung der Schaltung, auch im Leerlauf, ist völlig normal, da alleine der Widerstand R 1 mit nahezu seiner vollen Verlustleistung beaufschlagt wird.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist zu achten.

ELV UNISCOPE

10 MHz-Oszilloskop von ELV-HAMEG



Teil 4: Komplette Bauanleitung

In dem hier vorliegenden Artikel stellen wir Ihnen die komplette Bauanleitung mit sämtlichen Platinenlayouts, Bestückungsplänen, Aufbauzeichnungen sowie Fotos vor. Auch der in unserer Ausgabe Nr. 20 bereits vorgestellte Y-Eingangsverstärker wurde noch einmal geringfügig überarbeitet.

In der jetzt vorliegenden Version dürfte das ELV-UNISCOPE wohl ein Höchstmaß an technischer Leistung bei hoher Nachbausicherheit bieten, wobei der ausgereiften Mechanik eine nicht unwesentliche Rolle zukommt.

Die hohe Eingangsempfindlichkeit von 2 mV/cm bei voller Bandbreite (garantiert 10 MHz, typ. 12–15 MHz), der Komponententester, die verschiedenen Triggermöglichkeiten sowie die Tatsache, daß selbst Signale im 27 MHz-Bereich (bei kleinerer Bildhöhe) noch verarbeitet werden können, machen das ELV-UNISCOPE zu einem leistungsfähigen Universal-Oszilloskop, das in keinem Hobby-Elektronik-Labor fehlen sollte.

Inzwischen hat das UNISCOPE seine Geburtswehen überstanden. Bereits der Aufbau der ersten Nullserien-Geräte erbrachte sehr gute Ergebnisse. Alle vorgesehenen technischen Daten wurden korrekt eingehalten oder übertroffen. In der jetzt bestehenden Form erwies sich das Gerät als besonders nachbausicher. Auch einige mechanische Probleme, die in der letzten Zeit noch etwas Kummer bereitet hatten, konnten zur vollsten Zufriedenheit gelöst werden. Man darf heute sagen, daß die bereits bei der Entwicklung angestrebte Problem-

losigkeit erreicht wurde, daher wird der Nachbau einigermaßen versierten Amateuren keine Schwierigkeiten bereiten. Das UNISCOPE erhält jetzt außer dem Chassis fünf Baueinheiten. Die größte Einheit ist die Basisleiterplatte. Sie ist ca. 200 x 200 mm groß und beinhaltet die Bauteile für die Stromversorgung, die Endstufen für die beiden Ablenkverstärker, den Hellstastgenerator mit Helligkeits- und Fokusregler, die Triggerschaltung mit Teilen der Zeitbasis, den Kalibrator und den Komponententester.

Die Basisplatte wird an beiden Seiten mit dem Chassis verschraubt.

Werden die Platinen mit Hilfe der EIV-Platinenfolien selbst hergestellt, ist darauf zu achten, daß die Befestigungslöcher besonders der Basisplatte genau gebohrt sind. Die Lage dieser Löcher bestimmt nämlich auch die Rechtwinkligkeit des gesamten Chassis.

Die zweitgrößte Einheit ist mit 70 x 125 mm die Zeitbasisplatte, incl. Hochspannungserzeugung. Zu den kleineren Einheiten zählt

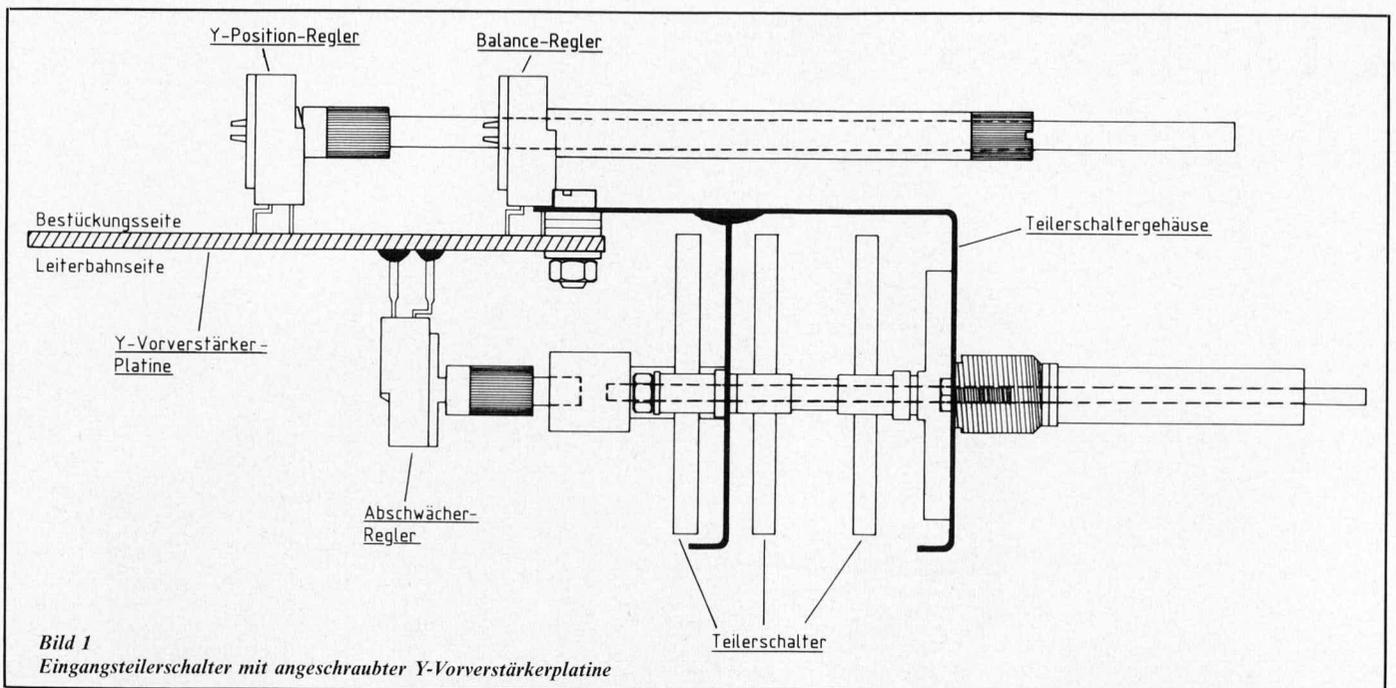


Bild 1
Eingangsteilerschalter mit angeschraubter Y-Vorverstärkerplatine

die Y-Vorverstärkerplatte (45 x 75 mm), die Y-Eingangsplatte (27,5 x 37,5 mm) und die X-Reglerplatte (50 x 50 mm). Alle Einheiten sind bis auf die Y-Eingangsplatte untereinander über steckbare Flachbandkabel verbunden.

Die Lage der Bauteile auf den Leiterplatten ist den Bestückungsplänen zu entnehmen. Es ist empfehlenswert, vor Beginn der Bestückungsarbeiten nochmals zu kontrollieren, ob auch alle in den Stücklisten verzeichneten Bauteile vollzählig vorhanden

sind. Das Einsetzen der Bauteile sollte nicht schwierig sein. Empfehlenswert ist es, erst alle niedrigen Bauteile zu bestücken. Nach dem Durchstecken der Drähte sollte man diese etwas umbiegen, damit sie beim Umdrehen der Leiterplatte nicht herausfallen. Ferner ist darauf zu achten, daß zum Einlöten der Bauteile kein zu großer, bzw. kein zu heißer LötKolben verwendet wird. Dünne Leiterbahnen haben leider die Eigenschaft bei zu starker und zu langer Hitzeinwirkung, sich vom Leiterplattenmaterial zu lösen. Jede Platte sollte nach der Be-

stückung nochmals mit den Bestückungsplänen verglichen werden. Um sicher zu sein, daß alles erfaßt wurde, muß man jedes Bauteil nach der Kontrolle auf dem Bestückungsplan abhaken.

Für den weiteren Aufbau des Gerätes sollte man in der gleichen Reihenfolge wie nachstehend beschrieben vorgehen:

a) Montage der Y-Vorverstärkerplatte an den Eingangsteiler

Hierfür befinden sich am hinteren Ende der Trimmerplatte des Eingangsteilers

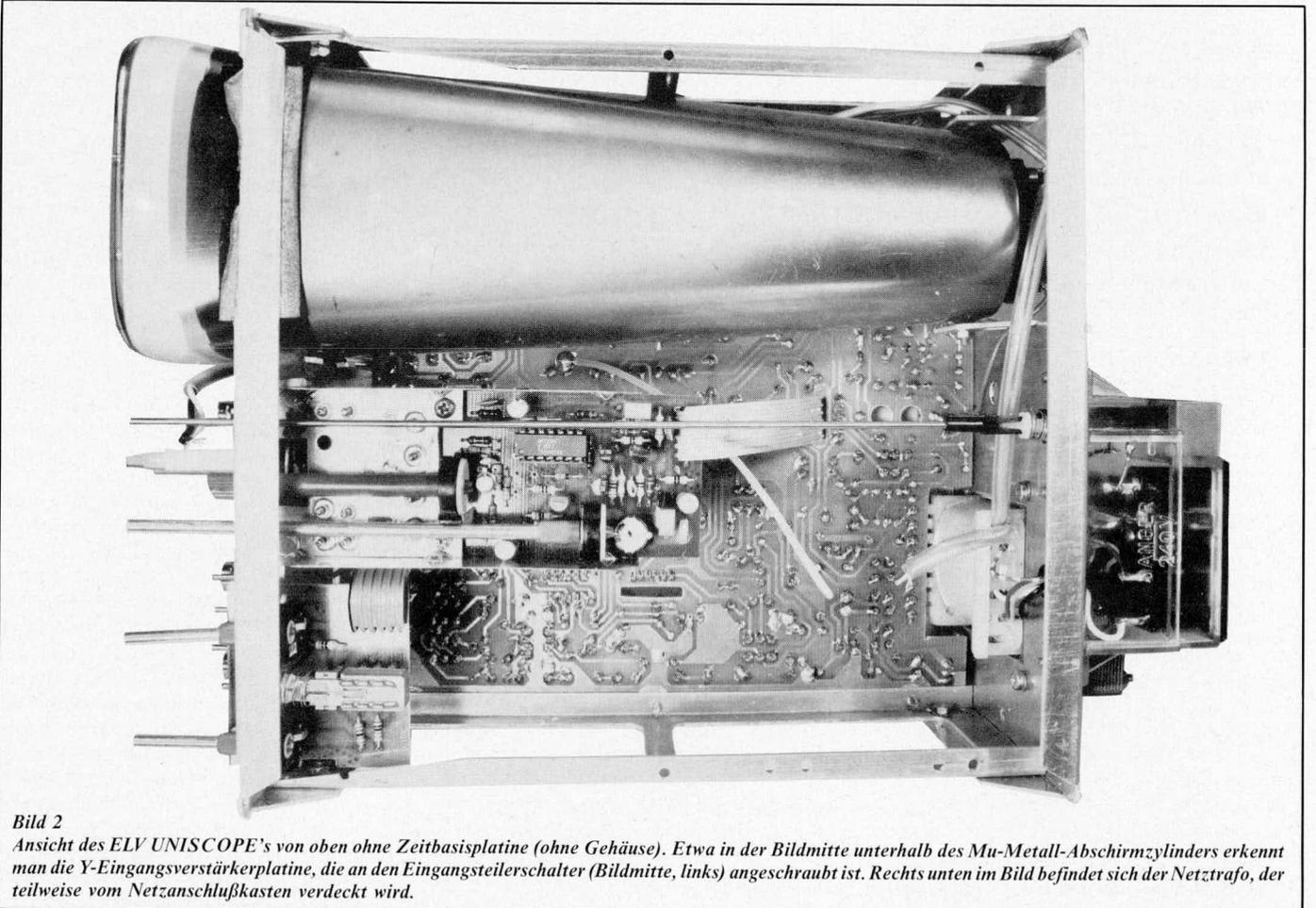


Bild 2
Ansicht des ELV UNISCOPE's von oben ohne Zeitbasisplatine (ohne Gehäuse). Etwa in der Bildmitte unterhalb des Mu-Metall-Abschirmzylinders erkennt man die Y-Eingangsverstärkerplatine, die an den Eingangsteilerschalter (Bildmitte, links) angeschraubt ist. Rechts unten im Bild befindet sich der Netztrafo, der teilweise vom Netzanschlußkasten verdeckt wird.

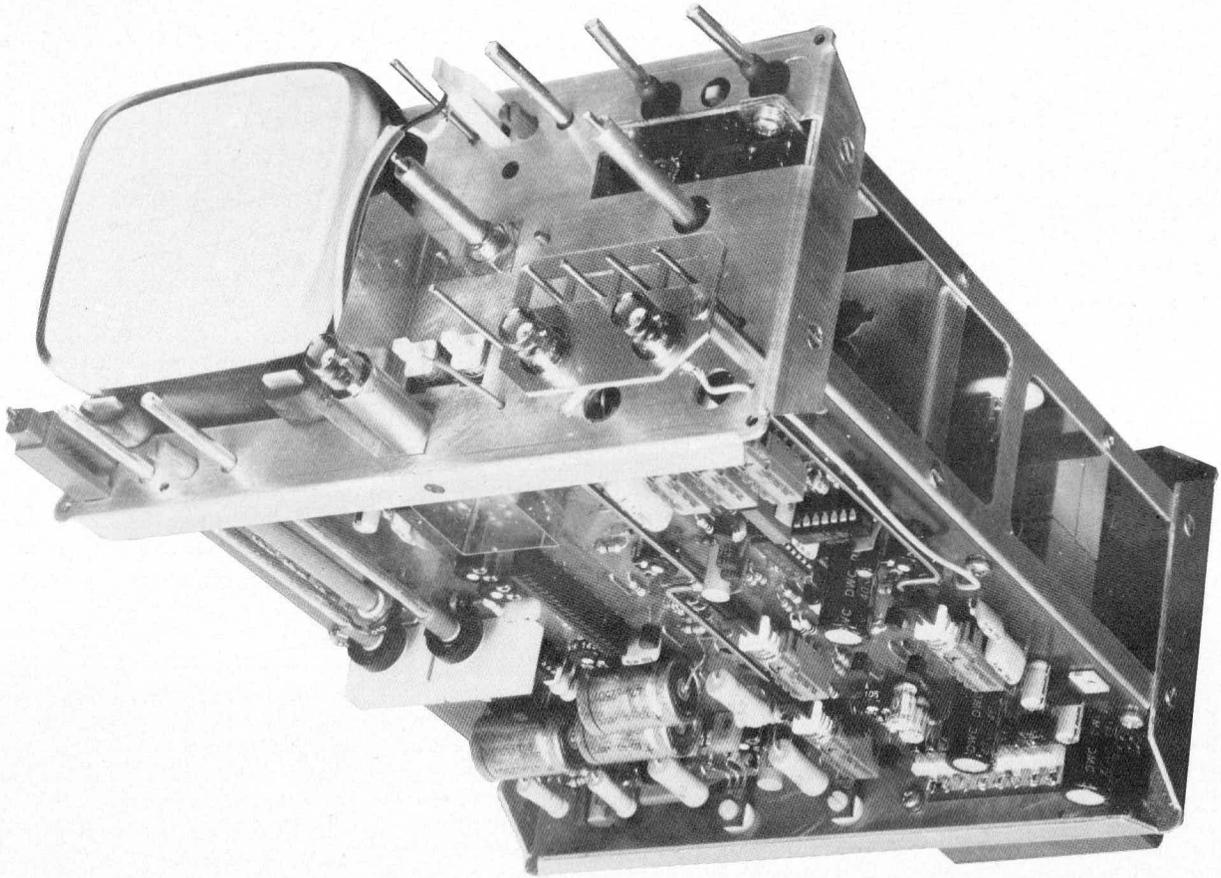


Bild 3

Ansicht des fertig aufgebauten ELV UNISCOPE's von vorn, unten — vor dem Einbau ins Gehäuse. Die Frontplatte ist ebenfalls noch nicht montiert. Den Y-Eingang stellt die linke BNC-Buchse dar (etwa Bildmitte), die auf einem Metall-Abstandszyylinder gesetzt wurde, damit eine gute Abschirmung des empfindlichen Y-Eingangs erreicht wird.

zwei Befestigungslöcher. Mit Hilfe von zwei Schrauben M 3 x 8 mm und 3 mm hohen Distanzstücken sowie Muttern und Zahnscheiben, wird die bestückte Leiterplatte unterhalb der Trimmerplatte befestigt (Bild 1 + 2). Danach wird der Ausgang des Eingangsteilers R 013 parallel mit C 023 mit dem FET-Eingang EY 1 (Gate 1 von T 001) verbunden. Ferner muß die Diode des Typs FDH 300 (D 001), die mit ihrer Katode (Pfeilspitze) ebenfalls am Eingang EY 1 angeschlossen ist, anodenseitig mit - 12 V auf der Leiterplatte verbunden werden. Auch ist es notwendig, die beidseitig längs der Leiterplatte entlangführenden Massestreifen mit der Haube des Teilerschalters zu verlöten. Hierzu sollten unbedingt die in der Haube eingedrückten Nasen verwendet werden.

b) Einbau der Einheiten und Leiterplatten in das Chassis

Zuerst ist die Teilereinheit einzubauen. Dabei ist darauf zu achten, daß gleichzeitig mit der Zentralbefestigungsmutter das vor dem Chassis befindliche Masseblech angeschraubt wird. Auf der unteren Seite ist dieses Blech zusammen mit dem Abstandszyylinder der BNC-Eingangsbuchse zu verschrauben (Bild 3). An diese Eingangsbuchse wird auch die eine Seite des Widerstandes R 007 angelötet, dessen andere Seite an die kleine Eingangsplatine angeschlossen wird.

Am rechten oberen Teil des Frontchassis ist die Reglerplatte mit zwei Blechschrauben zu befestigen.

Danach wird die kleine Eingangsplatine unterhalb des Eingangsteilers montiert.

Das dazugehörige Abschirmblech wird am hinteren Ende unter die Haube des Eingangsteilers gelötet. Dabei ist vorher der unten aus dem Eingangsteiler herausragende Draht mit dem Ausgang der Eingangsplatine (kleinste Platine) zu verbinden.

Die Zeitbasiseinheit mit Hochspannungsteil muß unbedingt zusammen mit dem Befestigungswinkel montiert werden, da sonst der Einbau Schwierigkeiten bereitet. Zuletzt wird dann die Basisleiterplatte eingebaut.

c) Verdrahtung des Chassis und Verbindung der Leiterplatten

Die Primärseite des Transformators (lose Drahtenden mit den Farben grün, weiß, gelb, rot und schwarz) ist mit dem Netzspannungswahlschalter und der Netztaсте zu verbinden (Bild 4). Alle fünf Drähte zusammen mit dem grün/gelben Anschluß der Schutzwicklung werden durch die Isobuchse in den Netzanschlußkasten geführt. Bitte auf richtige Anschlußfolge achten, da sonst bei fehlerhaftem Anschluß größere Schäden entstehen können. Außerdem muß der Masseanschluß der Netzbuchse mit der im Netzkasten befindlichen Lötöse verbunden werden. Dabei ist zu kontrollieren, ob die Befestigungsschraube der Öse auch fest mit dem Chassis verbunden ist. Zwei der noch freien Enden des Netztrafos, weiß und grau, sind an den Hochspannungsteil der Zeitbasis anzulöten, die Punkte sind entsprechend markiert. Die dann noch verbleibenden

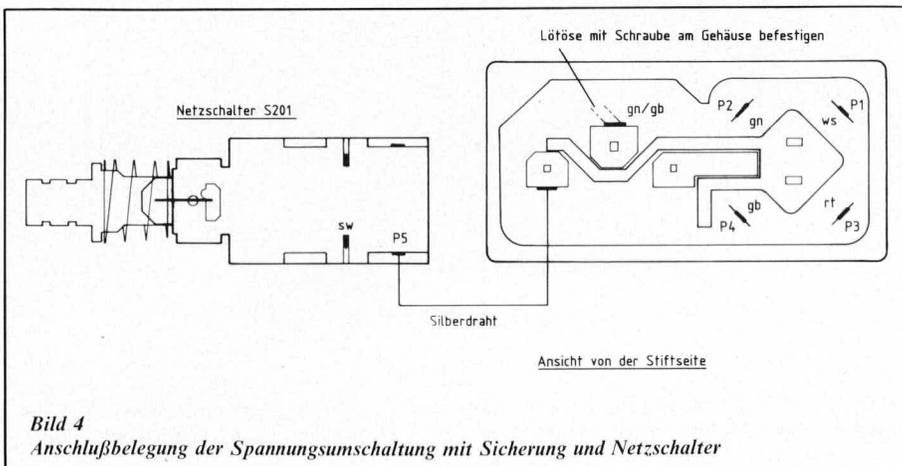


Bild 4

Anschlußbelegung der Spannungsumschaltung mit Sicherung und Netzschalter

gelben Drähte werden mit Isolierschlauch überzogen und mit den Heizanschlußstiften der Bildröhre verbunden (Bild 5, Sockelschaltbild).

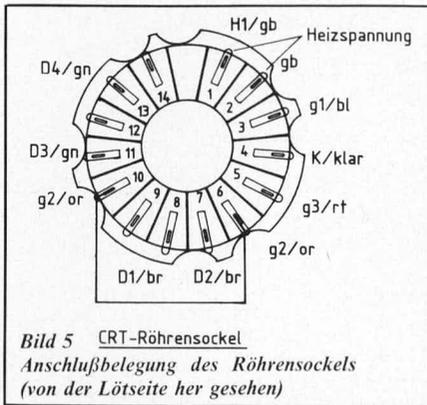


Bild 5 CRT-Röhrensockel
Anschlußbelegung des Röhrensockels
(von der Lötseite her gesehen)

An der Unterseite des Netztransformators befinden sich noch 8 Ösen, diese werden mit den genau gegenüberstehenden Lötstiften verlötet.

Die weiteren Verbindungen zur Bildröhre kommen von der X- und Y-Endstufe auf der Basisplatte. Sie werden entsprechend dem Anschlußschema mit der Röhre verbunden. In der Nähe der beiden Endstufen befindet sich noch ein weiterer Draht, welcher mit dem AST-An der Unterseite des Netztransformators befinden sich noch 8 Ösen. Diese

muß. Relativ weit am Rand der Basisplatte befinden sich noch 5 Leitungen für den Anschluß an die hochspannungsführenden Elektroden der Bildröhre. Vorsichtshalber sollte man auch diese Drähte mit einem Isolierschlauch überziehen.

Die Transistoren der Y-Endstufe nahe dem Sockel der Bildröhre sind mit den beiliegenden Isolierscheiben und Isolierschrauben zu befestigen. Zur Befestigung dienen noch zwei gedrehte Alu-Muttern. Diese dürfen auf keinen Fall für andere Zwecke verwendet werden. Sie sind mit entsprechendem Gefühl anzuziehen, anderenfalls reißen die Plastikgewindeschrauben ab.

Der rechts neben dem Trafo sitzende 12 V-Spannungsregler wird mit normaler M 3-Gewindeschraube plus Mutter befestigt. Vor allem ist aufzupassen, daß die Anschlußbeine der Endstufentransistoren und des Spannungsreglers richtig abgelenkt sind, da diese sonst abbrechen können.

Nicht ganz so einfach ist das Einführen der Schubstangen durch das Frontchassis hindurch. Dabei ist etwas Fingerspitzengefühl erforderlich. Die Montage ist am leichtesten mit dem gleichzeitigen Einbau der Basisleiterplatte durchzuführen.

Aufgrund der durchdachten Konstruktion des ELV-UNISCOPE's dürfte der Nachbau wirklich problemlos durchzuführen sein, wobei die ausgereifte Mechanik eine wesentliche Rolle spielt. Eine gewisse Erfahrung im Aufbau von elektronischen Geräten wird allerdings vorausgesetzt, so daß Newcomer zunächst einige kleinere Schaltungen erfolgreich bauen sollten, bevor sie das ELV-UNISCOPE in Angriff nehmen.

Anhand der Fotos, der Bestückungspläne sowie der Zeichnungen, ist die übersichtliche Konzeption des Gerätes gut zu erkennen, wobei sich der Nachbau selbst, nach unseren Erfahrungen mit dem UNISCOPE, noch weit einfacher als zunächst vermutet, darstellt, da sich die mechanischen Teile „fast wie von selbst“ zusammenfügen. Es sind keinerlei schwierige Bearbeitungen durchzuführen.

In der nächsten Ausgabe veröffentlichen wir dann eine genaue Prüfanleitung, mit deren Hilfe das ELV-UNISCOPE in all seinen Funktionen auf leichte Weise geprüft werden kann. Außerdem wird die Abgleichanleitung beschrieben, die soweit vereinfacht werden konnte, daß sie mit einfachsten Mitteln leicht durchzuführen ist. Im Anschluß daran kommt noch eine kleine „Einführung in das sinnvolle Arbeiten mit einem Oszilloskop“.

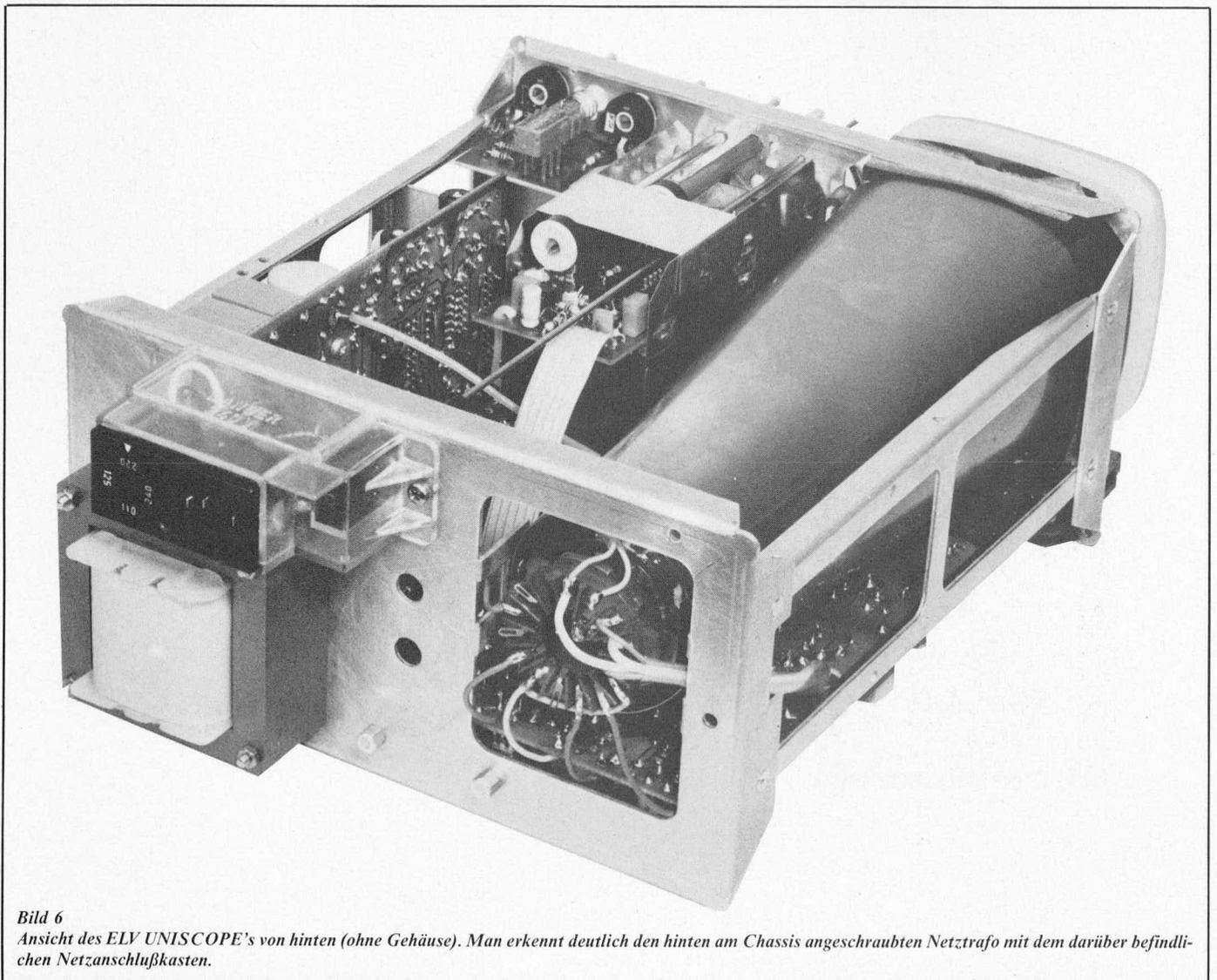
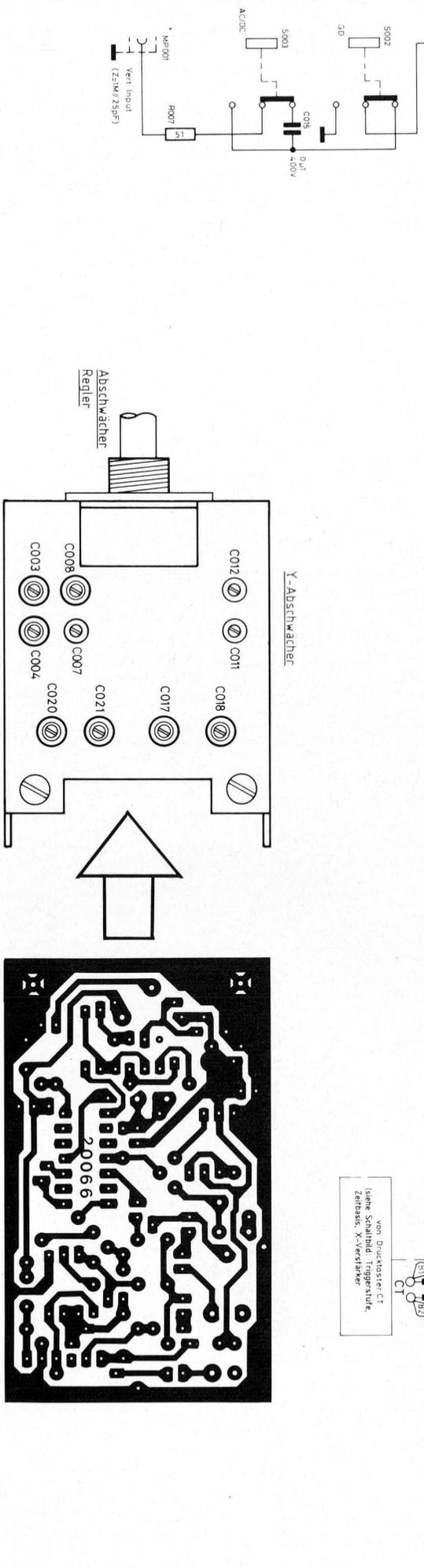
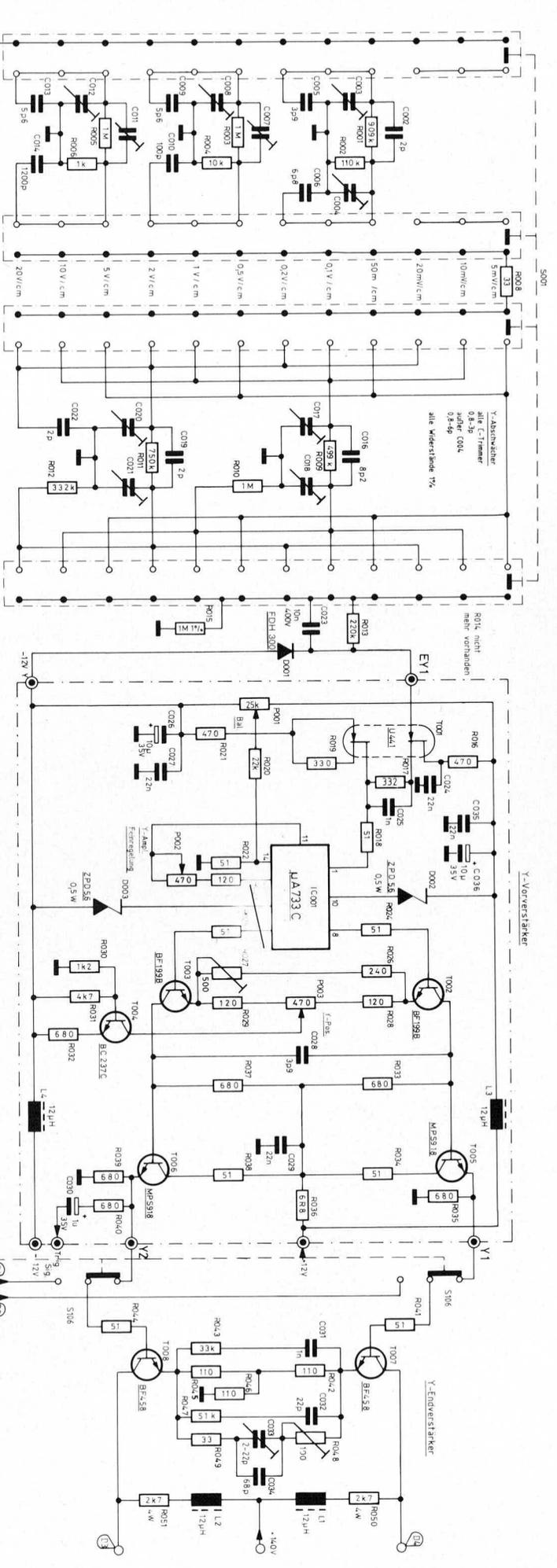
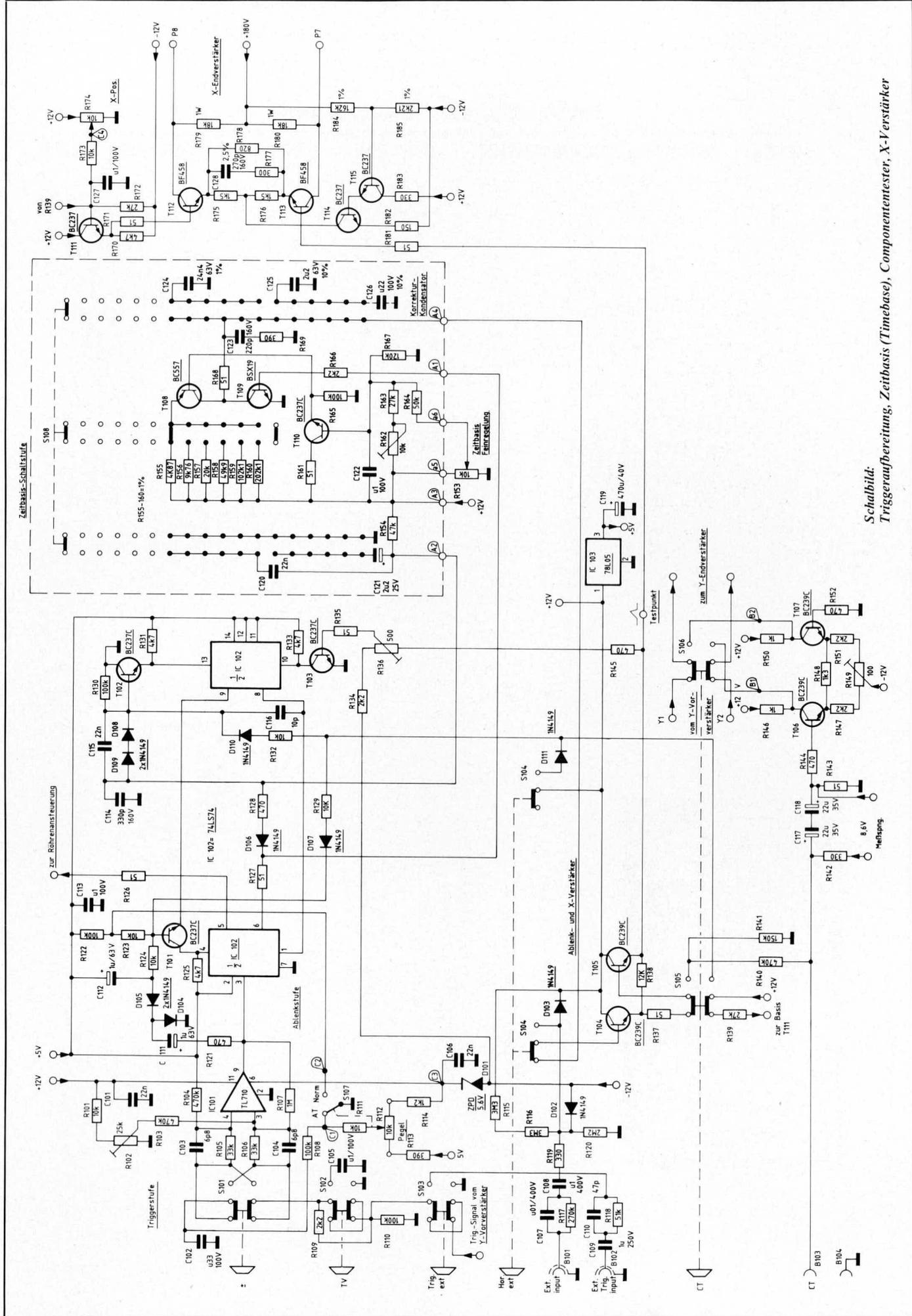


Bild 6
Ansicht des ELV UNISCOPE's von hinten (ohne Gehäuse). Man erkennt deutlich den hinten am Chassis angeschraubten Netztrafo mit dem darüber befindlichen Netzanschlußkasten.

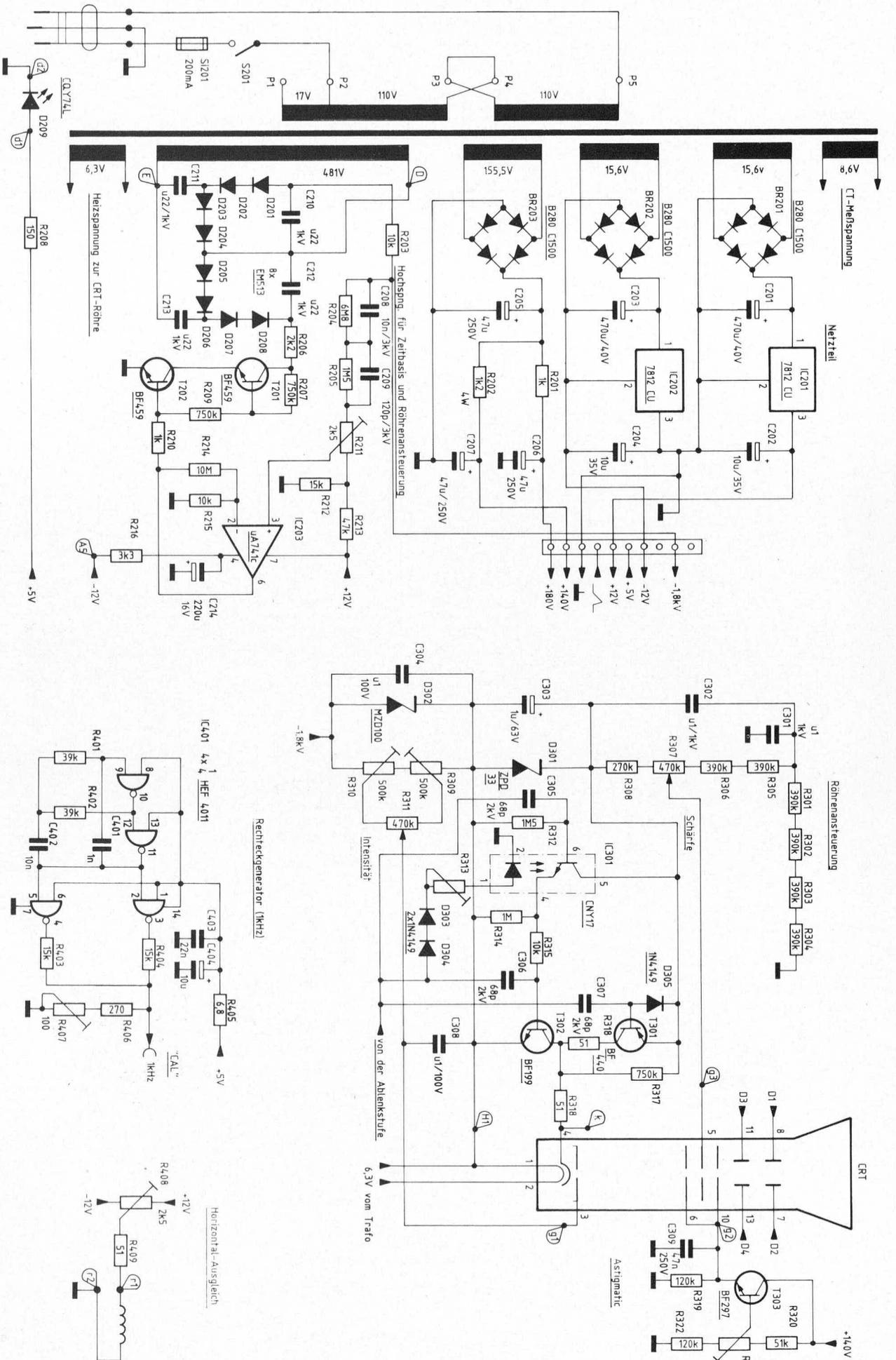


Schaltbild des Eingangsteilers und Y-Vorverstärkers

von Dr. Dieter C.T.
siehe Schaltbild 'Trägerstufe',
Zerhässli X-Verstärker



Schaltbild:
 Triggerraufbereitung, Zeitbasis (Timebase), Componenttester, X-Verstärker



Schaltbild Netzteil, Bildröhrenwell und Rechteckgenerator

Stückliste: ELVUNISCOPE

Eingangsteiler und

Y-Vorverstärker

Halbleiter

IC 001	μA 733 C
T 001	U 441
T 002, T 003	BF 199 B
T 004	BC 237 C
T 005, T 006	MPS 918
T 007, T 008	BF 458
D 001	FDH 300
D 002, D 003	ZPD 5,6 / 0,5 W

Kondensatoren

C 002	2 pF
C 003	0,8 - 3 pF
C 004	0,8 - 6 pF
C 005	3,9 pF
C 006	6,8 pF
C 007, C 008	0,8 - 3 pF
C 009	5,6 pF
C 010	100 pF
C 011, C 012	0,8 - 3 pF
C 013	5,6 pF
C 014	1,2 nF
C 015	0,1 μF/400 V
C 016	8,2 pF
C 017, C 018	0,8 - 3 pF
C 019	2 pF
C 020, C 021	0,8 - 3 pF
C 022	2 pF
C 023	10 nF/400 V
C 024	22 nF
C 025	1 nF/keramik
C 026	10 μF/35 V
C 027	22 nF
C 028	3,9 pF/keramik
C 029	22 nF/keramik
C 030	1 μF/35 V
C 031	1 nF 160 V ± 2,5 %
C 032	22 pF
C 033	2-22 pF
C 034	68 pF
C 035	22 nF
C 036	10 μF/35 V

Widerstände

R 001	909 kΩ
R 002	110 kΩ
R 003	1 MΩ
R 004	10 kΩ
R 005	1 MΩ
R 006	1 kΩ
R 007	51 Ω
R 008	33 Ω
R 009	499 kΩ
R 010	1 MΩ
R 011	750 kΩ
R 012	332 kΩ
R 013	220 kΩ
R 014	100 Ω
R 015	1 MΩ/1 %
R 016	470 Ω
R 017	330 Ω
R 018	51 Ω
R 019	330 Ω
R 020	22 kΩ
R 021	470 Ω
R 022	51 Ω
R 023	120 Ω
R 024, R 025	51 Ω
R 026	240 Ω
R 027	500 Ω, Trimmer
R 028, R 029	120 Ω
R 030	1,2 kΩ
R 031	4,7 kΩ
R 032, R 033	680 Ω
R 034	51 Ω
R 035	680 Ω
R 036	6,8 Ω
R 037	680 Ω
R 038	51 Ω
R 039, R 040	680 Ω
R 041	51 Ω
R 042	110 Ω
R 043	33 kΩ
R 044	51 Ω
R 045, R 046	110 Ω
R 047	51 kΩ
R 048	100 Ω/Trimmer
R 049	33 Ω
R 050, R 051	2,7 kΩ/4 W

Sonstiges

L 1-L 4	12 μH
P 001	25 kΩ Trimmer stehend groß
P 002	470 Ω Poti/oder Trimmer stehend groß
P 003	470 Ω Trimmer stehend groß

Spezial

Y-Eingangsteilerschalter

S 002	2 x um Spezial
S 003	2 x um Spezial
MP 001	BNC Buchse
1 IC-Fassung, 14polig	
R 136	500 Ω Trimmer
R 137	51 Ω
R 138	12 kΩ
R 139	27 kΩ
R 140	470 kΩ
R 141	150 kΩ
R 142	330 Ω
R 143	51 Ω
R 144, R 145	470 Ω

R 146	1 kΩ
R 147	2,2 kΩ
R 148	51 Ω
R 149	100 Ω Trimmer
R 150	1 kΩ
R 151	2,2 kΩ
R 152	470 Ω
R 153	10 kΩ Poti oder Trimmer stehend groß

R 154	47 kΩ
R 155	4,87 kΩ/1 %
R 156	9,76 kΩ/1 %
R 157	20 kΩ/1 %
R 158	49,9 kΩ/1 %
R 159	100 kΩ/1 %
R 160	200 kΩ/1 %
R 161	51 Ω
R 162	10 kΩ Trimmer stehend
R 163	27 kΩ/1 %
R 164	51 kΩ/1 %
R 165	100 kΩ
R 166	2,2 kΩ
R 167	120 kΩ/1 %
R 168	51 Ω
R 169	390 Ω
R 170	4,7 kΩ
R 171	51 Ω
R 172	27 kΩ
R 173	10 kΩ
R 174	10 kΩ Poti oder Trimmer stehend groß

R 175, R 176	1,5 kΩ
R 177	300 Ω
R 178	820 Ω
R 179, R 180	18 kΩ/1 W
R 181	51 Ω
R 182	150 Ω
R 183	330 Ω
R 184	162 kΩ/1 %
R 185	2,21 kΩ/1 %

Sonstiges

S 101-S 107	2 x um Spezial
S 108	18 x um Time base Spezial
B 101/102	BNC-Buchsen
B 103, B 104	Meßgerätebuchsen schwarz
3 x Buchsenleiste	6polig klein
1 x Buchsenleiste	9polig groß
2 x IC-Fassung, 14 polig	

Netzteil

Halbleiter

IC 201, IC 202	7812 CU
IC 203	μA 741 C
T 201, T 202	BF 459
BR 201, BR 202, BR 203	
B 280/C 1500	
D 201-D 208	EM 513
D 209	CQY 74 L

Kondensatoren

C 201	470 μF/40 V
C 202	10 μF/35 V
C 203	470 μF/40 V
C 204	10 μF/35 V
C 205-C 207	47 μF/250 V
C 208	10 nF/3 kV
C 209	120 pF/2 kV
C 210-C 213	0,22 μF/1 kV
C 214	220 μF/16 V

Widerstände

R 201	1 kΩ
R 202	1,2 kΩ/4 W
R 203	10 kΩ
R 204	6,8 MΩ
R 205	1,5 MΩ
R 206	2,2 kΩ
R 207	750 kΩ
R 208	150 Ω
R 209	750 kΩ
R 210	1 kΩ
R 211	2,5 kΩ Trimmer stehend
R 212	15 kΩ
R 213	47 kΩ
R 214	10 MΩ
R 215	10 kΩ
R 216	3,3 kΩ

Sonstiges

Netztrafo	Spezial
1 IC-Fassung 8polig	

Triggereaufbereitung, Zeitbasis (Timebase), Componententester, X-Verstärker

Halbleiter

IC 101	TL 710
IC 102	74 LS 74
IC 103	78 L05
T 101-T 103	BC 237 C
T 104-T 107	BC 239 C
T 108	BC 557
T 109	BSX 19
T 110, T 111	BC 237 C
T 112, T 113	BF 458
T 114, T 115	BC 237 C

D 101	ZPD 5,6
D 102-D 111	1 N 4149

Kondensatoren

C 101	22 nF
C 102	0,33 μF/100 V
C 103, C 104	6,8 pF
C 105	0,1 μF/100 V
C 106	22 nF
C 107	10 nF/400 V
C 108	0,1 μF/400 V
C 109	1 μF/250 V
C 110	47 pF
C 111, C 112	1 μF/63 V
C 113	0,1 μF/100 V
C 114	330 pF/630 V ± 2,5 %
C 115	22 nF
C 116	10 pF
C 117, C 118	22 μF/35 V
C 119	470 μF/40 V
C 120	22 nF
C 121	2,2 μF/25 V Tantal
C 122	0,1 μF/100 V
C 123	220 pF/160 V styroflex
C 124	24,4 nF/63 V/1 %
C 125	2,2 μF/63 V/10 % MKC-Typ
C 126	Wert nach Bedarf zur genauen Einstellung der Zeitbasis
C 127	0,1 μF/100 V
C 128	270 pF/160 V, ± 2,5 %

Widerstände

R 101	10 kΩ
R 102	25 kΩ Trimmer
R 103, R 104	470 kΩ
R 105, R 106	33 kΩ
R 107	1,5 MΩ
R 108	100 kΩ
R 109	2,2 kΩ
R 110	100 kΩ
R 111	10 kΩ
R 112	10 kΩ Poti oder Trimmer stehend groß
R 113	1,2 kΩ
R 114	390 Ω
R 115, R 116	3,3 MΩ
R 117	270 kΩ
R 118	51 kΩ
R 119	330 Ω
R 120	2,2 MΩ
R 121	470 Ω
R 122	100 kΩ
R 123, R 124	10 kΩ
R 125	4,7 kΩ
R 126, R 127	51 Ω
R 128	470 Ω
R 129	10 kΩ
R 130	100 kΩ
R 131	4,7 kΩ
R 132	10 kΩ
R 133	4,7 kΩ
R 134	2,2 kΩ
R 135	51 Ω

Rechteck-Generator

Halbleiter

IC 401	HEF 4011
--------	----------

Kondensatoren

C 401	1 nF/keramik
C 402	10 nF/400 V
C 403	22 nF
C 404	10 μF/16 V

Widerstände

R 401, R 402	39 kΩ
R 403, R 404	15 kΩ
R 405	6,8 Ω
R 406	270 Ω
R 407	100 Ω Trimmer
R 408	2,5 kΩ Trimmer stehend groß
R 409	51 Ω

Sonstiges

1 IC-Fassung 14 polig	
-----------------------	--

Röhrenansteuerung

Halbleiter

IC 301	CNY 17
T 301	BF 440
T 302	BF 199
T 303	BF 297
D 301	ZPD 33
D 302	MZD 100
D 303-D 305	1 N 4149

Kondensatoren

C 301, C 302	100 nF/1 kV
C 303	1 nF/63 V
C 304	100 nF/100 V
C 305-C 307	68 pF/2 kV
C 308	100 nF/100 V
C 309	47 nF/250 V

Widerstände

R 301-R 306	390 kΩ
R 307	470 kΩ Trimmer
R 308	270 kΩ
R 309	500 kΩ Trimmer

R 310	500 kΩ Trimmer
R 311	470 kΩ Poti
R 312	1,5 MΩ
R 313	1 kΩ Trimmer
R 314	1 MΩ
R 315	10 kΩ
R 316	51 Ω
R 317	750 kΩ
R 318	51 Ω
R 319	120 kΩ
R 320	51 kΩ
R 321	100 kΩ Trimmer
R 322	120 kΩ

Sonstiges

CRT-Röhre	
CRT-Röhrensockel	
1 IC-Fassung, 6polig	

Mechanik

1 Frontplatte	
1 Rückwand	
1 Bildröhrenrahmen + 4 Kerbschrauben	
1 Frontchassis	
2 Seitenteile	
1 Rückchassis	
2 Gehäusehalbschalen	
4 Gehäusefüße	
1 Aufstellbügel	
1 Zeitbasiswinkel	
1 Abschirmwinkel (zwischen Eingangsbuchse und Röhre)	
1 Schalterführungs- und Buchsenhalterungsblech	
1 Netzteilanschlußkasten mit Netzschalter, Spannungsumschalter und Europastecker + Sicherung 0,2 AmT	
1 Röhrenabschirmblech (Mu-Metall)	
4 Gummiklemmstücke zur Röhrenfestigung	
2 Zellgummistreifen 10 x 58, 3mm dick	
1 Abschirmgehäuse „Y-AMPL.“	
1 Abschirmgehäuse Schalterplatte CT	
2 Abstandsbolzen 22 mm 5,5 mm Sechskant Messing	
1 Abstandsbolzen 40 mm 6 mm Sechskant Kunststoff	
4 Abstandsbolzen 25 mm 6mm Ø rund Messing	
4 Abstandsbolzen 40 mm 6 mm Ø rund Messing	
1 Abstandszylinder 22 mm 13 mm Ø für BNC-Buchse	
7 Schalterknöpfe kaki	
1 Schalterknopf rot	
2 Potiknöpfe 21 mm 4 Knebel	
5 Potiknöpfe 10 mm mit 4 Achsloch	
2 Potiknöpfe 10 mm mit 2 Achsloch	
2 Zierscheiben 15 mm Ø	
1 Deckel grün/10 mm	
1 Deckel grün/10 mm	
1 Deckel blau/10 mm groß	
1 Deckel blau/10 mm klein	
1 Deckel rot/10 mm klein	
2 Deckel kaki/10 mm	
1 „LED“ Halterung (spezial)	
1 „CAL“ Halterung (spezial)	
6 Schalterstangen (verschiedene Längen)	
7 Schalterverbindungsstücke (spezial)	
1 Schalterstift (Kunststoff)	
10 M3x6	
2 M3x8	
5 M3x6	
4 M3x8	
4 M3x10	
4 M3x35	
4 M3 x 35	
4 M 3 x 50 vernickelt	
2 Imbusschrauben	
9 3,5 x 6,5 Knippingschrauben	
2 2,9 x 9,5 Knippingschrauben	
8 M4 x 10 Frontplattenschrauben	
27 M3 Muttern	
27 M3 Zahnscheiben	
4 M3 U-Scheiben	
2 Einstellstangen Kunststoff 65 mm	
5 Einstellstangen Metall	
2 x 120 mm 3 x 30 mm	
6 Potiverbindungsstücke	
2 Anpaßstücke für Feinreglerpoti's	
30 cm Flachbandleitung 6adrig	
30 cm Hochvoltleitung 0,75 mm ²	
15 cm Kabel orange 0,50 mm ²	
15 cm Kabel grün 0,50 mm ²	
15 cm Kabel braun 0,50 mm ²	
15 cm Kabel blau 0,50 mm ²	
15 cm Kabel gelb 0,75 mm ²	
15 cm Kabel rot 0,75 mm ²	
15 cm Kunststoffschlauch Ø 5mm	
15 cm Kunststoffschlauch Ø 8 mm	
50 cm Silberdraht	
13 Stecklötlösen	
1 Lötöse (Schutzleiteranschluß)	
2 x Wärmeleitstreifen für BF 458	
2 x Kunststoffschrauben mit 5,5 mm Alu-Mutter M3	
1 x Netzschnur	

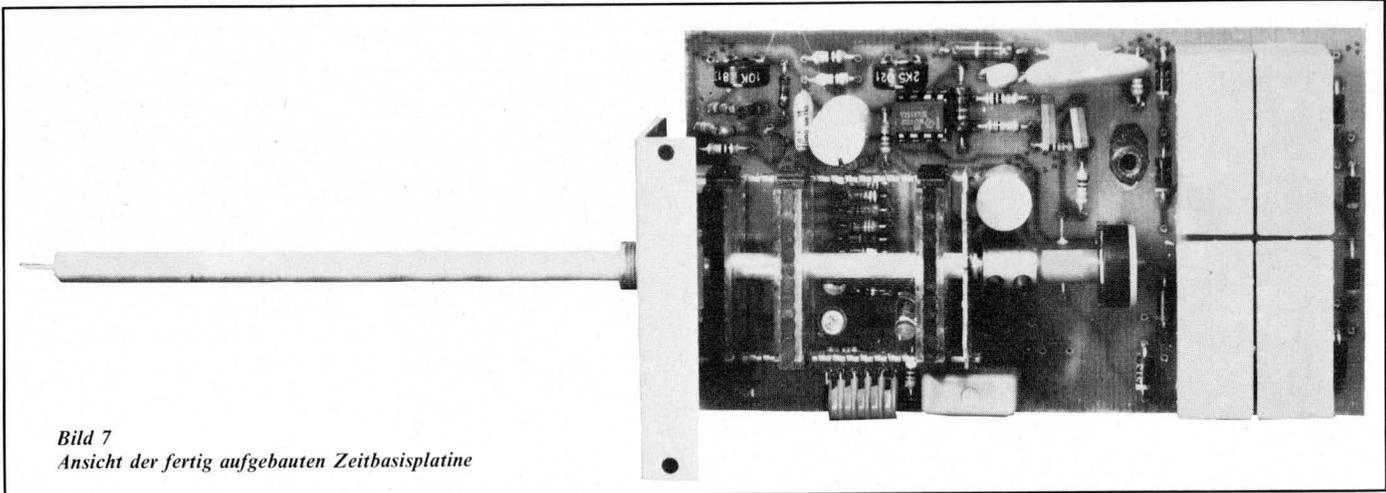
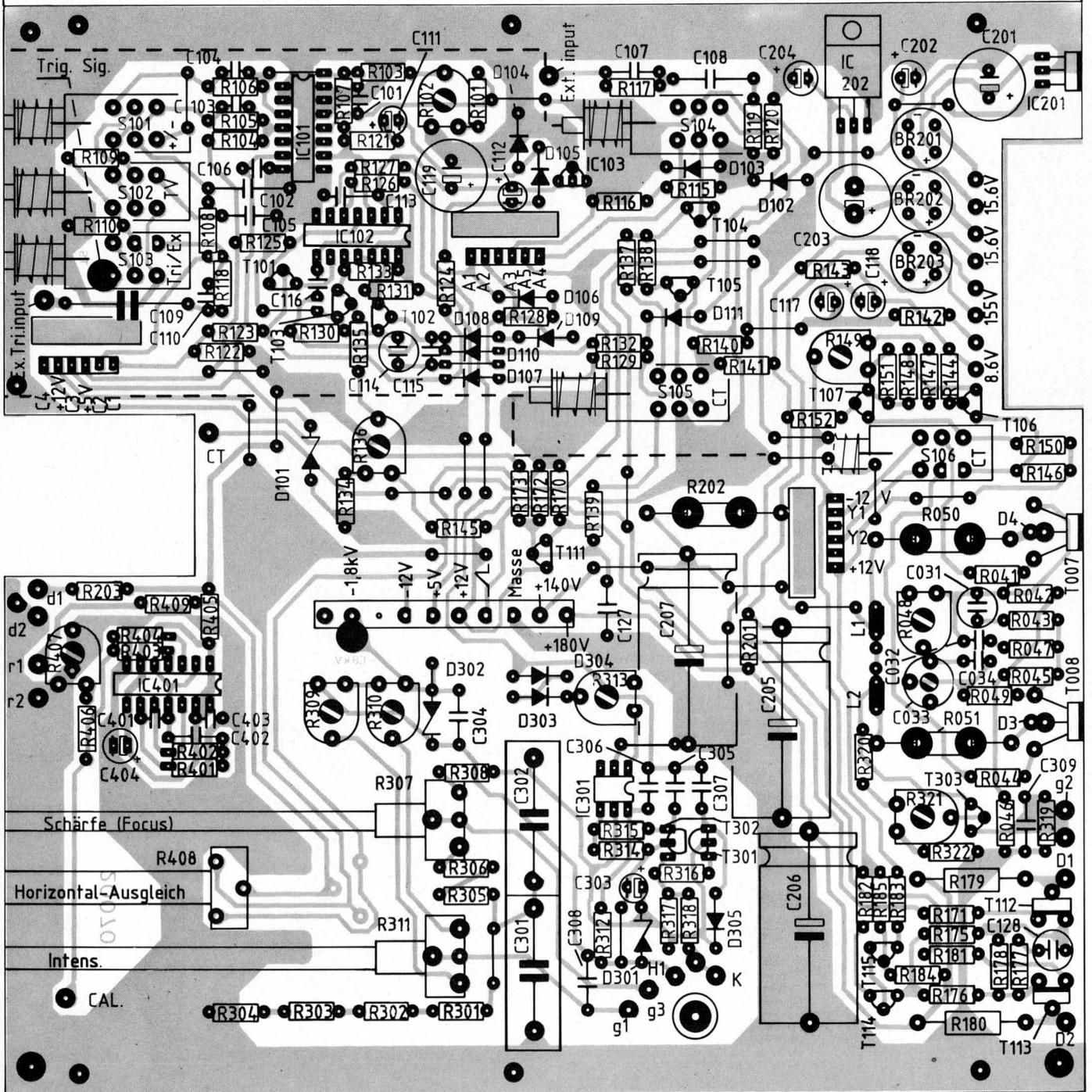
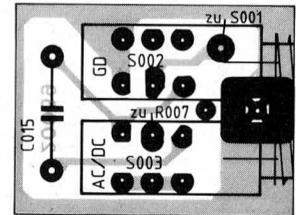
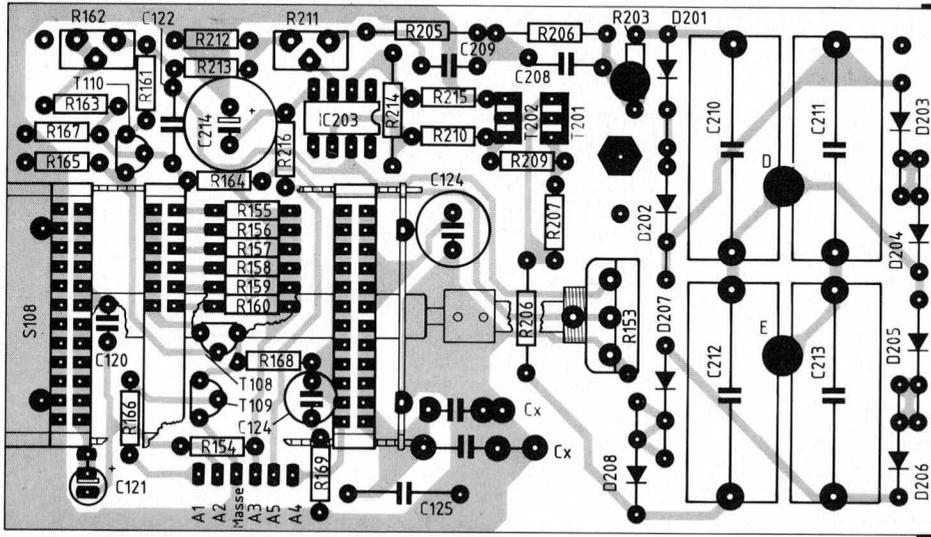


Bild 7
Ansicht der fertig aufgebauten Zeitbasisplatine

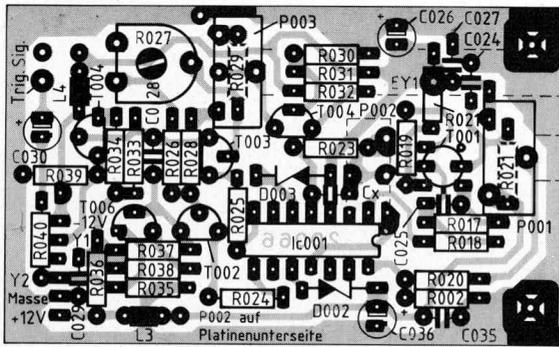
unten:
Bestückungsseite der Basisplatine des ELV UNISCOPE's. Diese Platine wird von unten mit dem Chassis verschraubt. Die Bauteile zeigen dabei nach unten. Aus Platzgründen ist dieser Bestückungsplan, dessen Originalgröße 200 x 200 mm beträgt, etwas verkleinert dargestellt. Alle anderen Bestückungspläne sind wie gewohnt exakt im Maßstab 1:1 abgebildet.



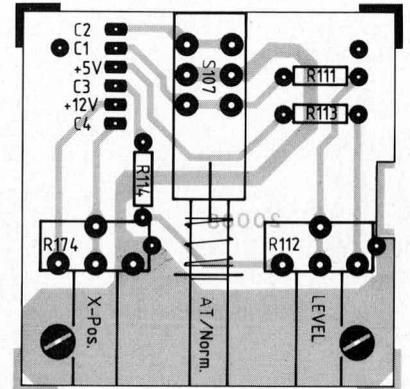


oben:
Bestückungsseite der kleinen Eingangsteilplatte, die sich unterhalb des Eingangsteilers direkt hinter der Y-Eingangs-BNC-Buchse befindet.

links:
Bestückungsseite der Zeitbasisplatte



links:
Bestückungsseite der Y-Eingangsverstärkerplatte, die an das Eingangsteilergehäuse angeschraubt wird.



rechts:
Bestückungsseite der X-Reglerplatte, die oben rechts am Frontchassisrahmen mit zwei Blechschrauben befestigt wird.

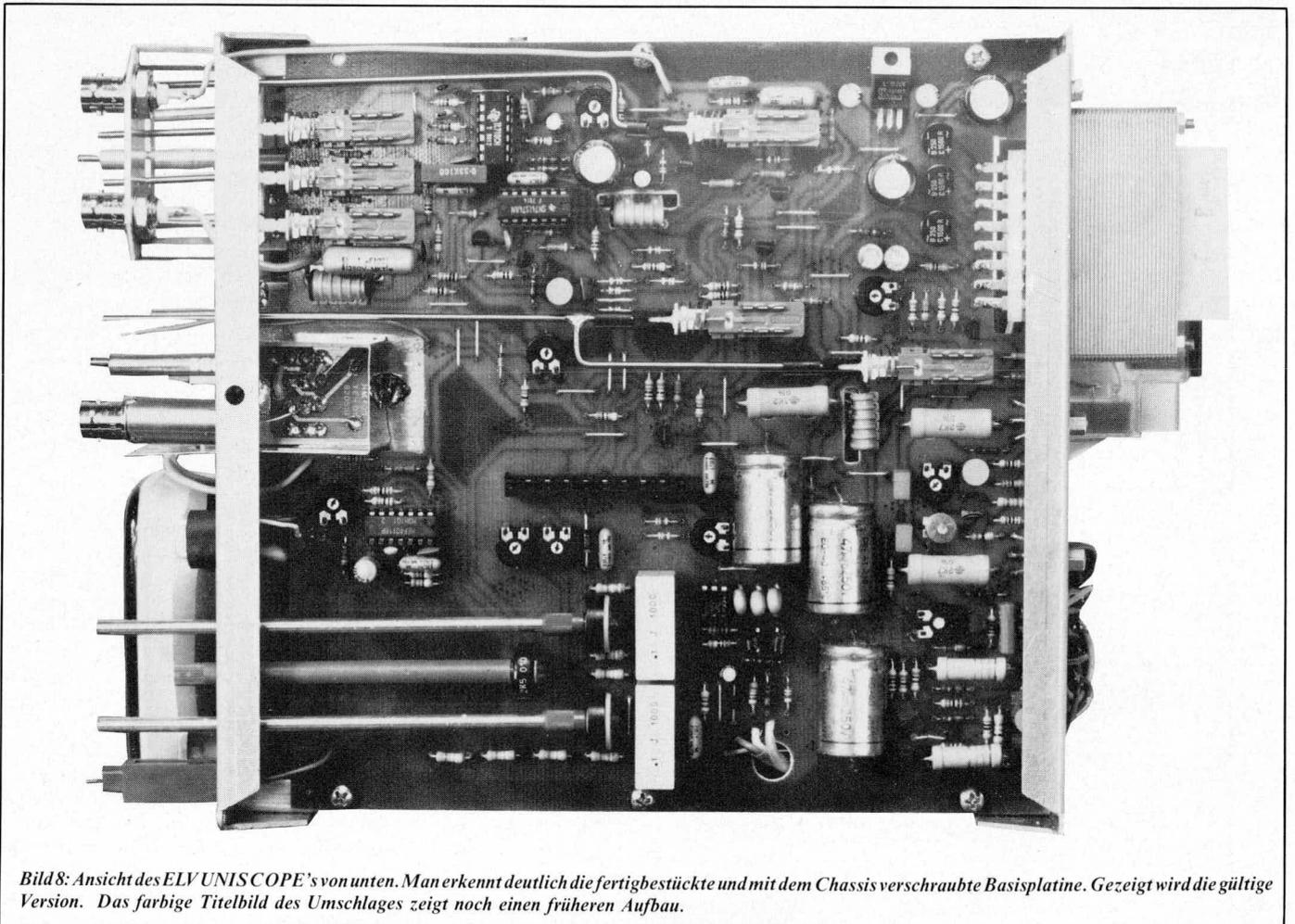


Bild 8: Ansicht des ELV UNISCOPE's von unten. Man erkennt deutlich die fertigbestückte und mit dem Chassis verschraubte Basisplatte. Gezeigt wird die gültige Version. Das farbige Titelbild des Umschlages zeigt noch einen früheren Aufbau.

ELV-Serie-Modelleisenbahn-Elektronik

Elektronische Dampfpfeife

Um auf einer Modellbahnanlage die Züge möglichst naturgetreu fahren zu lassen, sind auch die charakteristischen Geräusche erforderlich. Mit der hier vorgestellten kleinen Schaltung lassen sich die Pfeiftöne einer Dampflokomotive fast naturgetreu nachbilden.

Prinzipielle Funktionsweise

Um das Pfeifen einer Dampflokomotive möglichst naturgetreu auf elektronische Weise nachzubilden, sind verschiedene elektronische Baugruppen erforderlich, wie aus dem Blockschaltbild (Bild 1) hervorgeht.

Zunächst ist als wichtigste Baugruppe der Pfeifgenerator zu nennen, der ein sinusförmiges Signal in der Frequenzlage des späteren Pfeiftones abgibt.

Das Geräusch des ausströmenden Dampfes beim Pfeifen einer Lokomotive wird durch den Dampfgenerator erzeugt.

Diese beiden vorgenannten Signale werden miteinander gemischt und auf einen Verstärker gegeben, der einen Lautsprecher mit ausreichender Lautstärke ansteuert.

Damit das Pfeifsignal automatisch im richtigen Moment ertönt, sorgt eine Schaltstufe, die über eine Lichtschranke angesteuert wird dafür, daß der Verstärkereingang so lange kurzgeschlossen bleibt, bis der Modellbahnzug die Lichtschranke passiert und den LDR (fotoempfindlicher Widerstand) abdunkelt. Die Schaltstufe gibt den Verstärkereingang frei und der Pfiff ertönt.

Zur Schaltung

Der Pfeifgenerator wird mit dem Transistor T 10, den Kondensatoren C 8—C 10 sowie den Widerständen R 23—R 29 aufgebaut.

Er gibt ein sinusförmiges Signal mit einer Frequenz von einigen kHz ab. Erhöht man die Kondensatoren C 8—C 10, so wird der spätere Pfeifton tiefer, während eine Verkleinerung der Kondensatoren eine Erhöhung des Pfeiftones zur Folge hat. Wichtig ist hierbei zu beachten, daß die drei Kondensatoren gleiche Werte haben müssen.

Über R 23 wird das Signal des Pfeifgenerators ausgekoppelt.

Der Dampfgenerator ist mit den Transistoren T 1—T 3, den Kondensatoren C 1 und C 2 sowie den Widerständen R 1—R 8 aufgebaut. Den eigentlichen „Dampf“ erzeugt hierbei der als Rauschgenerator geschaltete Transistor T 1, dessen Basis-Emitter-Strecke in Sperrichtung über den Widerstand R 1 angesteuert wird. Über R 2 und C 1 gelangt dieses Rauschen auf den nachfolgenden NF-Verstärker, der mit den Transistoren T 2 und T 3 sowie Zusatzbeschaltung realisiert wird. Mit dem Trimmer R 3 kann später der Rauschanteil, d. h., der Anteil, der den „Dampf“ ausmacht, variiert werden. Über R 8 wird das Dampfsignal ausgekoppelt.

An dem Verbindungspunkt R 8/R 23 treffen sich die beiden Signale (rauschen und pfeifen). Sie werden miteinander gemischt und anschließend über C 3 auf den Lautstärkeregel am Eingang des Endverstärkers gegeben. Der Endverstärker besteht

aus den Transistoren T 6—T 9 mit entsprechender Zusatzbeschaltung. Es handelt sich hierbei um eine Gegentaktendstufe kleiner Leistung mit Vorverstärker. Über C 7 wird das verstärkte Signal ausgekoppelt und auf den Lautsprecher gegeben.

Die Schaltstufe besteht aus den Transistoren T 4 und T 5 sowie den Widerständen R 9—R 14, wobei R 11 ein lichtempfindlicher Fotowiderstand ist, der in Verbindung mit einem Lämpchen eine Lichtschranke darstellt.

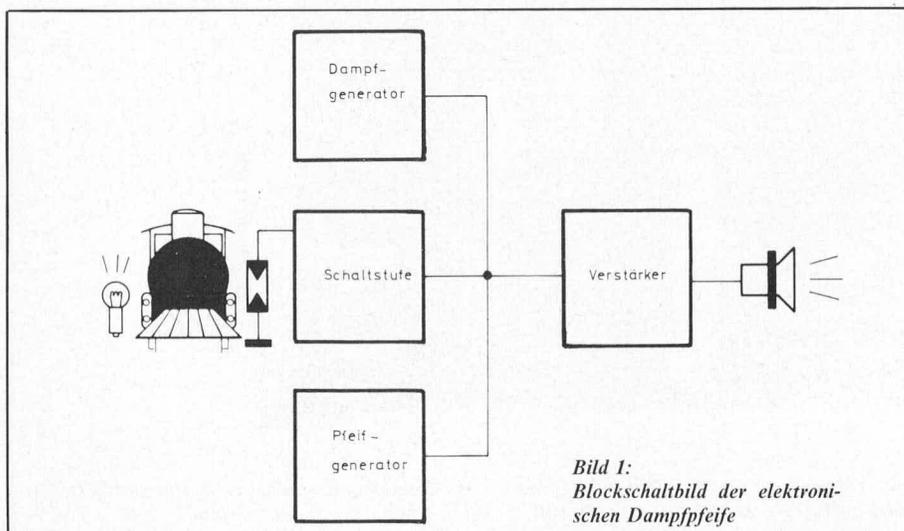
Solange das Lämpchen den LDR 07 (R 11) beleuchtet, ist dieser niederohmig und der Transistor T 4 ist gesperrt, was ein Durchsteuern von T 5 über R 14 zur Folge hat. Aus diesem Grunde wird das über die Widerstände R 8 und R 23 ausgekoppelte Signal vollständig kurzgeschlossen und der NF-Verstärker erhält kein Eingangssignal.

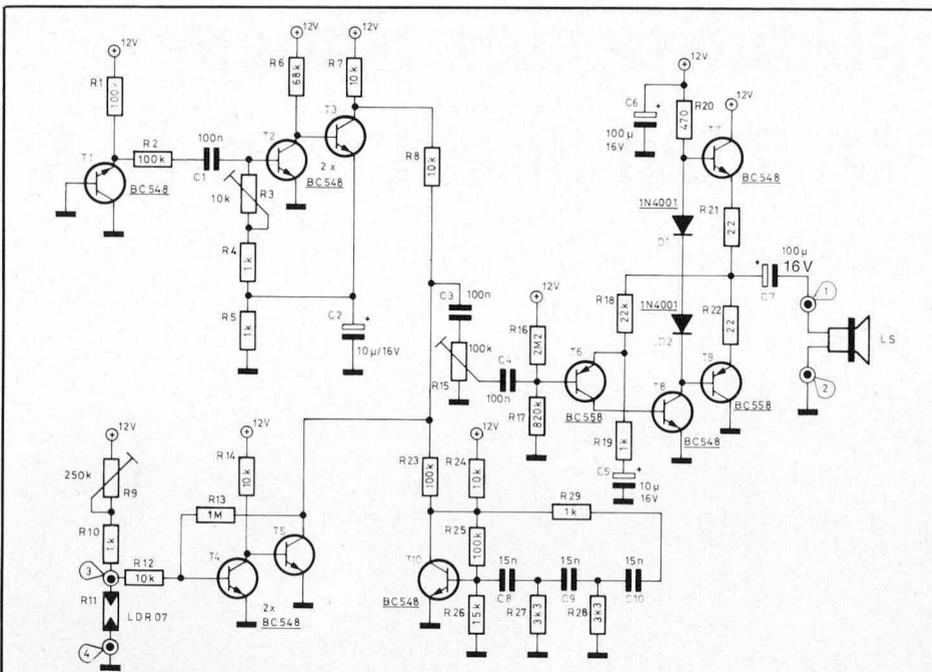
Sobald der LDR 07 (R 11) abgedunkelt wird (ein Zug befindet sich zwischen dem Lämpchen und dem Fotowiderstand), wird R 11 hochohmig, T 4 steuert durch und T 5 sperrt. Jetzt können die über R 8 und R 23 ausgekoppelten Signale ungehindert auf den Eingang des NF-Verstärkers gelangen, und der Dampfpfiff ertönt.

Zum Nachbau

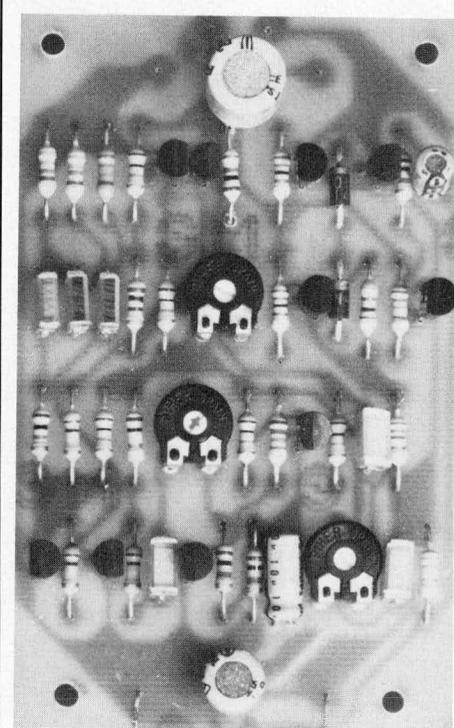
Der Nachbau dieser kleinen, interessanten Schaltung gestaltet sich recht einfach, da keine empfindlichen Bauelemente, wie IC's o. ä. eingesetzt wurden.

Als erstes werden die Widerstände, dann die Trimmer, die Kondensatoren, die Dioden und als letztes die Transistoren eingelötet. Besonderer Wert ist auf die richtige Einbaulage der gepolten Bauelemente, wie Elektrolytkondensatoren (C 2, C 5, C 6 und C 7) und den Dioden D 1 und D 2 zu legen. Bis auf die Transistoren T 6 und T 9 handelt es sich ausschließlich um NPN-Transistoren. Es ist darauf zu achten, daß keinesfalls NPN- mit PNP-Transistoren verwechselt werden. Für eingefleischte Hobby-Elektroniker mag dieser Rat sicherlich überflüssig sein, wir möchten jedoch den vielen Modellbahnern unter unseren Lesern, die zum Teil mit der Elektronik noch nicht so vertraut sind, eine möglichst große Hilfestellung beim Nachbau dieser Schaltung geben.

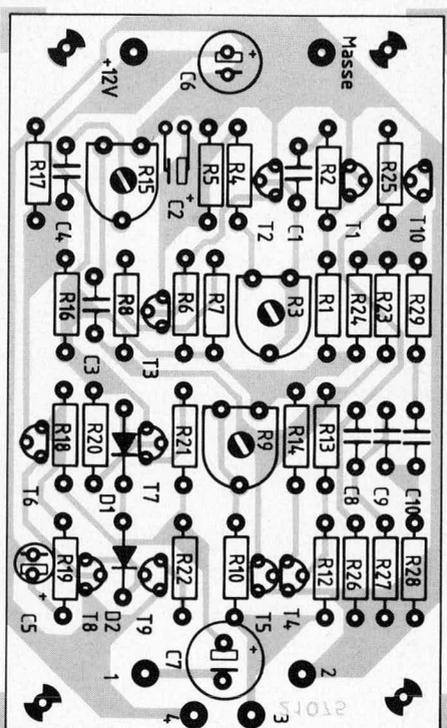




Schaltbild der elektronischen Dampfpeife



Ansicht der fertig bestückten Platine der elektronischen Dampfpeife



Bestückungsplan der elektronischen Dampfpeife

Der LDR 07 (R 11) wird mittels 2 Drähten an die Platine angeschlossen und in der richtigen Höhe auf der einen Seite des Gleises montiert, während das Lämpchen auf der anderen Seite angeordnet wird. Dadurch beleuchtet das Lämpchen den LDR einwandfrei. Um den LDR 07 vor Fremdlichteinflüssen zu schützen, empfiehlt es sich, ihn evtl. in ein kleines Röhrchen einzubauen, damit möglichst wenig Fremdlucht und überwiegend das Licht des Lämpchens auf den LDR 07 fällt. Die Zuleitung vom LDR 07 zur Schaltung darf ohne weiteres mehrere Meter betragen.

Mit dem Trimmer R 9 kann die Ansprechempfindlichkeit der Schaltstufe eingestellt werden.

Die Gesamtlautstärke läßt sich mit dem Trimmer R 15 einstellen, während mit R 3 der Rauschanteil (Dampf) geändert werden kann.

Stückliste:

Elektronische Dampfpeife

Halbleiter

T 1—T 5, T 7, T 8, T 10 BC 548

T 6, T 9..... BC 558

D 1, D 2 1N 4001

Kondensatoren

C 1, C 3, C 4 100 nF

C 2, C 5 10 µF/16 V

C 6, C 7 100 µF/16 V

C 8—C 10..... 15 nF

Widerstände

R 1, R 2, R 23, R 25 100 kΩ

R 3 10 kΩ, Trimmer

R 4, R 5, R 10, R 19, R 29... 1 kΩ

R 6 68 kΩ

R 7, R 8, R 12, R 14, R 24 10 kΩ

R 9 250 kΩ, Trimmer

R 11 LDR 07

R 13 1 MΩ

R 15 100 kΩ, Trimmer

R 16 2,2 MΩ

R 17 820 kΩ

R 18 22 kΩ

R 20 470 Ω

R 21, R 22 22 Ω

R 26 15 kΩ

R 27, R 28 3,3 kΩ

Sonstiges

1 Lautsprecher 0,2 W/8 Ω

6 Lötstifte

2 Bananenbuchsen, 4 mm

Elektronisch stabilisiertes Super-Netzgerät SNT 7000 0–50 V, 0–3 A

mit elektronischer Trafoumschaltung



Mit diesem Super-Netzgerät aus der ELV-Serie-7000 stellen wir unseren Lesern ein ausgereiftes, erprobtes und nachbausicheres Universal-Netzgerät vor, das selbst den verwöhntesten Ansprüchen gerecht wird. Sowohl die Abgabeleistung von 0–25 V/0–3 A bzw. bis 50 V/0–1,5 A (kurzzeitig 3 A), bei getrennter Einstellung von Spannung und Strom, als auch die komfortable Anzeige der Spannungs- und Stromwerte über 2 digitale LED-Anzeige-Instrumente, reihen dieses Gerät in die Spitzenklasse der Netzteile ein.

Trotz der hervorragenden Daten und der aufwendigen Schaltung wurde eine hohe Nachbausicherheit durch problemlosen Aufbau fast sämtlicher Bauelemente auf den Platinen bei minimalem Verdrahtungsaufwand erreicht.

Allgemeines

Netzgeräte in den verschiedensten Ausführungsformen gibt es wie Sand am Meer. Warum also noch ein weiteres vorstellen? Wir haben uns dazu entschlossen, da das in unserer Ausgabe Nr. 12 vorgestellte NT 7000 auf eine geradezu sagenhafte Resonanz bei unseren Lesern stieß. Zurückzuführen ist dies sicherlich auf die aufwendige Elektronik mit ihren zahlreichen Extras, wie z. B. den 8 Leuchtdioden der PCU (Power Supply Control Unit) für die Betriebszustandsanzeige, der absoluten elektronischen Trennung von Spannungs- und Stromregler sowie vielen anderen elektronischen Featurs, die in dieser Konzentration und Fülle wohl immer noch ihresgleichen suchen.

Aufgrund der mit vorstehend angesprochenem Gerät gemachten Erfahrungen, haben unsere Ingenieure im ELV-Labor ein

Tabelle 1:

Daten des ELV-Super-Netzgerätes SNT 7000

Spannungsbereich:	0 bis 50 Volt
Strombereich:	0 bis 3 A
Spannung und Strom getrennt einstellbar.	
Brumm und Rauschen	
Spannungskonstanter:	ca. 1 mV _{eff}
Stromkonstanter:	ca. 0,01 %
Innenwiderstand	
Spannungskonstanter:	typ. 10 mΩ=0,01 Ω(!)
Stromkonstanter:	typ. 20 kΩ

neues Super-Netzgerät mit der Bezeichnung SNT 7000 entwickelt. Der Vorteil dieser neuen Version liegt im wesentlichen in dem gesteigerten Ausgangsstrom von 3 A, einer erhöhten Nachbausicherheit sowie einigen weiteren betriebstechnischen Verbesserungen, die im Verlauf der Schaltungsbeschreibung näher erläutert werden sollen.

Bedienungs- und Funktionsbeschreibung

Auf der Frontplatte des Gerätes befinden sich zwei 3-stellige digitale Meßgeräte, das eine für die Messung der Ausgangsspannung, das andere zur Anzeige des entnommenen Ausgangsstromes. Die Spannung wird mit den beiden ganz rechts befindlichen Potentiometern eingestellt, wobei das obere für die Grobeinstellung und das untere zur Feinregelung vorgesehen ist. Der Strom wird mit dem links daneben angeordneten Stromreglerpoti eingestellt. Darunter befinden sich die beiden Ausgangsklemmen (links -, rechts +).

Ungefähr in der Mitte der Frontplatte sind 8 5 mm LED-Anzeigen untereinander angeordnet. Diese Leuchtdiodenzeile, von uns kurz PCU (**P**ower **S**upply **C**ontrol **U**nit) genannt, zeigt die verschiedenen Betriebszustände des SNT 7000 optisch an.

Mittels der oberen 4 LED's der PCU werden die jeweils **erlaubten** Betriebszustände angezeigt und zwar:

1. Spannungsregler in Betrieb
2. Stromregler in Betrieb
3. Trafoumschaltung über 25 V
4. Wert des Stromreglers auf elektronische Sicherung umgeschaltet (bei dem mit dem Stromreglerpoti eingestellten Wert wird nun der Strom nicht mehr wie vorher konstant gehalten, sondern es wird bei Erreichen dieses Wertes abgeschaltet. Die Umschaltung erfolgt durch S 2).

Die unteren 4 LED's zeigen an, wenn die Ausgangsspannung 0 V beträgt und auf welche Gründe dies zurückzuführen ist:

5. Der Ausgang ist über re 2 und T 7 kurzgeschlossen (zum Einstellen des Stromwertes für den Stromkonstanter).
6. Die elektronische Sicherung hat angesprochen, d. h., daß der mit dem Stromreglerpoti eingestellte Wert erreicht und vorher mittels S 2 von Stromkonstanter auf Sicherung umgeschaltet wurde. (Sehen Sie hierzu auch den vorstehend beschriebenen Punkt 4).
7. Die Temperatursicherung des Trafos hat angesprochen.
8. Die Temperatursicherung der Endstufe hat angesprochen.

Der links unten auf der Frontplatte angeordnete Schalter S 2 steuert die Betriebszustände „Si ein“, „Stromkonstanter“ und „Ausgang 0 V“, wobei letzterer Betriebszustand es ermöglicht, mittels des Stromreglerpotis den maximal gewünschten Ausgangsstrom einzustellen und auf der digitalen Anzeige abzulesen. Hierbei wird die positive Ausgangsklemme vom eigentlichen Netzgerät getrennt und der interne Ausgang des Gerätes wird kurzgeschlossen, so daß die Einstellung ermöglicht wird.

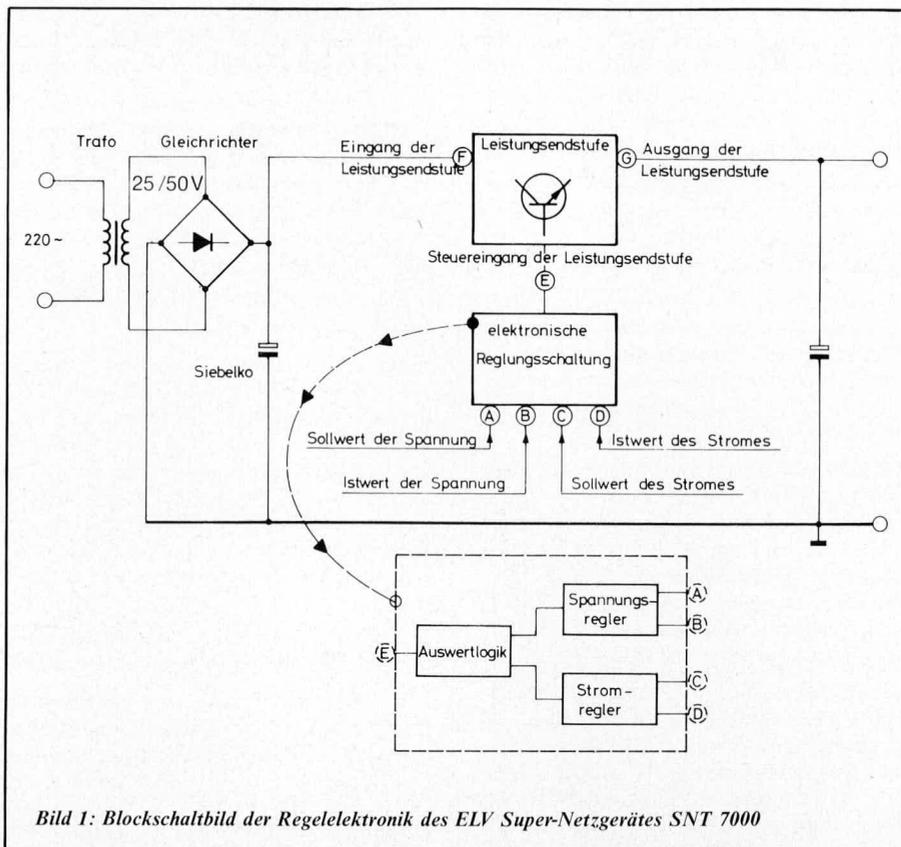


Bild 1: Blockschaltbild der Regelelektronik des ELV Super-Netzgerätes SNT 7000

Mit dem links oben auf der Frontplatte angeordneten Netzschalter wird das Gerät ein- und wieder ausgeschaltet. Sofern eine oder beide Temperatursicherungs-LED's aufleuchten, ist der Netzschalter erneut zu betätigen, um eine Löschung zu erreichen.

Zur Schaltung

Eine wesentliche Neuerung gegenüber konventionellen Netzgeräten besteht in der absoluten Trennung von Spannungs- und Stromregelung, die über eine aufwendige Abtastschaltung einen elektronischen Analogschalter so ansteuert, daß automatisch immer der richtige Regler in Betrieb ist und selbst im Grenzbereich eine Beeinflussung absolut ausgeschlossen ist, was mit herkömmlichen, selbst aufwendigen und teuren Schaltungen praktisch unmöglich ist.

Unsere Schaltung realisiert es nicht nur vollkommen, sondern zeigt über die PCU den Betriebszustand auch noch an (LED 1 — U-Regler, LED 2 — I-Regler).

Daß unser Super-Netzgerät mit zwei getrennten digitalen Anzeigeinstrumenten für Spannung und Strom ausgerüstet ist, braucht wohl nicht extra betont zu werden und ist selbstverständlich.

Aus Kostengründen können diese Anzeigen natürlich entfallen und später jederzeit auf einfache Weise nachgerüstet werden. Auch ist der Betrieb mit nur einem der beiden Meßgeräte denkbar.

Um das Gerät so kompakt wie möglich und nicht unnötig schwer aufzubauen (Gewicht und Größe werden maßgeblich vom Trafo bestimmt), ist eine elektronische Umschaltung eingebaut, die bei Ausgangsspannungen größer als 25 Volt die vorher in Brückenschaltung betriebenen Gleichrichterdiode D 11–D 14 so umschaltet, daß sich jetzt eine

Spannungsverdopplung ergibt. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß diese Umschaltung mit nur einem einzigen Relais-Arbeitskontakt möglich gemacht wurde.

Im Bereich von 25 V bis 50 V stehen bei Dauerbetrieb allerdings nur 1,5 A zur Verfügung (kurzzeitig 3 A).

Wichtig ist noch anzumerken, daß die Umschaltung bezüglich der Ausgangsspannung ohne Einfluß ist, so daß man mit dem Spannungsreglerpoti durchgehend von 0 bis 50 V die Ausgangsspannung einstellen kann, und zwar ohne Spannungssprünge und ohne Unterbrechung.

Die elektronische Temperatursicherung sowohl für die Endstufe als auch für den Trafo trägt zum Schutz dieses hochwertigen Gerätes bei.

Bevor wir nun zu den schaltungstechnischen Einzelheiten kommen, wollen wir noch kurz auf die hervorragende Qualität des Spannungs- und Stromreglers eingehen:

Um Spitzenqualität bei den Reglern in elektronischen Netzgeräten zu erzielen, müssen die Regler nicht nur sehr empfindlich, sondern zudem außerordentlich schnell sein. Dies hat zur Folge, daß es ganz genau auf die Leitungsführung ankommt, um Störungen und Schwingneigungen zu unterdrücken.

Da bei hochwertigen Netzgeräten bislang meist eine aufwendige Verdrahtungsarbeit erforderlich war (um möglichst kurze Leitungen zu realisieren), war der Nachbau praktisch nur Profis mit einem umfangreichen Meßgerätepark (Oszillograph etc.) vorbehalten.

Daß es uns gelang, Spitzenqualität zu erzielen bei minimalem Verdrahtungsaufwand (selbst Trafo und Endstufentransistoren sowie Einstellregler befinden sich auf den

Platinen), verdient besonders hervorgehoben zu werden, da hierdurch auch ein Nichtprofi dieses Gerät aufbauen kann (Newcomer sollten allerdings nicht gleich mit einer so aufwendigen Schaltung ihr Hobby beginnen).

Um den Aufbau hinreichend ausführlich beschreiben zu können, ist die theoretische Schaltungsbeschreibung etwas gestrafft dargestellt.

Bei der Konstruktion des Netzgerätes wurde auf eine universelle Anwendbarkeit Wert gelegt. Hierzu trägt nicht zuletzt die getrennte Einstellbarkeit von Spannung und Strom über den gesamten Bereich (0 bis 50 V, 0 bis 3 A) bei.

Um dies verwirklichen zu können, sind zwei völlig getrennte Regler (einer für Spannungs-, der andere für Stromeinstellung) notwendig mit einer zusätzlichen, nachgeschalteten Auswertlogik, die entscheidet, welcher der beiden Regler nun tatsächlich die Leistungsendstufe ansteuert (Bild 1).

Über die Regler selbst ist nicht viel zu sagen. Sie bestehen im wesentlichen aus den beiden Operationsverstärkern IC 4 und IC 6, die jeweils den Sollwert mit dem Istwert vergleichen bzw. einen Teil davon (Sollwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils haben soll, Istwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils tatsächlich hat, d. h. es wird eine möglichst gute Übereinstimmung von Soll- und Istwert angestrebt).

Kommen wir nun zur Funktion der Auswertlogik. Sie muß, wie vorhin schon erwähnt, die Entscheidung treffen, welcher der beiden Regler nun tatsächlich im Einsatz ist.

Nachfolgendes Beispiel wird zum besseren Verständnis beitragen:

Es soll eine Autobatterie aufgeladen werden:

Zuerst sollte der Strom einen möglichst konstanten Wert aufweisen, und zwar solange, bis die Batterie ihre Sättigungsspannung von ca. 14 V (bei 12-V-Autobatterien) erreicht hat. Der Strom muß dann kleiner werden, damit die Batterie nicht unnötig geladen wird und infolgedessen gast.

Die Forderungen an die Auswertlogik sind derart, daß derjenige Regler im Einsatz ist, der den kleineren Wert der Ausgangsspannung bzw. des Ausgangsstromes vorschreibt.

Bei einer Einstellung der beiden Regler auf z. B. 14 V und 2 A kann nur eine maximale Spannung von 14 V erreicht werden und ein maximaler Strom von 2 A fließen. Wird die Belastung größer, so steigt nicht der Strom an, sondern die Spannung sinkt.

Um bei unserem Beispiel des Autoakkus zu bleiben, würde eine Einstellung von 14 V und 2 A bedeuten, daß der ungeladene Akku, der eine Spannung von ca. 11 V hat, zu Beginn des Ladevorgangs mit vollen 2 A geladen wird. Erst nachdem der Akku nahezu voll aufgeladen wurde und die Spannung 14 V erreicht hat, beginnt der Strom langsam zu sinken und sich auf Werte einzupegeln, die lediglich zu einer Erhaltungsladung führen, d. h. der Akku wird nur mit einem Strom gespeist, der ihn den aufgeladenen Zustand beibehalten läßt.

Die Auswertlogik, die diese Aufgaben übernimmt, wird in der vorliegenden Schaltung in völlig neuartiger Form dargestellt.

Über die beiden Widerstände R 6 und R 7 werden die Ausgangswerte des Stromreglers (IC 4) bzw. die Spannungsregler (IC 6) auf die Eingänge des als Komparator geschalteten IC 5 geführt, wobei R 9 zur Erzeugung einer geringen Hysterese dient.

Das so ausgewertete Signal gelangt auf die Steuereingänge Pin 9 + Pin 11 des Analogschalters IC 7.

Befindet sich beispielsweise der Ausgang des U-Regler-IC's (IC 6) auf niedrigerer Spannung als der des IC 4, so führt auch der + Eingang (Pin 3) des IC 5 niedrigeres Potential und dessen Ausgang (Pin 6 des IC 5) liegt auf ca. -5 V, wodurch sich der mittlere Schalter (B) des IC 7 in der eingezeichneten Position befindet und der Ausgang des U-Regler-IC's (Pin 6 des IC 6) steuert die Endstufe an.

Bevor wir in der Beschreibung des Netzteils fortfahren, soll eine wesentliche Tatsache verdeutlicht werden:

Die Regelungsschaltung „schwimmt“ sozusagen auf der positiven Ausgangsspannung des Netzgerätes, d. h. die Operationsverstärker mit der +5 V/-5 V Versorgungsspannung und allem was dazugehört, die Referenzspannung sowie die Erzeugung von Soll- und Istwert haben als gemeinsamen Bezugspunkt die positive Ausgangsspannung.

Nach dieser wichtigen Feststellung und nachdem wir die Funktion der Auswertlogik besprochen haben, wenden wir uns der Darlington-Endstufe zu.

Diese besteht im wesentlichen aus der Endstufe selbst, mit den 4 Darlington-Leistungstransistoren T 2 bis T 5, die über Pin 14 des IC 7 direkt von IC 4 oder IC 6 angesteuert werden, sowie den Emitterwiderständen R 39 bis R 42, die zum Ausgleichen von unterschiedlichen Transistorarten von T 2 bis T 5 dienen. Sie haben aber noch eine weitere Funktion, auf die im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden soll.

Erzeugung von Soll- und Istwert von Spannung und Strom

Bis jetzt haben wir uns mit den Reglern, der Auswertlogik und der Endstufe befaßt.

Wo aber bekommen die Regler für Spannung und Strom die Informationen her, die sie zum Ausüben ihrer Funktion benötigen? Hierauf soll im folgenden eingegangen werden.

Wie aus dem Blockschaltbild in Bild 1 hervorgeht, benötigt jeder der Regler zwei Informationen, nämlich die Information über den Sollwert und den Istwert.

Wie zu Beginn dieses Artikels schon einmal erwähnt, ist der Sollwert der Wert, den der Ausgang des Netzgerätes haben soll (bzw. ein Teil davon), oder anders ausgedrückt, ist der Sollwert der Wert, den wir mittels der Einstellpotis (Spannung oder Strom) vorgeben, d. h. einstellen.

Der Istwert ist der Wert (bzw. ein Teil davon), den der Ausgang des Netzgerätes

tatsächlich hat, d. h. dieser Wert wird am Ausgang abgegriffen.

Für den Stromregler wird der Sollwert mit dem Potentiometer R 3 vorgegeben. R 1 dient zur Festlegung des maximal mit R 3 einstellbaren Stromes (hier 3 A). Der Istwert wird als Spannungsabfall über den Widerständen R 39 bis R 42 gemessen. Hier sehen wir die zweite Funktion dieser beiden Widerstände. Soll- und Istwert werden über die Widerstände R 4, R 5 sowie R 35 bis R 38 auf die beiden Differenzeingänge des Operationsverstärkers IC 4 gegeben, wo sie miteinander verglichen werden. Der Operationsverstärker stellt nun den Ausgangsstrom des Netzteils so ein, daß Soll- und Istwert möglichst gut übereinstimmen, d. h. aber auch so, daß wir den Ausgangsstrom mittels R 3 regeln können.

Tritt eine Störung bzw. eine Laständerung am Ausgang des Netzteils auf, so ändert sich auch der Istwert. Der Operationsverstärker stellt dies fest und regelt automatisch den Ausgangsstrom so nach, daß der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt ist.

Beim Spannungsregler ist noch eine kleine Abweichung in der Funktionsweise anzumerken. Hier wird zur Spannungseinstellung nicht der Sollwert verändert, sondern der Teil des Istwertes, der vom Ausgang abgegriffen und auf den Eingang zurückgeführt wird, erfährt mittels der Potis R 22 (Feineinstellung) und R 23 (Grobeinstellung) eine Veränderung. Der Sollwert bleibt immer gleich und wird einmal mittels R 18 fest eingestellt, und zwar so, daß bei aufgedrehten Spannungsreglerpotis (R 22 + R 23) die maximale Ausgangsspannung (hier 50 V) erreicht und nicht überschritten wird.

Die Differenz, die von Sollwert und Istwert gebildet wird, steuert den Operationsverstärker IC 6.

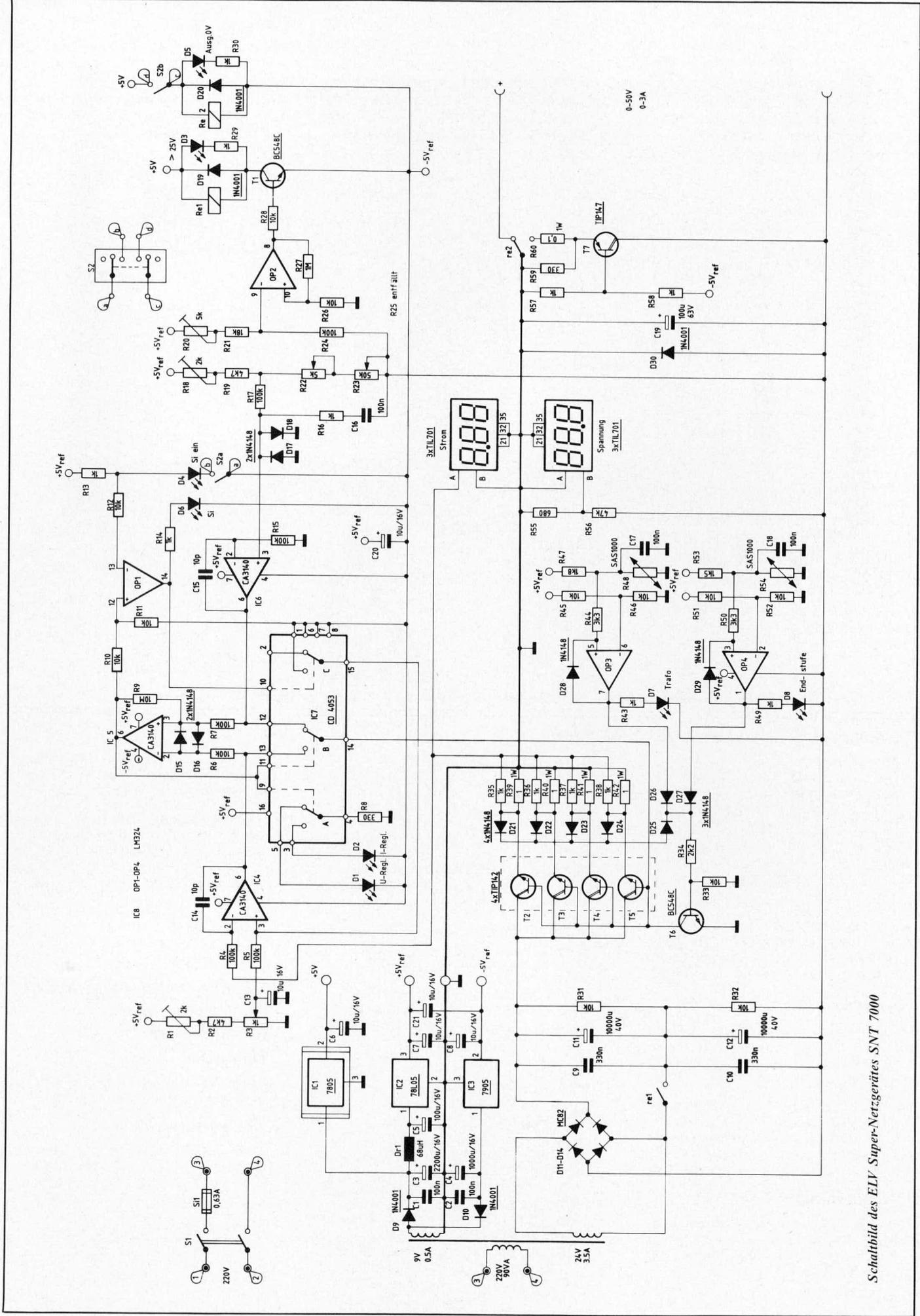
Versorgungsspannung der Steuer- und Überwachungselektronik

Über die Erzeugung der +5 V/-5 V Versorgungsspannung für die Steuerelektronik ist nicht viel zu sagen. Sie wird mit Hilfe der beiden Einweggleichrichter D 9 und D 10 sowie der nachgeschalteten Stabilisierungsschaltung, im wesentlichen bestehend aus den IC's 1 bis 3, realisiert.

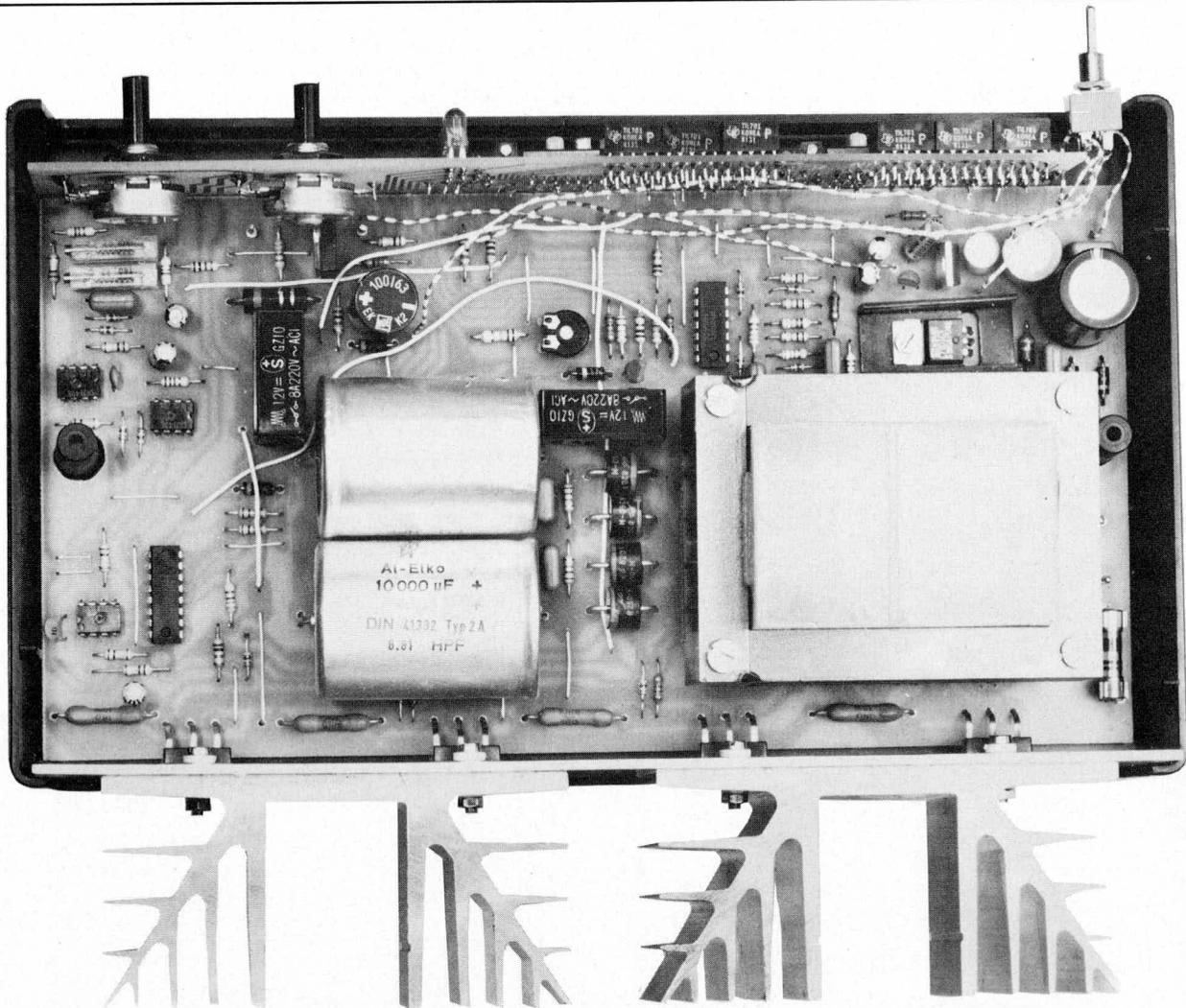
Um eine möglichst gute Trennung zwischen dem Herzstück des Netzgerätes (den Reglern IC 4 und IC 6) und der Überwachungselektronik zu erreichen, wurde für Erstgenanntes eine separate +5 V Stromversorgung mit getrenntem Festspannungsregler (IC 2) aufgebaut, aus der auch gleichzeitig alle innerhalb der gesamten Schaltung benötigten Referenzspannungen gewonnen werden, einschließlich der Referenzspannungen für die beiden Digital-Displays. Die HF-Drossel Dr 1 sorgt in diesem Zusammenhang für eine gute Entkopplung zu den anderen Spannungsreglern. Die Drossel kann ggf. auch durch einen 10 Ω Widerstand ersetzt.

Zur Überwachungselektronik

Im wesentlichen wird die Überwachungselektronik durch die Operationsverstärker OP 1 bis OP 4 realisiert, die im gleichen Gehäuse des IC 8 Platz finden.



Schaltbild des ELY Super-Netzgerätes SNT 7000



Ansicht des fertig aufgebauten und in die untere Gehäusehalbschale eingesetzten ELV Super-Netzgerätes SNT 7000 (von oben)

Stückliste: Super-Netzgerät SNT 7000

Halbleiter

IC 1	.....	7805
IC 2	.....	78 L05
IC 3	.....	7905
IC 4, IC 5, IC 6	.....	CA 3140
IC 7	.....	CD 4053
IC 8	.....	LM 324
T 1, T 6	.....	BC 548 C
T 2 - T 5	.....	TIP 142
T 7	.....	TIP 147
D 1 - D 8	.....	LED, rot, 5 mm
D 9, D 10, D 19, D 20, D 30	.....	1 N4001
D 11 - D 14	.....	R 250 B
D 15 - D 18, D 21 - D 29	.....	1 N4148

Kondensatoren

C 1, C 2, C 16 - C 18	.....	100 nF
C 3	.....	220 C µF/16 V
C 4	.....	1000 µF/16 V
C 5	.....	100 µF/16 V
C 6 - C 8, C 13, C 20,	.....
C 21	.....	10 µF/16 V
C 9, C 10	.....	330 nF
C 11, C 12	.....	10 000 µF/40 V
C 14, C 15	.....	10 pF
C 19	.....	100 µF/63 V

Widerstände

R 1	.....	2 k, Spindeltrimmer
R 2, R 19	.....	4,7 k
R 3	.....	1 kΩ Poti, lin
R 4 - R 7, R 15, R 17	.....	100 kΩ,
R 8, R 59	.....	330 Ω
R 9	.....	10 MΩ

R 10 - R 12, R 26, R 28, R 31 - R 33,	.....
R 45, R 46, R 51, R 52	.....	10 kΩ
R 13, R 14, R 16, R 29, R 30, R 35 - R 38,	.....
R 43, R 49, R 57, R 58	.....	1 kΩ
R 18	.....	2 kΩ, Spindeltrimmer
R 20	.....	5 kΩ, Trimmer
R 21	.....	18 kΩ
R 22	.....	5 kΩ, Poti, lin, 6 mm Achse
R 23	.....	50 kΩ, Poti, lin, 6 mm Achse
R 24	.....	100 kΩ
R 27	.....	1 MΩ
R 34	.....	2,2 kΩ
R 39 - R 42	.....	1 Ω, 1 W
R 44, R 50	.....	3,3 kΩ
R 47	.....	1,8 kΩ
R 48*, R 54	.....	SAS 1000
R 53	.....	1,5 kΩ
R 55	.....	680 Ω
R 56	.....	47 kΩ
R 60	.....	0,1 Ω/1 W

Sonstiges

Dr 1	.....	HF 68 µH
S 1	.....	Netzschalter, 2-polig
S 2	.....	Kippschalter, 2 x um mit Mittelstellung
Tr 1	.....	Netztrafo prim: 220 V, 90 VA sek: 24 V/3,5 A 9 V/0,5 A mit eingebautem Temperaturfühler
Re 1, Re 2	.....	Kartenrelais 12 V, stehend, 1 x um, 8 A

Si 1	.....	0,63 A, Mittelreihe
	.....	1 Platinensicherungshalter
10 Lötstifte	.....
	.....	1 m isolierter Schaltdraht
	.....	1 m Silberschaltdraht, 0,8 mm Ø
	.....	1 U-Kühlkörper für TO 220 (SK 13)
	.....	2 Leistungskühlkörper SK 88
	.....	4 Glimmerscheiben für TO 3P
	.....	4 Isoliernippel dazu
	.....	1 Schraube M 3 x 6 mm
	.....	4 Schrauben M 3 x 16 mm
	.....	5 Muttern M 3
	.....	4 Schrauben M 4 x 55 mm
	.....	12 Muttern M 4

Digitales Anzeigeninstrument (Spannungs- oder Strommesser)

Halbleiter

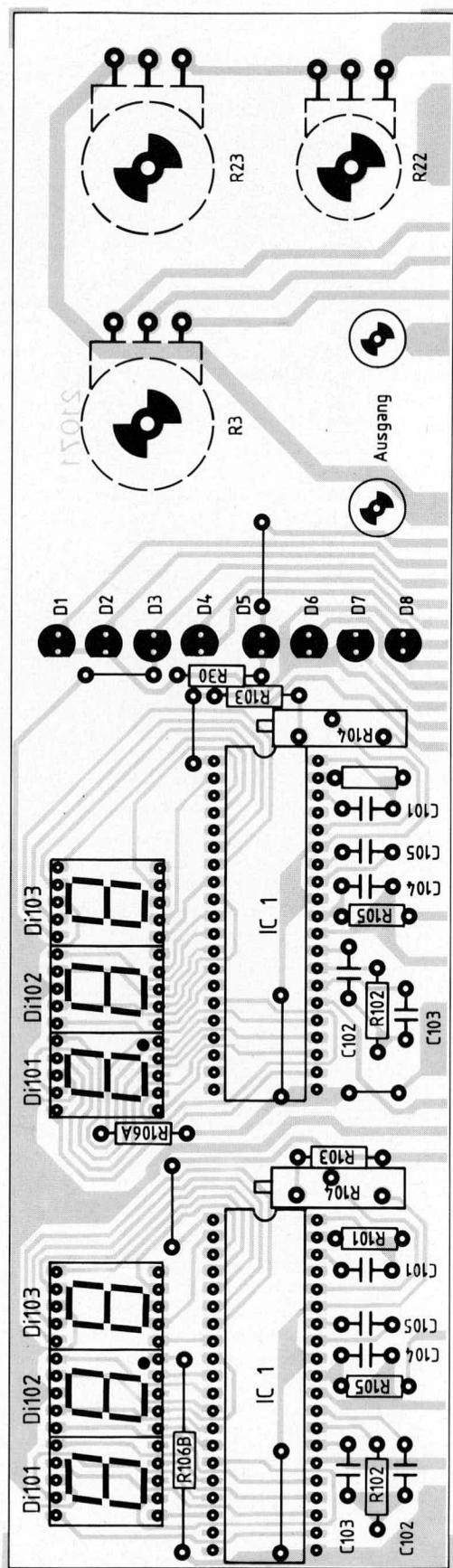
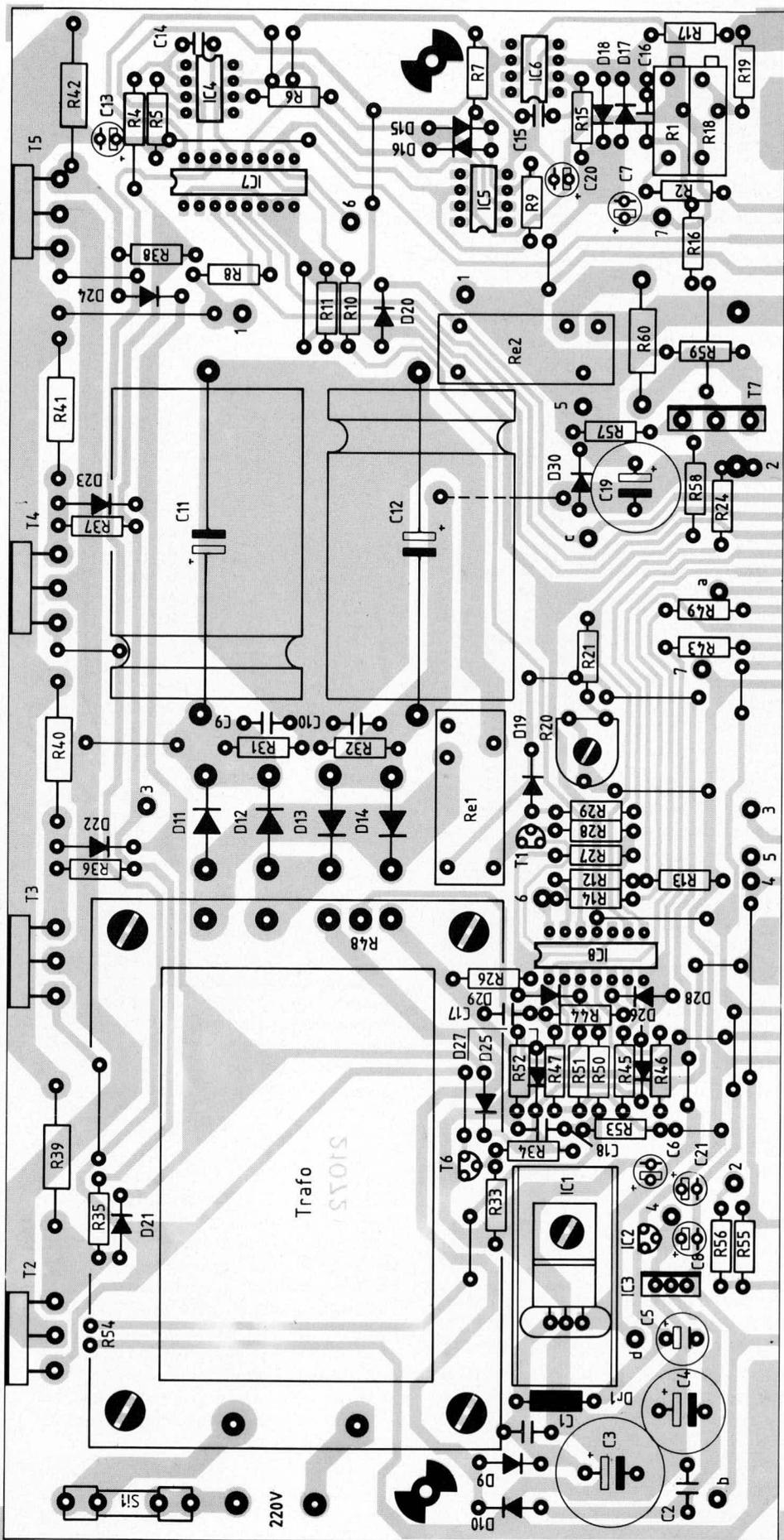
IC 101	.....	ICL 7107
Di 101 - Di 103	.....	TIL 701

Kondensatoren

C 101	.....	100 p
C 102, C 103	.....	220 n
C 104	.....	10 n
C 105	.....	100 nF

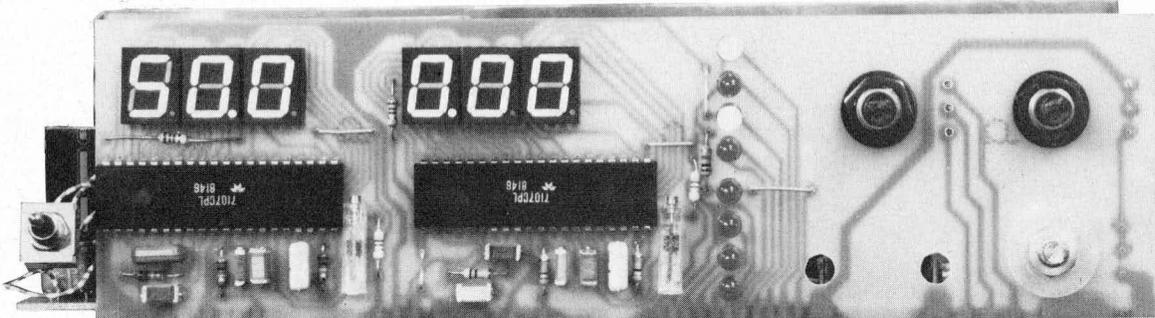
Widerstände

R 101, R 102, R 105	.....	100 k
R 103	.....	4k7
R 104	.....	10 k, Spindeltrimmer
R 106	.....	680 Ω



Bestückungsseite der Anzeigenplatte
des ELV Super-Netzgerätes SNT 7000

Bestückungsseite der Basisplatte des ELV Super-Netzgerätes SNT 7000



Ansicht des ELV Super-Netzgerätes SNT 7000 von vorne (ohne Gehäuse)

Mit Hilfe des OP 1 wird über den Schalter S 2a der mit dem IC 4 aufgebaute Stromkonstanter zu einer elektronischen Sicherung umfunktioniert. Befindet sich S 2a in Stellung „Si ein“, so liegt der -Eingang des OP 1 über R 12 auf -5 V, zuzüglich der an D 4 abfallenden Diодenspannung. Sobald nun das IC 5 den Stromkonstanter (IC 4) einschaltet, indem der Ausgang (Pin 6 des IC 5) auf ca. +5 V geht, wird über den Widerstand R 10 der +Eingang (Pin 12) des IC 8 auf ca. 0 V gelegt, wodurch der Ausgang (Pin 14) auf ca. +5 V geht, und der im IC 7 enthaltene Schalter C umschaltet, und Pin 1 mit Pin 15 des IC 7 verbindet, wodurch Pin 3 des IC 4 auf -5 V gezogen wird. Der Ausgang des IC 4 (Pin 6) springt dadurch ebenfalls auf -5 V und die Endstufe sperrt vollständig — die elektronische Sicherung hat angesprochen. Dieser vorstehend beschriebene Funktionsablauf passiert natürlich in sehr kurzer Zeit, d. h. in wenigen μsec .

Befindet sich S 2 in einer anderen Stellung als „Si ein“, so liegt der -Eingang (Pin 13) des OP 1 über R 12 und R 13 auf +5 V und die Sicherung kann nicht ansprechen.

Die elektronische Gleichrichterumschaltung erfolgt mit Hilfe des OP 2, der über die Widerstandskombination R 20, R 21 sowie R 24 die Ausgangsspannung abfragt, und bei Überschreiten von 25 V automatisch das Relais Re 1 anziehen läßt, wodurch eine Spannungsverdopplung mit Hilfe der Gleichrichterdioden D 11 bis D 14 erzielt wird.

Die Temperaturüberwachung, sowohl der Endstufe als auch des Transformators geschieht mit Hilfe der Temperatursensoren des Typs SAS 1000. Es handelt sich hierbei um die gleiche Bauform wie die des Sensors SAK 1000, der in unserem LCD-Thermometer T 100 Einsatz findet. Der Unterschied liegt lediglich darin, daß der SAS 1000 eine eingengte Toleranz, d. h. eine höhere Genauigkeit aufweist, wodurch sich ein Einstellen des Ansprechwertes der Temperatur erübrigt. Trotz der etwas höheren Kosten des SAS 1000 haben wir uns hierzu entschlossen, da diese Einstellung bei dem Vorläufer des hier vorgestellten SNT 7000 Probleme aufwarf.

Sobald, bedingt durch die auf die Sensoren einwirkende Temperatur, der Sensor R 48 bzw. 54 einen höheren Widerstandswert annimmt als R 47 bzw. 53, gehen die Ausgänge der OP 3 bzw. 4 auf ca. +5 V, wodurch T 6 durchsteuert und die Endstufe sperrt. Gleichzeitig leuchtet jeweils die entsprechende LED (D 7 bzw. D 8) auf. Damit eine möglichst objektive Messung der Trafo-

temperatur erreicht wird, ist der Sensor R 48 bereits im Trafo eingebaut und zwar unterhalb der Wicklungen, direkt am Kern. In diesem Zusammenhang wollen wir noch auf eine weitere Neuerung in dem hier vorgestellten SNT 7000 hinweisen:

Über die Dioden D 21 bis D 25 wird ständig direkt und ohne Verzögerung der gerade fließende Strom überwacht. Sobald ein Wert von ca. 10 A überschritten wird, schaltet ohne nennenswerte Verzögerung im Bruchteil einer μsec über T 6 die Endstufe zurück, so daß auch bei „krassen“ Kurzschlüssen eine Zerstörung des Netzgerätes mit Sicherheit ausgeschlossen ist.

Der Transistor T 7 ist in Verbindung mit den Widerständen R 57 bis R 60 als Konstantstromquelle geschaltet, die in der eingezeichneten Relaisstellung von re 2 einen Strom von ca. 3 mA fließen läßt. Wird der Schalter S 2 b in Stellung „Ausgang 0 V“ gebracht, zieht Re 2 an und der Widerstand R 60 wird über re 2 zum Widerstand R 59 parallel geschaltet und der Ausgang praktisch kurzgeschlossen, wobei im Einschaltmoment über R 60 der Strom auf unkritische Werte (ca. 10 A) begrenzt wird. Als Dauerstrom können selbstverständlich nur Werte von maximal 3 A mit dem Stromreglerpoti R 3 eingestellt werden. Der vorstehend genannte höhere Wert ist also lediglich, wie bereits erwähnt, ein Spitzenwert, der aufgrund von Schaltungsverzögerungen innerhalb der Endstufe und Entladungsströmen (z. B. C 19) auftreten kann.

Zum Nachbau

Obwohl das vorstehend beschriebene Netzgerät eine ausgezeichnete Leistung hat, ist es gelungen, fast sämtliche Bauelemente, einschließlich Trafo, Brückengleichrichter, Siebelkos, Endstufe sowie Einstellregler, auf den Platinen unterzubringen.

Bevor allerdings mit der Bestückung der Platinen begonnen wird, sind diese in das Gehäuse einzupassen.

Die beiden Platinen werden direkt miteinander verlötet, so daß keine zusätzlichen Verbindungsleitungen erforderlich sind.

Zum Einpassen werden die Platinen probeweise auf die Platinenfolie (bzw. auf den im Magazin abgedruckten Bestückungsplan) gelegt und die Maße dadurch kontrolliert. Ggf. sind leichte Nacharbeiten durchzuführen.

Nachdem ein Probeeinbau der Platinen ins Gehäuse zur Zufriedenheit verlaufen ist (die Platinen sind noch nicht miteinander verlötet), kann mit der Bestückungsarbeit begonnen werden.

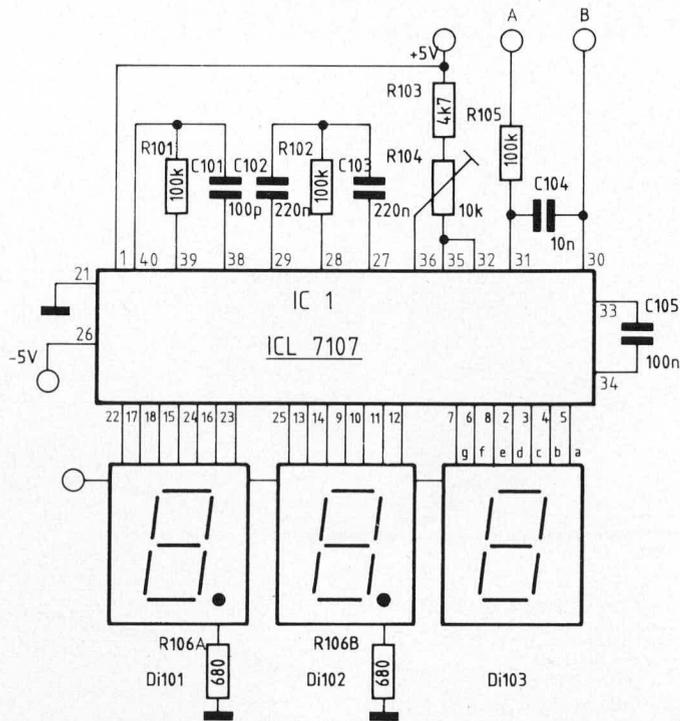
Zunächst werden die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren, Dioden etc. in gewohnter Reihenfolge eingelötet, bis auf den Haupttrafo und die Kühlkörper, die erst später eingebaut werden.

Ist die Bestückung (bis auf die eben erwähnten Bauelemente) vollendet, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine gelötet, und zwar so, daß sie ca. 2 mm unter ihr hervorragte.

Sind alle Kupferflächen der senkrecht aufeinander liegenden Platinen miteinander verlötet, kann der Einbau des Transformators vorgenommen werden. Hierzu steckt man zunächst 4 Schrauben M 4 x 55 mm von oben (entgegen der Lötstiftseite) durch die Befestigungslöcher des Transformators und verschraubt diese mit 4 Muttern M 4. Danach werden 4 weitere Muttern M 4 auf die Schrauben gesetzt, und zwar so, daß deren Unterseite eine Ebene mit dem tiefsten Punkt des Spulenkörpers bilden. Jetzt kann der Transformator auf die Basisplatine aufgesetzt und mit 4 weiteren Muttern von der Leiterbahnseite her verschraubt werden. Abschließend verlötet man die Anschlußstifte mit der Leiterbahnseite.

Die mit ungekürzten Anschlußbeinchen möglichst weit aus der Basisplatine herausragenden Endstufentransistoren T 2 bis T 5 können jetzt mit der in Aluminium ausgeführten Gehäuserückwand verschraubt werden, wobei zwischen Rückwand und Transistor jeweils eine Isolierscheibe (Glimmerscheibe) mit zugehörigem Isoliernippel gelegt wird. Die für die Durchführung der Schrauben M 3 in Verbindung mit den Isoliernippeln erforderlichen 4 Bohrungen in der Größe von 4 mm werden in die Alu-Rückwand gebohrt. Anschließend werden die beiden Aluprofilkühlkörper symmetrisch auf die Rückwand aufgesetzt, um hierin ebenfalls die Löcher zu bohren. Sowohl zwischen Transistoren und Rückwand, als auch zwischen Rückwand und Kühlkörpern ist eine dünne, gleichmäßige Schicht Wärmeleitpaste aufzubringen, um einen möglichst guten Wärmeübergang zu gewährleisten. Als letztes werden die Transistoren mit der Alurückwand und den Kühlkörpern mit Hilfe von 4 Schrauben M 3 x 16 mm und dazugehörigen Muttern M 3 verschraubt.

An den linken, hinter dem Transformator befindlichen Endstufentransistor, wird der Temperaturfühler R 54 angebracht, indem der Fühler soweit aus der Leiterplatte hervorsteht, daß der Sensorkopf sich ungefähr in der gleichen Höhe befindet, wie der Mittelpunkt des betreffenden Transistors. An-



Schaltbild des digitalen Volt- bzw. Amperemeters. Der Unterschied besteht nur darin, daß entweder der Widerstand R 106 A oder R 106 B eingesetzt wird.

schließend wird der Sensor mit Wärmeleitpaste eingestrichen und an das Kunststoffgehäuse des Transistors herangedrückt. Aufgrund der geringen Wärmekapazität des Fühlers ist eine weitere wärmeleitende Verbindung nicht erforderlich.

Der für den Trafo zuständige Temperaturfühler R 48 ist bereits in dem Transformator eingebaut und über die entsprechenden Anschlußstifte herausgeführt.

Kommen wir nun zum Einbau der Eingangsbuchsen (Polklemmen):

Nachdem diese mit der bedruckten und gebohrten Frontplatte verschraubt wurden, lötet man je einen ca. 2 cm langen Draht von mindestens 1,5 mm² Querschnitt an die Buchsenrückseiten an.

Nun kann die Frontplatte über die Potiachsen geschoben werden, wobei die beiden an die Eingangsbuchsen angelöteten Drähte durch die entsprechenden Bohrungen in der Front-(Anzeigen-)platine geführt und mit den hinter den Bohrungen liegenden Lötstiften auf der Basisplatine verlötet werden.

Zuletzt werden die bestückten Platinen von oben in die untere Gehäusehalbschale eingesetzt.

Nachdem der im folgenden beschriebene Abgleich durchgeführt wurde, kann die obere Gehäusehalbschale (Deckel) aufgesetzt und von unten verschraubt werden.

Zu beachten ist noch, daß sobald der Trafo mit der Basisplatine verbunden wurde, zum Bewegen der Platine immer beide Hände benutzt werden, wobei die eine Hand immer den Trafo festhält (grundsätzlich vorher Netzstecker ziehen!).

Wird das Gerät häufig über längere Zeit mit Vollast gefahren, sollten in das Gehäuse an geeigneter Stelle (Seiten und Deckel) Belüftungsbohrungen angebracht werden.

Digitales Voltmeter und digitales Amperemeter

Das ELV-Super-Netzgerät SNT 7000 kann wahlweise mit oder ohne die beiden digitalen Anzeigeeinstrumente betrieben werden. Auch ist der Einsatz nur eines der beiden Meßgeräte möglich. Die Stromversorgung der Steuer- und Überwachungselektronik ist von vorn herein so ausgelegt, daß beide digitalen Anzeigeeinstrumente davon mit versorgt werden können.

Die beiden Anzeigeeinstrumente sind weitgehend identisch mit dem ICL 7107 aufgebaut. Eine detaillierte Beschreibung dieses Schaltungsteils soll hier nicht erfolgen, da dieses IC mit seiner Zusatzbeschaltung bereits an verschiedenen anderen Stellen des ELV-Journals beschrieben wurde. Die äußere Beschaltung des IC's wurde so optimiert, daß sie für die vorliegenden Eingangsspannungen eine „saubere“ und ruhige Anzeige ergibt.

Die Schaltung des digitalen Strommeßgerätes unterscheidet sich lediglich in der Ansteuerung des Punktes von der Schaltung des digitalen Spannungsmessgerätes. Bei der erstgenannten Schaltung befindet sich der Punkt rechts neben der linken Stelle (R 106 A), während beim Spannungsmesser der Punkt vor der rechten Stelle aufleuchtet (R 106 B).

Abgleich/Einstellung

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, zunächst die beiden Strom- und Spannungsmessgeräte zu kalibrieren, da hiermit anschließend auch die für das eigentliche Netzgerät erforderlichen Einstellungen durchführbar sind.

Für die Kalibrierung des digitalen Spannungsmessgerätes schließen wir zunächst an den Ausgang zu Kontrollzwecken ein weite-

res Spannungsmeßgerät an, und stellen mit dem Spannungseinstellpoti eine Spannung zwischen 40 und 50 V ein. Mit dem Spindeltrimmer R 104 wird nun die digitale Anzeige des im Super-Netzgerät enthaltenen Spannungsmessers auf den gleichen Wert eingestellt.

Für die Kalibrierung des digitalen Amperemeters, wird jetzt zunächst der Spannungsregler auf 0 gedreht, und ein Strommeßgerät zu Vergleichszwecken an die beiden Ausgangsklemmen des Netzgerätes angeschlossen. Das Spannungseinstellpoti wird jetzt wieder ein wenig aufgedreht, um dann mit dem Stromreglerpoti einen Ausgangsstrom von 2 bis 3 A fließen zu lassen. Mit dem Spindeltrimmer R 104, für das im SNT 7000 enthaltene digitale Amperemeter, wird nun auf der digitalen Anzeige der gleiche Wert eingestellt, wie er auf dem an die Ausgangsklemmen angeschlossenen Vergleichsamperemeter abzulesen ist.

Die Kalibrierung des Spannungs- und Strommeßgerätes im SNT 7000 ist damit beendet, da der 0-Abgleich beider Meßgeräte automatisch erfolgt.

Die Einstellung des maximal möglichen Ausgangsstromes geschieht mit Hilfe des Spindeltrimmers R 1. Hierzu wird der Schalter S 2 in Stellung („Ausgang 0 V“ gebracht, und das Stromreglerpoti R 3 ganz nach rechts (im Uhrzeigersinn) gedreht. Damit auch der Stromregler einwandfrei arbeiten kann, sollte das Spannungsreglerpoti R 23 nicht gerade auf 0, sondern mindestens etwas aufgedreht sein. Mit dem Spindeltrimmer R 1 wird jetzt der Ausgangsstrom auf 3,00 A eingestellt, was auch auf der digitalen Anzeige ablesbar ist.

Sofern die digitale Anzeige für den Stromwert nicht im SNT 7000 eingebaut wurde, ist für den Abgleich der Schalter S 2 in Mittelstellung zu bringen und der Ausgang über ein Amperemeter kurzzuschließen, auf dem der fließende Strom abgelesen werden kann.

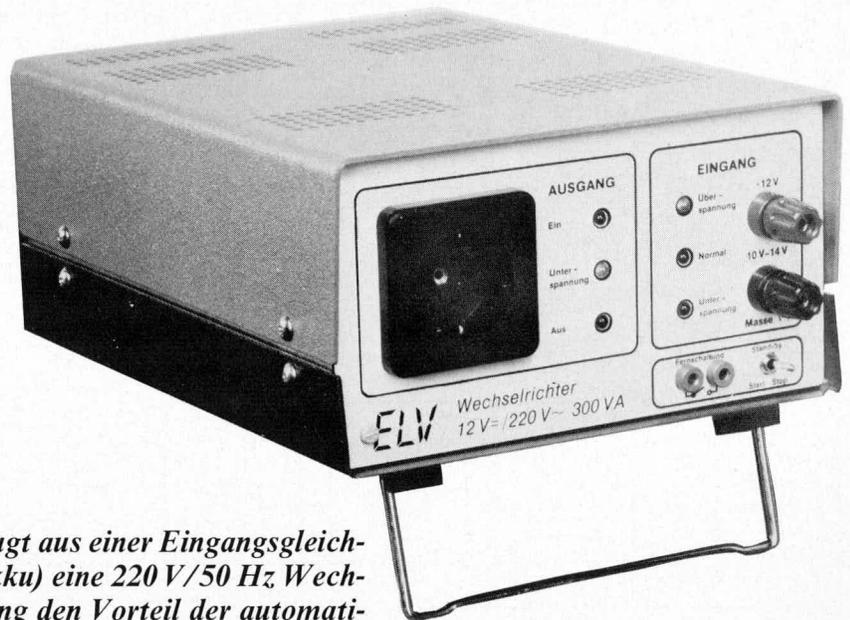
Für die Einstellung des maximalen Ausgangsspannungswertes werden die beiden Spannungsreglerpotis R 22 (fein) und R 23 (grob) ganz nach rechts gedreht (im Uhrzeigersinn). Die Ausgangsklemmen sind hierbei offen, bzw. es kann ein Vergleichsspannungsmeßgerät angeschlossen werden. Mit dem Spindeltrimmer R 18 stellt man jetzt die Ausgangsspannung auf 50,0 V ein.

Als letztes wird die Umschaltsschwelle, die bei 25 V liegen sollte, mit dem Trimmer R 20 eingestellt. Hierzu bringt man mit den Spannungseinstellpotis R 22 und R 23 die Ausgangsspannung auf einen Wert von 25,0 V und verdreht R 20 so, daß das Relais re 1 gerade schaltet. Da sich über R 21 eine geringe Hysterese ergibt, wird die Umschaltung für Spannungswerte über 25 V einige 10tel V über der Spannung liegen, die sich bei der Zurückschaltung auf Spannungswerte von unter 25 V ergibt.

Damit ist die Einstellung des gesamten Super-Netzgerätes beendet, da, wie schon an anderer Stelle beschrieben, durch Einsatz von besonders eng tolerierten Temperaturfühlern des Typs SAS 1000 eine Kalibrierung der Temperaturansprechschwellen für den Transformator und die Endstufen nicht mehr erforderlich sind.

ELV Leistungs-Wechselrichter

Quarzgesteuerter
Wechselrichter mit
elektronisch-stabilisierter
Ausgangsspannung
12 V = / 220 V ~, 300 VA



Der hier vorgestellte Wechselrichter erzeugt aus einer Eingangsspannung zwischen 10 V und 14 V (Autoakku) eine 220 V/50 Hz Wechselspannung, die außer der Quarzsteuerung den Vorteil der automatischen Ausgangsspannungsstabilisierung aufweist, wodurch sowohl Eingangsspannungsschwankungen als auch Laständerungen keinen Einfluß auf die Ausgangsspannung haben.

Der Einsatzbereich dieses leistungsfähigen, universell einsetzbaren Gerätes erstreckt sich vom kleinen Rasierer über Lampen, Bohrmaschinen bis hin zum Farbfernsehgerät.

Allgemeines

Schaut man sich die technischen Daten des hier vorgestellten, im ELV-Labor entwickelten Wechselrichters genau an, wird der versierte Hobby-Elektroniker sofort die außergewöhnlichen Eigenschaften dieses Gerätes bestätigen können.

Die wirklich herausragende Leistung der elektronischen Spannungstabilisierung besteht darin, daß tatsächlich exakt der echte Effektivwert der 220 V Ausgangsspannung, unabhängig von Laständerungen und auch Eingangsspannungsänderungen geregelt und stabilisiert wird — und dies mit einer geradezu sagenhaften Präzision.

Ermöglicht wird diese Regelung durch den echten Effektivwertumsetzer des Typs EF 2106. Dieser Baustein mit nur 4 Anschlüssen erfüllt gleich 2 wesentliche Forderungen auf einmal:

Zum einen wird der echte Effektivwert der Ausgangsspannung vollkommen unabhängig von der Kurvenform erfaßt, und in ein elektronisch günstig weiterverarbeitendes Signal umgewandelt, und zum anderen erfolgt gleichzeitig eine einwandfreie galvanische Trennung von der Ausgangsspannungsseite zur Niederspannungsseite.

Denjenigen unter unseren Lesern, die jetzt mit dem Gedanken an den Einsatz dieses Bauelementes für meßtechnische Zwecke denken, sei gesagt, daß die Entwicklung dieses Bauelementes speziell für die hier vorliegende Schaltung vorgenommen wurde. Aufgrund der präzisen Regelung der nachgeschalteten Elektronik ist der Arbeitsbereich des EF 2106 eng eingegrenzt. Auf eine für

meßtechnische Zwecke in größeren Bereichen erforderliche Linearität konnte daher ohne weiteres verzichtet werden, wodurch sich Anwendungen in Meßgeräten anschließen.

Bedienung und Funktion

Die Frontplatte des Wechselrichters ist übersichtlich in drei Felder aufgeteilt: das linke Feld bezieht sich auf die Ausgangsspannung, das rechte Feld auf die Eingangsspannung und das darunter liegende Feld auf die Ein- und Ausschaltung.

Rechts im Eingangsfeld befinden sich die beiden Eingangspolklappen. An die obere Klemme wird der Pluspol der Autobatterie, an die untere der Minuspol angeschlossen. Die Zuleitung sollte möglichst kurz (wenige

Meter) und mit dicken Zuleitungskabeln (ca. 10 mm²) ausgeführt sein.

Die drei Leuchtdioden zeigen den Eingangsspannungszustand an. Die obere gelbe LED signalisiert Überspannung, die mittlere grüne LED Normalspannung und die rote untere LED Unterspannung.

In dem darunter liegenden Feld sind die beiden Buchsen für die Fernschaltung sowie der Stand-by-Schalter angeordnet.

Befindet sich der Stand-by-Schalter in Stellung „Stop“, so nimmt der Wechselrichter einen Strom von lediglich ca. 0,02 A auf. In Stellung „Start“ wird die Endstufe eingeschaltet und die Ausgangsspannung steht zur Verfügung, sofern die beiden Buchsen für die Fernschaltung nicht über einen Schalter miteinander verbunden sind.

Technische Daten:

Eingangsspannungsbereich:	10 V—14 V
Ausgangsspannung:	220 V/50 Hz
Ausgangsleistung:	300 VA (Dauerbetrieb) 500 VA (Kurzeitbetrieb)
Frequenzkonstanz:	50 Hz ± 0,01 %
Ausgangsspannungskonstanz bei Laständerungen:	ca. 0,01 % (!)
Langzeitstabilität der Ausgangsspannung:	besser als 1 %
Die absolute Besonderheit der Regelung der Ausgangsspannung beruht auf einer Konstanthaltung des echten Effektivwertes der Ausgangsspannung	
Stromaufnahme:	ca. 0,02 A im stand-by-Betrieb ca. 2 A im Leerlauf ca. 40 A bei Vollast
Wirkungsgrad:	ca. 90 %

An die eben erwähnten Buchsen für die Fernschaltung kann ein einfacher einpoliger Schalter über eine nahezu beliebig lange Leitung angeschlossen werden. Wird der Schalter geschlossen (Stand-by-Schalter in Stellung „Start“), so wird die Endstufe des Wechselrichters abgeschaltet und die Ruhestromaufnahme liegt bei ca. 0,02 A. Öffnet man den Schalter wieder, nimmt die Endstufe ihren Betrieb auf, und die Ausgangsspannung steht zur Verfügung.

Im Feld für die Ausgangsspannung befindet sich auf der linken Seite die Steckdose. Rechts daneben sind drei Überwachungs-LED's angeordnet, die den Ausgangsspannungszustand anzeigen.

Die obere grüne LED leuchtet auf, sobald der Ausgang Spannung führt.

Die mittlere gelbe LED signalisiert, daß die Ausgangsspannung etwas abgesunken ist, und die Regelungselektronik die Endstufe bereits voll aufgesteuert hat.

Die untere rote LED zeigt an, wenn die Überwachungselektronik die Endstufe des Wechselrichters aufgrund einer Störung oder einer starken Unterspannung bzw. Überlastung ausgeschaltet hat.

Ist die Störung beseitigt, kann der Wechselrichter durch kurzes Betätigen des Stand-by-Schalters wieder gestartet werden (zunächst in Stellung Stopp, und dann wieder in Stellung Start bringen). Der Schalter für die Fernschaltung muß hierbei geöffnet sein, bzw. die Buchsen der Fernschaltung sind offen, d. h. nicht benutzt.

Die Fernschaltung hat den Vorteil, daß der Wechselrichter direkt dort plaziert werden kann, wo sich die Stromquelle befindet, da diese Zuleitungen, wie bereits erwähnt, möglichst kurz sein sollten, während die 220 V-Leitungen ohne weiteres mehrere 10 m Länge aufweisen dürfen. Gleiches gilt auch für die Länge des Fernschaltungsanschlusses.

Befindet sich z. B. der Wechselrichter im Motorwagen eines Campinggespannes, so kann abends ohne weiteres über die Fernschaltung (Schalter wird geschlossen) der Wechselrichter in den quasi Ruhezustand versetzt werden, mit einer Reststromaufnahme von 0,02 A, die nahezu vollkommen vernachlässigbar ist.

Die Schaltung über den Fernschalter ist fast identisch mit der des Stand-by-Schalters. Auf einen Unterschied wollen wir jedoch aufmerksam machen:

Befindet sich der Stand-by-Schalter in Stellung „Stop“, so nimmt der Wechselrichter einen Strom von lediglich ca. 0,02 A auf. In Stellung „Start“ wird die Endstufe eingeschaltet und die Ausgangsspannung steht zur Verfügung, sofern die beiden Buchsen für die Fernschaltung nicht über einen Schalter miteinander verbunden sind.

Wird der Wechselrichter von der Überwachungselektronik aufgrund einer Störung bzw. Überlastung ausgeschaltet, so leuchtet die eben erwähnte rote LED im Ausgangsfeld auf. Aktiviert werden kann der Wechselrichter zum einen erst, nachdem die Störung bzw. Überlastung beseitigt wurde, und zum anderen nur durch kurzes Schalten des

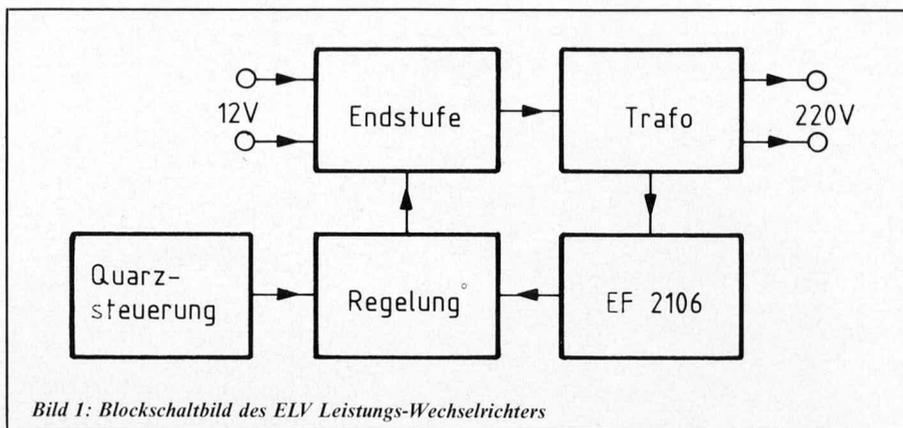


Bild 1: Blockschaltbild des ELV Leistungs-Wechselrichters

Stand-by-Schalters. Über den Schalter der Fernbedienung ist ein Wiedereinschalten nicht möglich, so daß eine Fehlbedienung praktisch ausgeschlossen wird.

Zur Schaltung

In Bild 1 ist das Blockschaltbild des Wechselrichters dargestellt, aus dem die prinzipielle Funktionsweise der Schaltung hervorgeht.

Die Endstufe steuert den Wandlertrafo direkt an. Über den echten Effektivwertwandler EF 2106 erhält die Regelungselektronik die Information über den Ist-Wert der Ausgangsspannungs-Effektivwertes. Der Soll-Wert wird der Elektronik intern vorgegeben. Eine weitere Information, die die Frequenz betrifft, erhält die Regelung von der Quarzsteuerung. Die Regelungselektronik steuert nun die Endstufe so an, daß der echte Effektivwert der Ausgangsspannung immer konstant bleibt. Die Konstanthaltung der Ausgangsspannung erfolgt nach dem Prinzip der Tastlückensteuerung.

Unter Tastlücke verstehen wir in unserem Falle eine Rechteckschwingung, bei der die Spannung nicht wie bei einer „normalen“ Rechteckschwingung von $V+$ direkt nach $V-$ springt, sondern von $V+$ zunächst nach $0V$ und danach erst nach $V-$, um dann von $V-$ wieder auf $0V$ und dann erst auf $V+$ zu springen.

Ist nun die Eingangsspannung verhältnismäßig hoch und die Belastung gering, stellt die Regelungselektronik eine große Tastlücke ein, d. h. der Rechteckspannungsimpuls ist sehr kurz. Steigt die Belastung bzw. sinkt die Eingangsspannung, würde auch die Höhe des Ausgangsspannungsimpulses sinken und damit der Effektivwert der Ausgangsspannung abfallen. Dies registriert der EF 2106 und gibt eine entsprechende Information an die Regelungselektronik weiter, die dann die Endstufe mit einer entsprechend verkleinerten Tastlücke, d. h. mit einem breiteren Impuls ansteuert, so daß der Effektivwert der Ausgangsspannung exakt erhalten bleibt.

Auf die eben beschriebene Weise kann in einem sehr großen Regelbereich die Ausgangsspannung mit hoher Genauigkeit konstant gehalten werden.

Schaltungstechnische Einzelheiten

Die Endstufe besteht aus den Transistoren T 1 bis T 20, die über die Steuertransistoren

T 21 und T 22 angesteuert wird, letztgenannte Transistoren erhalten ihr Steuersignal von den beiden Operationsverstärkern OP 2 und OP 3, die zusammen mit OP 1 und OP 4 in einem IC des Typs TL 084 Platz finden.

Pin 5 und Pin 9 des IC 1 werden über R 12/C 7 mit einer Sägezahn ähnlichen Kurvenform von exakt 50 Hz angesteuert. Die 50 Hz werden über den Quarzoszillator/Teiler, der mit dem IC MM 5369 aufgebaut wurde, erzeugt.

Die Schaltschwellen der beiden OP's 2 und 3 steuert der FET des Typs BF 245 C, wobei die maximale Tastlücke mit R 7/R 8 und die minimale Tastlücke mit R 10 festgelegt wird. Die Ansteuerung von T 25 erfolgt über R 15 mit OP 4, der mit Hilfe einer etwas ungewöhnlichen Beschaltung, bestehend aus R 16/C 10 sowie R 17 ein hervorragendes Regelverhalten der Elektronik erreichen läßt. Angesteuert wird der OP 4 von dem Ausgang Pin 3 des EF 2106.

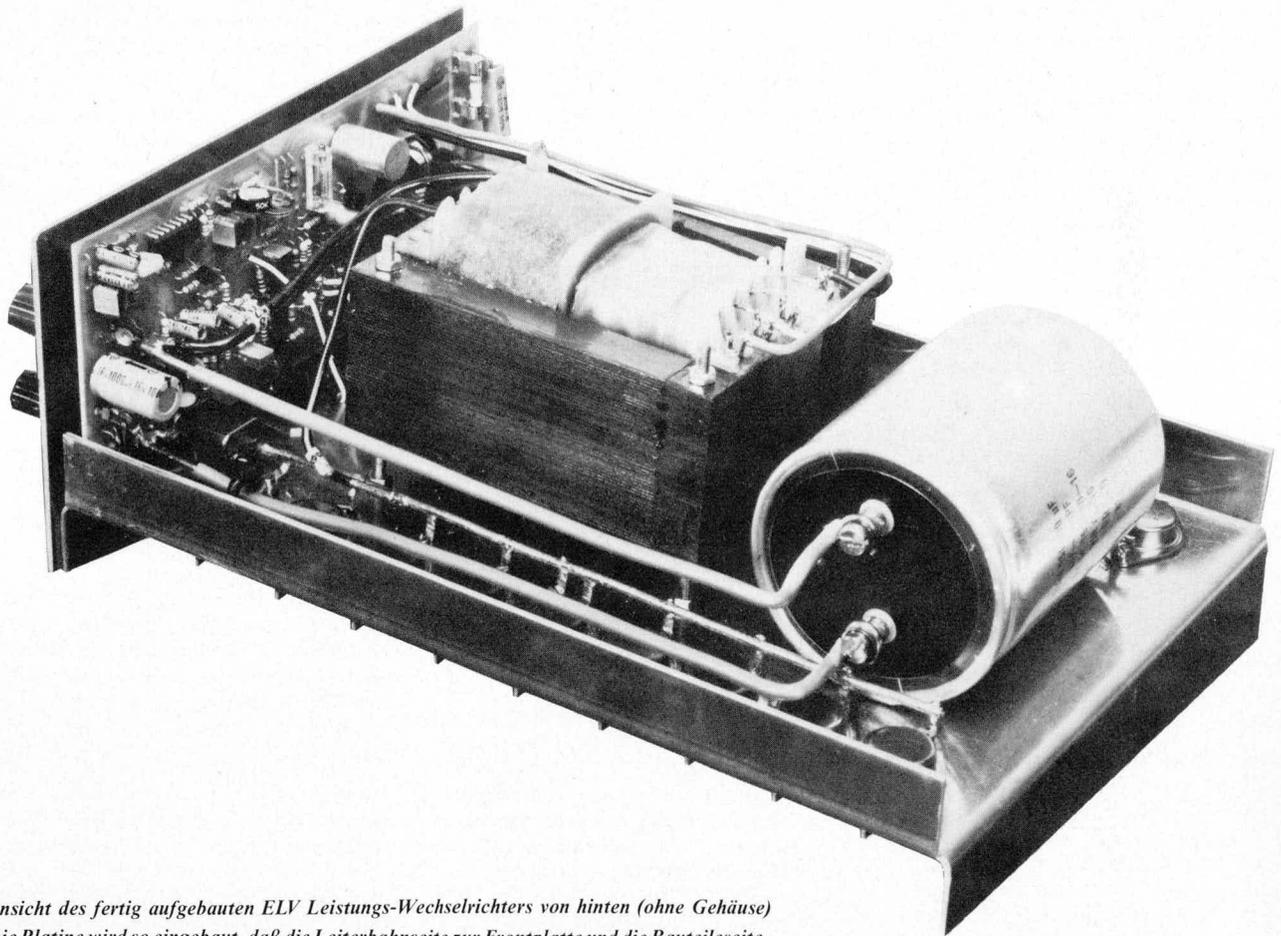
Die beiden Eingänge des IC 4 (Pin 1 und Pin 2) erhalten ihre Information bezüglich der Ausgangsspannung über einen Teilabgriff des Überlagertransformators.

Mit dem Spindeltrimmer R 22 kann der Ausgangsspannungseffektivwert exakt auf 220V eingestellt werden, wobei normale Drehspulmeßwerke und Digitalmultimeter nicht eingesetzt werden können, sofern diese nicht über einen echten Effektivwert Meßeingang verfügen. Dreheisenmeßwerke sind hingegen aufgrund ihres physikalischen Aufbaus zur Messung von Effektivwerten einwandfrei geeignet. Steht keine der vorgenannten Meßmöglichkeiten zur Verfügung, reicht u. U. auch der Vergleich der Leuchthelligkeit von 2 identischen Lampen, wobei die eine an das 220 V-Netz und die andere an den Wechselrichter angeschlossen wird.

Mit Hilfe des OP 1 wird ein Teilbetrag von ca. 6,5 V von der Eingangsspannung, die im Bereich zwischen 10 und 14 liegen darf, abgegriffen und „sauber“ stabilisiert. Mit R 4 wird diese Spannung auf einen Wert von 6,5V eingestellt. Zu messen ist die Spannung über dem Kondensator C 6.

Kommen wir nun zur Überwachungselektronik, die mit den Operationsverstärkern OP 5 bis OP 8 aufgebaut ist.

Mit Hilfe der OP 7 und 8 kann in Verbindung mit den Leuchtdioden D 4 bis D 6 eine Aussage über die Höhe der Eingangsspannung gemacht werden.



*Ansicht des fertig aufgebauten ELV Leistungs-Wechselrichters von hinten (ohne Gehäuse)
Die Platine wird so eingebaut, daß die Leiterbahnseite zur Frontplatte und die Bauteilseite zum Wandlertrafo hinzeigt.*

Die Funktionsweise der OP's 5 und 6 ist hingegen schon komplizierter.

Solange sich die Regelungselektronik im normalen Regelbereich befindet, liegt die Spannung an Pin 3 des IC 4 exakt auf 3,25 V unterhalb der positiven Versorgungsspannung, d. h., daß sie auf dem gleichen Wert liegt, wie auch Pin 3 des OP 4. Der Pluseingang (Pin 5) des OP 5 hingegen liegt um einige 10tel Volt unterhalb dieses Spannungswertes, so daß der Ausgang (Pin 7) zunächst auf ca. -12 V liegt.

Wird der Wechselrichter nun sehr stark beansprucht, bzw. sinkt die Eingangsversorgungsspannung zu weit ab, fährt die Regelungselektronik an ihre Grenzen, und die Spannung an Pin 3 des IC 4 sinkt unterhalb 3,25 V unter die positive Versorgungsspannung. Der Ausgang von OP 5 steigt auf ca. +12 V und die Unterspannungs-LED der Ausgangsseite (D 2) leuchtet auf.

Wird die Belastung zu stark, bzw. sinkt die Versorgungseingangsspannung extrem ab, fällt die Spannung an Pin 3 des IC 4 auf ca. -6 V unterhalb der positiven Versorgungsspannung (Pin 4 des IC 4), wodurch der Ausgang Pin 1 des OP 6 von Masse auf ca. +12 V schaltet. T 27 steuert durch und blockiert über T 23 und T 24 die Endstufensteuertransistoren T 21 und T 22 und damit die gesamte Endstufe. Der Wechselrichter ist deaktiviert.

Über D 8 wird eine Selbsthaltung erreicht, so daß der Wechselrichter nicht ohne Betätigen des Schalters S 1 (Stand-by) wieder anlaufen kann.

Der Transistor T 26 wurde über R 32, D 9 und R 33 ebenfalls durchgesteuert, so daß Pin 3 des IC 4 auf annähernd positive Versorgungsspannung hochgezogen wird. Startet man den Wechselrichter über S 1 erneut (kurz in Stellung „Stop“ und dann wieder in Stellung „Start“ bringen), gibt der Transistor T 26 den Steuereingang Pin 3 des IC 4 nur langsam wieder frei (C 15 entlädt sich über R 32 und über die Basis von T 26), so daß ein sicheres Anlaufen und sanftes Anschwingen des Wechselrichters erreicht wird. Die von der Regelung verursachten kurzen Überschwinger beim Einschalten bewegen sich im Bereich von weniger als einer 10tel Sekunde (!).

Mit Hilfe des Fernschalters S 2 wird über die Transistoren T 23 und T 24 ebenfalls die Endstufe gesperrt. Ein sauberes Anschwingen bei Öffnen von S 2 erreicht man auch hier über die zusätzliche Steuerung des Transistors T 26 in Verbindung mit R 32/C 15.

Damit die zur Versorgung herangezogene Stromquelle möglichst gleichmäßig und nicht impulsförmig belastet wird, ist der Kondensator C 1 mit einer Kapazität von 150 000 μ F erforderlich, der gleichzeitig die Betriebssicherheit des Wechselrichters bei einem etwas höheren Innenwiderstand der Stromquelle garantiert.

Zum Nachbau

Obwohl der Wechselrichter eine verhältnismäßig aufwendige Mechanik besitzt (allein im Chassis befinden sich über 100 Lö-

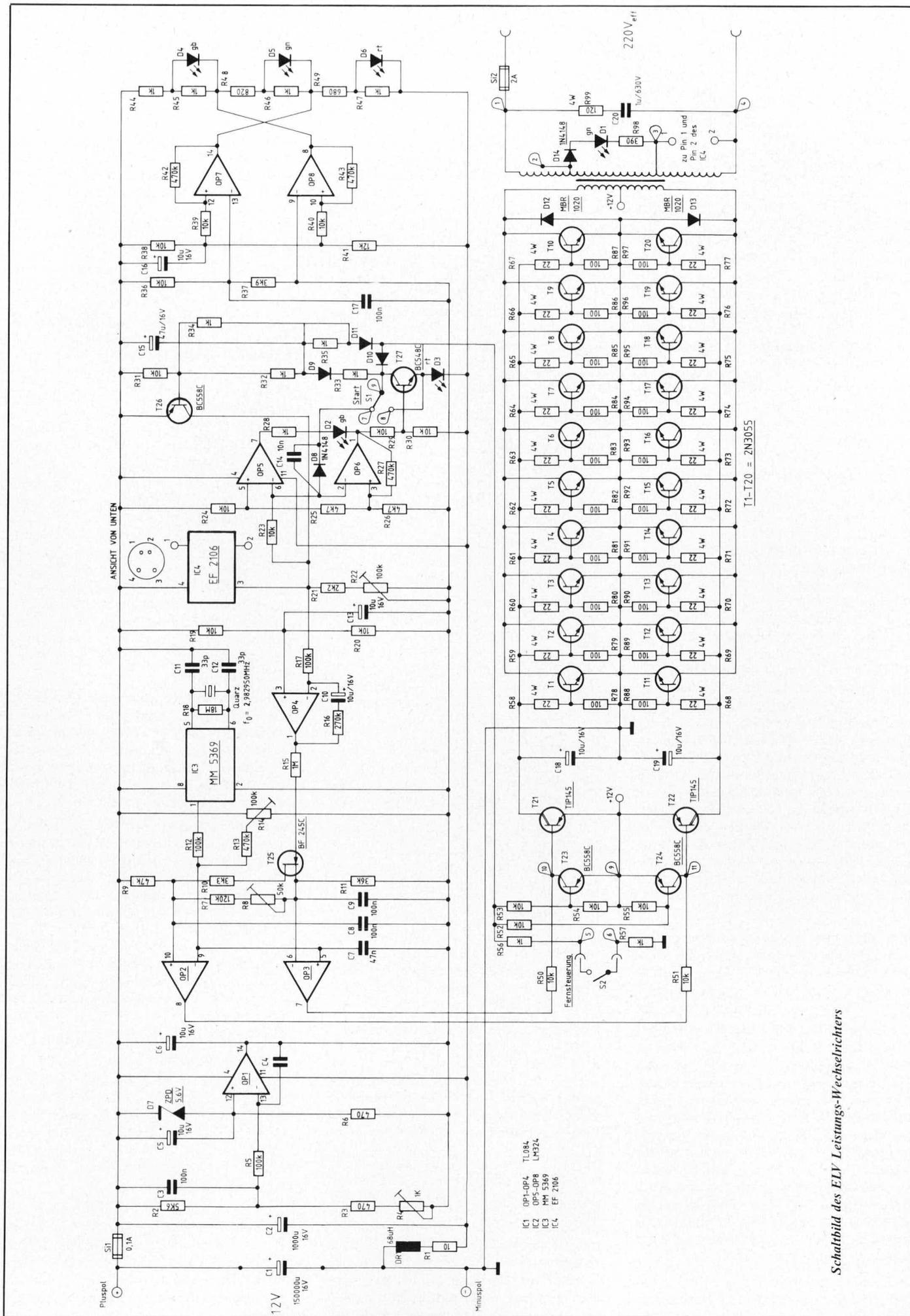
cher) gestaltet sich der Nachbau recht einfach, da bereits vorgefertigte Mechanikteile wie Chassis, Frontplatte und Gehäuse mit den entsprechenden Aussparungen lieferbar sind. Selbstverständlich kann man auch die gesamte Mechanik in Eigenregie erstellen, möchte man das Gerät später in ein evtl. bereits vorhandenes Gehäuse einbauen.

Da beim Einbau der Transistoren und Schutzdioden (D 12 und D 13) auf dem Chassis große Sorgfalt hinsichtlich der korrekten Isolierung vorgenommen werden muß, und auch sonst die Schaltung recht aufwendig ist, empfehlen wir den Nachbau nur vorzunehmen, wenn bereits eine gewisse Erfahrung auf dem Bereich des Elektronik-Bastelns gesammelt wurde. Für Newcomer ist die Schaltung trotz des übersichtlichen Aufbaus und des Einsatzes einer Platine, auf der sich der überwiegende Teil der Elektronik befindet, nicht empfehlenswert.

Zunächst beginnen wir beim Nachbau mit der Bestückung der Leiterplatte, wobei wir in gewohnter Reihenfolge vorgehen. Sämtliche Bauelemente sind weitgehend unproblematisch in ihrer Handhabung. Die IC's sowie der Transistor T 25 sind möglichst vor statischen Aufladungen und Überhitzung zu schützen.

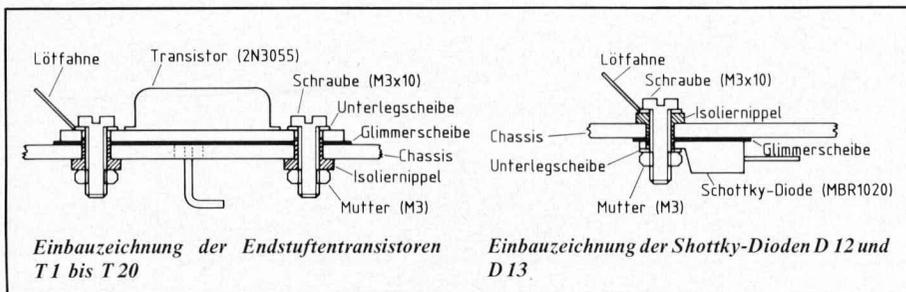
Nachdem die Platine fertig bestückt und kontrolliert wurde, kann diese zunächst ohne Anschluß des Transformators und der Endstufe auf einwandfreie Funktion hin überprüft werden.

Hierzu legt man eine Spannung von ca. 12 V an die Eingangsklemmen an.



- IC1 OP1-OP4 TL084
- IC2 OP5-OP8 LM324
- IC3 MM 5369
- IC4 EF 2106

Schaltbild des ELV Leistungs-Wechselrichters



Mit dem Trimmer R 4 stellt man eine Spannung von exakt 6,5 V zwischen den Anschlußbeinchen Pin 4 und Pin 14 des IC 1 ein. Ist dies geschehen, müßte die grüne LED D 5 aufleuchten. Regelt man jetzt die Versorgungsspannung auf einen Wert von größer als 14 V (Maximal 16 V), so müßte die gelbe LED D 4 leuchten, während bei Spannungen unterhalb 10 V, D 6 Unterspannung signalisiert.

Bringen wir nun die Eingangsspannung wieder auf einen Wert von ca. 12 V. Mit einem Frequenzzähler oder einem Oszilloskop stellen wir nun das einwandfreie Anliegen der 50 Hz-Steuerimpulse zwischen den Anschlußbeinchen 1 und 2 des IC 3 fest.

Ebenfalls mit einem Oszilloskop, dessen Massepunkt wir an Pin 14 des IC 1 anschließen, überprüfen wir jetzt die Impulse an Pin 7 und 8 des IC 1. Mit R 14 wird die Symmetrie, d. h. die gleiche Breite beider Impulse eingestellt, während mit R 8 eine Minimumimpulsbreite von ca. 1 msec eingestellt wird. Steht kein Oszilloskop zur Verfügung, läßt sich auch der Abgleich mit einem Gleichspannungsmeßgerät durchführen, welches zwischen die Anschlußbeinchen 7 und 14 bzw. 8 und 14 angeschlossen wird. R 14 verdreht man nun so lange, bis an beiden Anschlußbeinchen (Pin 7 und Pin 8 des IC 1) etwa gleiche Werte gemessen werden. R 8 bleibt hierbei ungefähr in Mittelstellung. Der Endabgleich von R 8 wird zu einem späteren Zeitpunkt bei dem vollständig aufgebauten und betriebsbereiten Wechselrichter vorgenommen, indem im Leerlauf R 8 so eingestellt wird, daß die LED D 1 (Ausgangsspannung ein) am dunkelsten leuchtet. Dies ist ein Zeichen dafür, daß die Minimumimpulsbreite erreicht wurde.

Haben wir die Platine soweit überprüft, kann der weitere Aufbau des Wechselrichters fortgesetzt werden.

Zunächst werden die 20 Endstufentransistoren T 1 bis T 20 mit den dazugehörigen Glimmerscheiben und etwas Wärmeleitpaste (auf beide Seiten der Glimmerscheiben dünn und gleichmäßig auftragen) auf das Chassis gesetzt. Von oben (Transistorseite) führt man nun je einen Isolierring durch jedes Transistorbefestigungsloch. Mit einer Schraube M 3 x 10 mm und einer entsprechenden Mutter befestigt man nun die Transistoren. Auf die zur Chassismitte hinzeigenden Schrauben wird vor dem Einsatz in die Befestigungslöcher je eine Lötfläche aufgesetzt, an die später die Verbindungsleitungen der jeweils 10 Kollektoren auf einer Chassisseite angelötet werden.

Die beiden Schottky-Dioden D 12 und D 13, wie auch die beiden Kondensatoren C 18 und C 19, befestigt man auf der Chas-

sisunterseite, wobei auch die Dioden über Glimmerscheiben und Isolierring vom Chassis galvanisch getrennt sein müssen. Der Isolierring wird hierbei jedoch auf der Chassisoberseite eingesetzt, und ebenfalls auf der Chassisoberseite legt man eine Lötfläche unter die Schraube, die anschließend mit den Kollektoren der Endstufentransistoren verbunden wird. Auf diese Weise entsteht eine zuverlässige Verbindung zur Kathode der Schottky-Diode. Das entsprechende Anschlußbeinchen kann anschließend abgekniffen werden (Kathodenanschluß ist die Seite zu der der Pfeil der Diode hinzeigt), da er leitend mit dem Gehäuseblech der Diode verbunden ist. Das Anodenanschlußbeinchen verlötet man direkt mit den unterhalb des Chassis verbundenen Emittoren.

Zwischen den Basen und Emittoren der 20 Endstufen-Transistoren befindet sich jeweils ein 100 Ohm Widerstand.

Von jeder Basis eines Endstufentransistors geht ein Widerstand (22 Ohm/4 W) zu einem der beiden Ansteuertransistoren, d. h. von den Basen von T 1 bis T 10 gehen die Widerstände an den Kollektor von T 21, und von den Basen von T 11 bis T 20 gehen die Widerstände zum Kollektor von T 22.

Von je einem Kollektor der Transistoren T 21 und T 22, die sich ebenfalls isoliert vorne auf dem Chassis befinden, werden noch die beiden Kondensatoren C 19 und C 20 nach Masse geschaltet. Die Isolierringe dieser beiden Transistoren werden wiederum von unten durch das Chassis geführt, wo sich auch die Lötfläche befindet, so daß sich eine leitende Verbindung von jeweils einem Kollektor, der sich auf der Oberseite des Chassis befindet, zur Chassisunterseite ergibt. Die auf der Chassisunterseite angebrachte Lötfläche eines jeden Kollektors von T 21 und T 22 wird dann an die betreffenden Basiswiderstände, die zu den Transistoren T 1 bis T 10, sowie T 11 bis T 20 führen, angeschlossen.

Nun kann der Transformator montiert werden. Der linke äußere dicke Anschlußdraht wird an die zuvor mit ca. 6 qmm dickem Kupferdraht verbundenen Kollektoren angelötet, während der rechte Anschlußdraht an die rechtsbefindlichen Kollektoren der Endstufentransistoren angeschlossen wird.

Die beiden mittleren dicken Trafoanschlüsse der Niederspannungsseite verbindet man miteinander und lötet diese an die + Eingangsklemme an, ebenfalls wird hieran über ca. 6 qmm dicke Zuleitungsdrähte der + Pol des Kondensators C 1 (150 000 µF) angeschlossen. Der -Pol dieses Kondensators liegt dann an der -Eingangsklemme. Hieran sind ebenfalls über dicke Zuleitungskabel alle 20 miteinander verbundenen Emittoren

der Endstufentransistoren T 1 bis T 20 anzulöten. Abschließend verbindet man noch die 4 Ausgangsklemmen des Transformators (220 V-Seite) mit den entsprechenden Punkten auf der Leiterplatte. Die Anschlüsse erfolgen so, daß keine der 4 Leitungen eine andere kreuzt.

Der Aufbau ist damit weitgehend abgeschlossen, wobei die Frontplatte zunächst noch nicht eingebaut wird, um eine evtl. Fehlersuche ohne Hindernisse durchführen zu können.

Zur Inbetriebnahme

Zwar benötigt die Schaltung im Leerlauf nur ca. 2 A, jedoch ist der Anlaufstrom bedeutend höher. Für die Inbetriebnahme der Schaltung sind demzufolge die meisten Labornetzgeräte nicht ausreichend, so daß sich der Anschluß an einen 12 V Autoakku empfiehlt. Die Anschlußdrähte sollten möglichst kurz und ausreichend dick bemessen sein.

Mit Hilfe des Trimmers R 8 wird die grüne Ausgangsspannungs-LED D 1 nun auf geringstmögliche Leuchtstärke eingestellt (220 V-Ausgang unbelastet). Mit einem Spannungsmeßgerät sollte man jetzt die Impulsbreitensymmetrie der Ausgänge der OP 2 und 3 des IC 4 noch einmal überprüfen, indem man ein Gleichspannungsmeßgerät einmal zwischen Pin 7 und 14 und einmal zwischen Pin 8 und 14 anschließt, und mit R 14 ungefähr gleiche Spannungshöhe einstellt. Mit R 8 sollte jetzt die Minimumimpulsbreiten-Einstellung anhand der Minimumleuchtstärke von D 1 noch einmal korrigiert werden.

Sofern das Gerät anfängt zu schwingen, d. h., daß ein unregelmäßiges, stärkeres Brummen (eine Art Flattern) auftritt, ist die Minimumimpulsbreite mit R 8 ein wenig zu erhöhen. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß je breiter der Minimumimpuls ist, die Stromaufnahme im Leerlauf ansteigt.

Mit dem Spindeltrimmer R 22, der sich bis herein ungefähr in Mittelstellung befand, stellt man jetzt die Ausgangsspannung auf einen Wert von 220 V_{eff} ein. Steht kein echtes Effektivwertmeßgerät zur Verfügung, reicht auch der Vergleich von identischen Glühlampen aus, wobei eine an den Wechselrichter, und die andere an das 220 V-Netz angeschlossen wird. Mit R 22 regelt man dann die Ausgangsspannung des Wechselrichters auf gleiche Leuchtstärke beider Lampen ein.

Die Einstellung des Wechselrichters ist damit beendet.

Wir empfehlen, von Zeit zu Zeit, besonders nach den ersten 10 bis 20 Betriebsstunden, die Einstellung der Ausgangsspannung mit Hilfe des Spindeltrimmers R 22 zu überprüfen, um eine evtl. „Alterung“, die besonders in den ersten Betriebsstunden auftreten kann, auszugleichen.

Arbeitet das Gerät zur Zufriedenstellung, kann die Frontplatte an die Platine und an das Chassis angeschraubt werden. Zuletzt wird die Rückwand angebracht und das fertig montierte und geprüfte Chassis kann mit den beiden Gehäusehalbschalen verbunden werden.

Stückliste

Leistungs-Wechselrichter Halbleiter

IC 1	TL 084
IC 2	LM 324
IC 3	MM 5369 AAN
IC 4	EF 2106
T 1 — T 20	2 N 3055
T 21, T 22	TIP 145
T 23, T 24	BC 558
T 25	BF 245 C
D 1, D 5	LED, 5 mm, grün
D 2, D 4	LED, 5 mm, gelb
D 3, D 6	LED, 5 mm, rot
D 7	Z 5, 6
D 8 — D 11, D 14	1 N 4148
D 12, D 13	MBR 1020

Kondensatoren

C 1	150 000 μ F/16 V
C 2	1000 μ F/16 V
C 3, C 4, C 8, C 9, C 17	100 nF
C 5, C 6, C 10, C 13, C 16, C 18,	
C 19	10 μ F/16 V
C 7	47 nF
C 11, C 12	33 pF
C 14	10 nF
C 15	47 μ F/16 V
C 20	1 μ F/630 V =

Widerstände

R 1	10 Ω
R 2	5,6 k Ω
R 3, R 6	470 Ω
R 4	1 k Ω , Trimmer
R 5, R 12, R 17, R 23,	
R 24	100 k Ω
R 7	120 k Ω
R 8	50 k Ω , Trimmer
R 9	47 k Ω
R 10	3,3 k Ω
R 11	33 k Ω
R 13, R 27, R 42, R 43	470 k Ω
R 14	100 k Ω , Trimmer
R 15	1 M Ω
R 16	270 k Ω
R 18	18 M Ω
R 19, R 20, R 29, R 30, R 31, R 36, R 38,	
R 39, R 40, R 50 bis R 55	10 k Ω
R 21	2,2 k Ω
R 22	100 k Ω , Spindeltrimmer
R 25, R 26	4,7 k Ω

R 28, R 32 bis R 35, R 44 bis R 47, R 56,	
R 57	1 k Ω
R 37	3,9 k Ω
R 41	12 k Ω
R 48	820 Ω
R 49	680 Ω
R 58 bis R 77	22 Ω , 4 W
R 78 bis R 97	100 Ω
R 98	390 Ω
R 99	120 Ω , 4 W

Sonstiges

Dr 1	HF-Drossel, 68 μ H
S 1	Kippschalter 1 x um
S 2	Kippschalter, 1polig (externer Fernsteuerschalter)
Tr 1	spezial Wandlertrafo Typ 22-6-220
Si 1	0,1 A
Si 2	2 A
2	Platinensicherungshalter

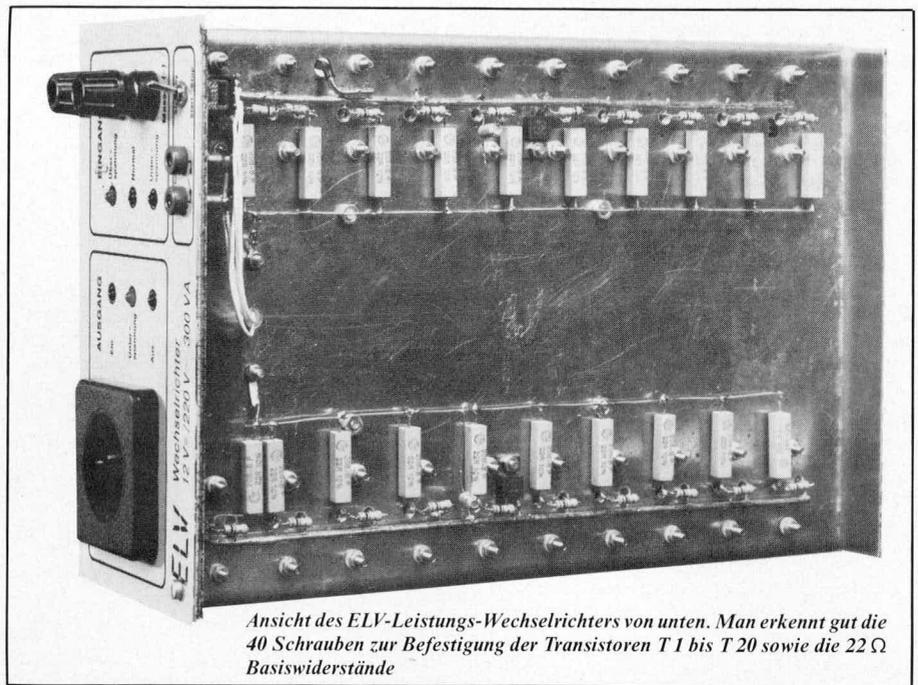
Mechanik

1	komplett bearbeitetes Chassis (zur Aufnahme der Leistungstransistoren, des Transformators usw.)
44	Schrauben M 3 x 10 mm
44	Muttern M 3

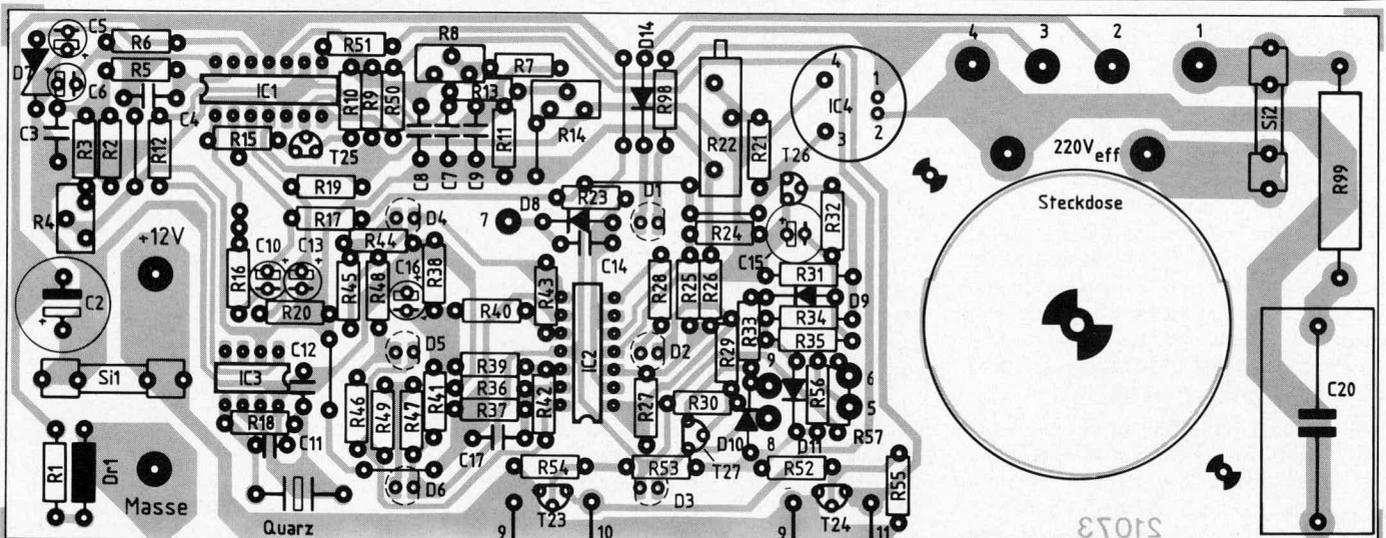
20	Glimmerscheiben TO 3
2	Glimmerscheiben TO 3P
2	Glimmerscheiben TO 220
44	Isoliennippel
24	Lötösen für Schrauben M 3
2	Schrauben M 3 x 20 mm
6	Muttern M 3
3	Schrauben M 4 x 6 mm
3	Muttern M 4
4	Schrauben M 4 x 75 mm
12	Muttern M 4

Gehäuse

2	Gehäusehalbschalen
1	komplett bearbeitete und bedruckte Frontplatte
1	Rückplatte
1	Einbau-Schuko-Steckdose
2	60 A-Polklemmen
2	isolierte Bananenbuchsen
4	Gehäusefüße
1	Gehäuseaufstellbügel
4	Schrauben M 4 mit Muttern zur Befestigung der Gehäusefüße
8	Knipping-Schrauben zur Befestigung der Gehäusehalbschalen am Chassis



Ansicht des ELV-Leistungs-Wechselrichters von unten. Man erkennt gut die 40 Schrauben zur Befestigung der Transistoren T 1 bis T 20 sowie die 22 Ω Basiswiderstände



Bestückungsseite der Platine des ELV-Leistungs-Wechselrichters (Originalgröße 195 x 76 mm)

Elektronisches Digital-Thermometer T 500



Einsatzbereich und Qualität von elektronischen digitalen Thermometern werden im wesentlichen durch den Temperaturfühler bestimmt, da die zur Auswertung eingesetzte Elektronik ohne nennenswerten Aufwand erheblich besser ist als die meisten Temperaturfühler.

Das in unserer Ausgabe Nr. 17 vorgestellte T 100 weist einen Meßbereich von -50 bis $+125^{\circ}\text{C}$ bei guter Genauigkeit auf. Häufig besteht jedoch der Wunsch, niedrigere besonders aber auch höhere Temperaturen zu messen. Diesem Wunsch kommt unser neues T 500 nach, das einen Meßbereich von -200°C bis über $+500^{\circ}\text{C}$ aufweist und einen formschönen Fühlergriffel mit besonders schneller Ansprechempfindlichkeit besitzt.

Das Temperaturfühlerelement

Das Herz des Temperaturfühlers besteht aus einem Eisen-Constantan-Thermoelement. Es handelt sich hierbei um einen dünnen Eisendraht, der mit einem dünnen Constantan-Draht an der Spitze verbunden wird. Hierdurch wird eine sog. Thermospannung erzeugt, die von der Differenztemperatur der Verbindungsstelle der beiden Drähte zu den anderen beiden Drahtenden abhängig ist. Die Qualität und Linearität des Thermoelementes ist u. a. von der Art der Verbindung der beiden Drähte miteinander abhängig. In unserem Fall wird das Thermoelement mittels einer Plasmaschweißanlage hergestellt, die eine optimale Qualität sicherstellt.

Wie vorstehend bereits erwähnt, ist ein Thermoelement lediglich dazu geeignet, Differenztemperaturen zu messen, dies jedoch mit guter Qualität und Linearität, selbst bei sehr hohen Temperaturen. Die Zeitkonstante, d. h. die Ansprechempfindlichkeit eines Thermoelementes bei konstruktiv günstigem Aufbau ist extrem niedrig. Es lassen sich daher schnelle Temperaturmessungen durchführen.

Um nun zu einer Meßmethode der absoluten Temperatur zu kommen, ist es erforderlich, einen Absolut-Temperatur-Fühler mit heranzuziehen, der die Temperatur der beiden freien Drahtenden des Thermoelementes mißt.

Fragt man sich nun, warum überhaupt noch ein Thermoelement, so kann man sagen, daß an die Qualität des Absolut-Temperatur-Messers nur geringe Anforderungen gestellt werden, da dieser lediglich in einem kleinen Bereich die Temperatur zu messen braucht. Dieser Bereich ist dadurch vorgegeben, daß sich die beiden freien Drahtenden des Thermoelementes und somit auch der Absolut-Temperatur-Sensor im Handgriff des Fühlergriffels befinden, der einen Temperatur-Bereich von vielleicht 0° bis $+50^{\circ}$ überstreicht. Die über das Thermoelement gemessenen Temperaturen bewegen sich jedoch in wesentlich größeren Dimensionen.

Genauigkeitsbetrachtungen

Eine gute Genauigkeit von ca. $1\% \pm 1$ Digit des hier vorgestellten elektronischen Digital-Thermometers T 500 wird im Bereich von -40°C bis $+300^{\circ}\text{C}$ erreicht.

Im Bereich von 300 bis 500°C liegt die Genauigkeit immerhin noch bei ca. 2% .

Aufgrund der Eigenschaften des verwendeten Thermoelementes bewegen sich die Abweichungen in positiver Richtung, d. h., daß der angezeigte Wert im oberen Temperaturbereich etwas zu groß ist, wobei die Abweichungen jedoch im vorgenannten Rahmen bleiben.

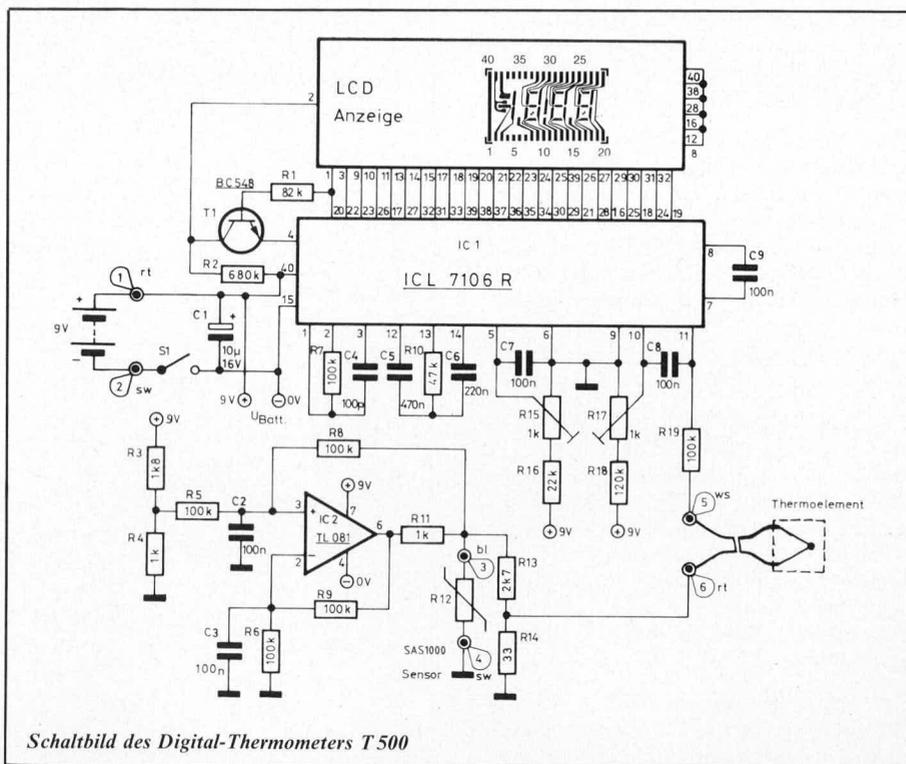
Bei Temperatur-Messungen unterhalb -40°C nimmt die Linearität des verwendeten

Thermoelementes stark ab. Es treten erhebliche Abweichungen des angezeigten Wertes vom tatsächlichen Temperaturwert auf, die jedoch aufgrund der abgedruckten Korrekturtabelle (Tabelle 1) leicht korrigiert werden können, so daß trotz des abweichenden Meßwertes recht zuverlässig auf den tatsächlich vorliegenden Temperaturwert geschlossen werden kann.

Tabelle 1

vom T 500 angezeigter Meßwert ($^{\circ}\text{C}$)	tatsächlicher Temperaturwert ($^{\circ}\text{C}$)
0	0
-10	-10
-19	-20
-29	-30
-38	-40
-47	-50
-56	-60
-64	-70
-73	-80
-81	-90
-89	-100
-96	-110
-103	-120
-110	-130
-117	-140
-123	-150
-129	-160
-135	-170
-141	-180
-146	-190
-152	-200

Korrektur-Tabelle des T 500 für Temperaturen unter 0°C (-40°C). Für positive Temperaturen ist keine Korrektur erforderlich.



Schaltbild des Digital-Thermometers T 500

Selbstverständlich könnte man schaltungstechnisch diese Korrekturen bereits mit erfassen. Dies hätte allerdings einen ganz erheblich größeren schaltungstechnischen Aufwand zur Folge, der das Gerät im Nachbau wesentlich verkomplizieren würde; vom Preis einmal ganz abgesehen. Wir meinen daher, mit der hier vorliegenden Version für unsere Leser ein Optimum geschaffen zu haben, das außerdem noch die Möglichkeit bietet, bei sehr niedrigen Temperaturen, über den Korrekturfaktor, gute Messungen durchführen zu können.

Zur Schaltung

Mittelpunkt der Schaltung (Bild 1) ist der bekannte Schaltkreis ICL 7106, der auf einem Chip A/D-Wandler, Segmentdekodierer, Treiberstufen, Takterzeugung und Referenzspannung enthält. In der vorliegenden Schaltung wird der Typ ICL 7106 R eingesetzt. R steht für „Reserve“, d. h. bei diesem Typ sind alle Anschlüsse spiegelverkehrt gegenüber dem 7106 angeordnet. Zum Beispiel entspricht dem Anschluß 1 des 7106 R der Anschluß 40 des 7106 usw. Die Verwendung des R-Typs führt zu einer günstigeren Leiterbahnführung auf der Platine, wenn wie im vorliegenden Fall die Anzeige auf der gegenüberliegenden Seite der Platine aufgelötet wird.

Das IC 7106 verfügt nur über ein „Minus“-Steuersignal. Das bedeutet, daß bei Minustemperaturen wohl das Minuszeichen in der Anzeige erscheint, bei Temperaturen über Null Grad aber kein Pluszeichen angezeigt wird. Diesen kleinen Schönheitsfehler kann man leicht beseitigen, indem man einfach die Meßeingänge des IC's umpolt. Dann erscheint das Minussignal nur bei Plusstemperaturen. Folgerichtig wird hiermit auch der Plusbalken in der Anzeige angesteuert und den Minusbalken läßt man dauernd leuchten. Je nach Temperatur hat man jetzt sowohl eine Minus- als auch eine Plusanzeige. (Verstanden? Wenn nicht, den letzten Ab-

schnitt bitte noch einmal ganz langsam lesen.)

Schaltungstechnisch wird dies mit Transistor T 1 realisiert. Zuvor jedoch eine Bemerkung zur Arbeitsweise von LCD-Anzeigen. Sie benötigen zur Versorgung unbedingt eine Wechselspannung, „Backplane“ genannt. Die Segmente werden ebenfalls mit Wechselspannung angesteuert, die jedoch der Backplane-Spannung genau entgegengesetzt sein muß (180° Phasenverschiebung).

Transistor T 1 ist als Inverter geschaltet, so daß an seinem Kollektor genau das invertierte Backplane-Signal erscheint.

Wie bereits an anderer Stelle dieses Artikels erwähnt, besteht das Herz des hier eingesetzten Temperaturfühlers aus einem Thermoelement, das eine der Temperatur proportionale Spannung abgibt, wobei zusätzlich noch ein Absolut-Temperatur-Sensor eingebaut wurde.

Das verwendete Thermoelement wird an die Klemmen 5 und 6 der Leiterplatte angeschlossen, während der Absolut-Temperatur-Sensor des Typs SAS 1000 (ähnlich SAK 1000, jedoch erhöhte Genauigkeit), der im Fühlergriffel mit eingebaut ist, an die Platinenanschlußpunkte 3 und 4 angelötet wird.

Der Sensor SAS 1000 gibt keine Spannung ab, sondern besitzt eine der Absolut-Temperatur proportionale Widerstandskennlinie. Aus diesem Grunde wird der SAS 1000 (R 12) mit einem Konstantstrom aus der Konstantstromquelle, im wesentlichen bestehend aus dem IC 2 mit Zusatzbeschaltung, versorgt. Damit die Steigung der so erzeugten temperaturabhängigen Spannung mit der des Thermoelementes übereinstimmt und außerdem eine entsprechende Linearisierung des SAS 1000 vorgenommen wird, sind die Widerstände R 13 und R 14 erforderlich, die in ihren Werten sehr genau stimmen müssen. Die auf diese Weise ge-

wonnene, über R 14 abfallende Spannung, wird zur Thermospannung des Thermoelementes addiert und dem Meßspannungseingang des IC 1 zugeführt. Der 2. Meßeingang dieses IC's (Pin 10) wird über R 17 auf eine feste Spannung gelegt, die den Nullpunkt realisiert. Mit dem Spindeltrimmer R 15 wird der 2. Abgleich, nämlich der des Skalenfaktors vorgenommen.

Aufgrund der hohen Präzision der Widerstände R 13 und R 14 ist eine Anpassung des SAS 1000 nicht mehr erforderlich.

Zum Nachbau

In den meisten Fällen soll die fertig bestückte Platine in ein Gehäuse eingebaut werden, zumal hierfür schon eine entsprechende Möglichkeit vorgesehen ist.

Zweckmäßigerweise geht man beim Aufbau deshalb wie folgt vor:

Zuerst wird die noch unbestückte Platine in das Gehäuse eingepaßt. Dies ist ratsam, da man immer mit gewissen Toleranzen seitens des Platinenmaterials oder der Gehäuseabmessungen rechnen muß. Ggf. muß die Platine an den Kanten etwas nachgearbeitet werden, wobei darauf zu achten ist, daß die Platine nachher nicht zu eng im Gehäuse sitzt, aber doch groß genug bleibt, um auf dem im Gehäuse befindlichen Absatz noch einwandfrei aufzuliegen.

Sobald dies erledigt ist, kann mit dem eigentlichen Aufbau in gewohnter Weise begonnen werden.

Als erstes werden die Brücken, danach die Widerstände, Trimmer und Kondensatoren eingelötet.

Bevor wir nun zum Einpassen der LCD-Anzeigeeinheit kommen, werden noch das IC 2 sowie anschließend das IC 1 eingelötet.

Damit die LCD-Anzeigeeinheit einwandfrei in das Gehäuse eingepaßt werden kann, wird diese zunächst in die 40 Bohrungen gesetzt, ohne sie jedoch festzulöten.

Wichtig dabei ist, daß sich die Anzeige dabei auf der Leiterbahnseite und nicht wie sonst üblich auf der Bestückungsseite befindet.

Nun wird die Platine provisorisch in das Gehäuse eingesetzt. Man sieht sich die Position der Anzeige an, ob diese einwandfrei in der dafür vorgesehenen Aussparung sitzt. Nach Entfernen des Gehäuses sind ggf. entsprechende Korrekturen in der Höhe der Anzeige vorzunehmen.

Bevor die Anzeige festgelötet wird, ist zu kontrollieren, ob diese auch „richtig herum“ und nicht etwa versehentlich auf dem Kopf stehend eingesetzt wurde. Feststellen läßt sich dies, indem man die Anzeige schräg gegen das Licht hält. Die Segmente der einzelnen Zahlen sind dann etwas sichtbar, auch ohne Anlegen einer Spannung.

Bei manchen LCD-Anzeigen führt die vorgenannte Methode des Erkennens der richtigen Einbaulage nicht immer zum Erfolg, so daß wir Ihnen eine weitere Möglichkeit des Erkennens der richtigen Einbaulage vorstellen wollen.

Bitte legen Sie hierzu die LCD-Anzeige vor sich auf den Tisch. Bei den von uns eingesetzten LCD-Anzeigen sind die Anschluß-

beinchen 1 und 40 miteinander leitend verbunden, so daß Sie die richtige Einbaulage auch dadurch kontrollieren können, indem Sie mit einem Ohmmeter den Widerstand der beiden linken gegenüberliegenden Anschlüsse (Pin 1 und Pin 40) messen. Ist hier keine leitende Verbindung feststellbar, so drehen Sie die Anzeige bitte um 180°C und wiederholen die vorstehend beschriebene Messung. Die Anzeige liegt richtig herum, wenn sich die beiden miteinander verbundenen Anschlußbeinchen auf der linken Seite befinden. Die auf der anderen Seite liegenden beiden äußeren Anschlußbeinchen sind nicht miteinander verbunden.

Mit einem möglichst feinen LötKolben werden nun die vier Eckpunkte der Anzeige kurz angelötet. Nach erneutem Anpassen im Gehäuse können noch einmal Korrekturen des Sitzes der Anzeige vorgenommen werden.

Ist die Position einwandfrei, können alle Anschlußpunkte der Anzeige auf der Leiterbahnseite festgelötet werden.

Nachdem dies geschehen ist, wird die fertig bestückte Platine, vor Einbau in das Gehäuse, abgeglichen. Hierzu sind lediglich noch der Temperatursensor sowie die Batterie anzuschließen.

Der Abgleich

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, sollte man noch einmal die Bestückung kontrollieren.

Nach Anschluß des Fühlers und einer 9 V Batterie (die übrigens für mehrere 100 Stunden Betrieb reicht) kann das T 500 abgeglichen werden.

Als erstes wird der Null-Punkt mit dem Trimmer R 17 eingestellt.

Hierzu wird der Temperaturfühler ca. 2 bis 3 cm in ein Glas eingetaucht, das mit einem Gemisch aus kleingestoßenen Eiswürfeln und Wasser gefüllt ist.

Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel möglichst klein (wenige mm Durchmesser) gehackt sind und nur verhältnismäßig wenig Wasser (möglichst weniger als 50 %) in dem Glas ist, wobei natürlich alle Eisstückchen mit Wasser bedeckt sein müssen. Mit Hilfe des Fühlers wird das Eis-Wasser-Gemisch mehrere Minuten gründlich umgerührt, damit sich auch wirklich eine Temperatur von exakt 0°C einstellt.

Der Skalenfaktor wird mit dem Trimmer R 15 eingestellt. Dazu hält man den Sensor in kochendes Wasser, wobei man sich die Tatsache zunutze macht, daß kochendes Wasser eine Temperatur von 100°C aufweist, die lediglich geringfügig mit dem Luftdruck schwankt. Dieser Einfluß ist jedoch vernachlässigbar, sofern man sich nicht gerade auf der Zugspitze, also in sehr großer Höhe aufhält

Der Temperatur-Sensor wird in das kochende Wasser (muß richtig sprudelnd kochen, Vorsicht! Verbrennungsgefahr) mindestens 1 bis 2 cm tief (eher etwas tiefer) eingetaucht.

Wichtig ist hierbei, daß der Sensor nicht den Topfboden berührt, da dieser u. U. auch heißer sein kann und das Ergebnis dadurch verfälschen könnte.

Der Abgleich ist damit beendet und das Gerät ist über den ganzen Bereich kalibriert.

Zum Schluß ist die fertig bestückte und abgeglichene Platine in das Gehäuse einzusetzen und mit einem Tupfen Klebstoff an jeder Ecke festzuheften.

Stückliste: Elektronisches Digital- Thermometer T 500

Halbleiter

IC 1	ICL 7106 R
IC 2	TL 081
T 1	BC 548

Kondensatoren

C 1	10 µF/16 V
C 2, C 3	100 nF
C 4	100 pF
C 5	470 nF
C 6	220 nF
C 7; C 8, C 9	100 nF

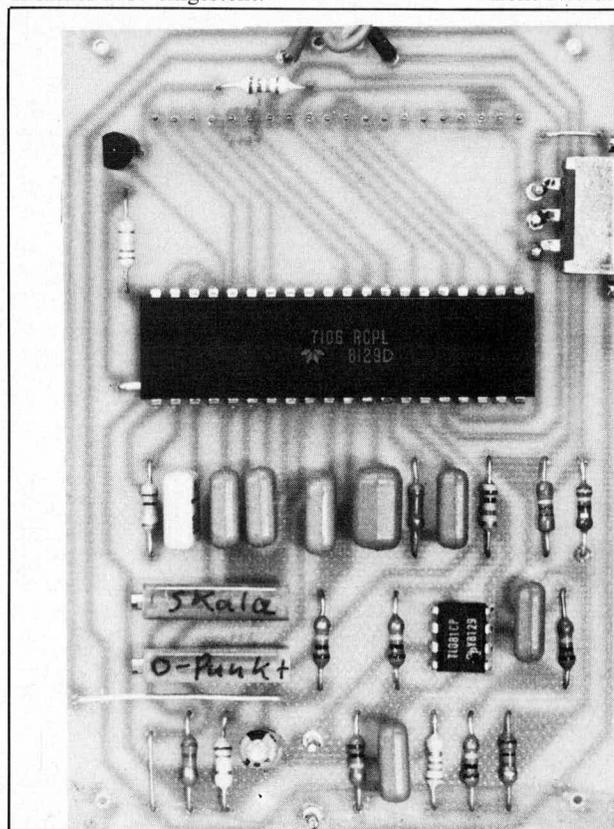
Widerstände

R 1	82 kΩ
R 2	680 kΩ
R 3	1,8 kΩ
R 4, R 11	1 kΩ
R 5-R 9, R 19	100 kΩ
R 10	47 kΩ
R 12*	SAS 1000
R 13	2,7 kΩ
R 14	33 Ω
R 15, R 17 ...	1 kΩ Spindeltrimmer
R 16	22 kΩ
R 18	120 kΩ

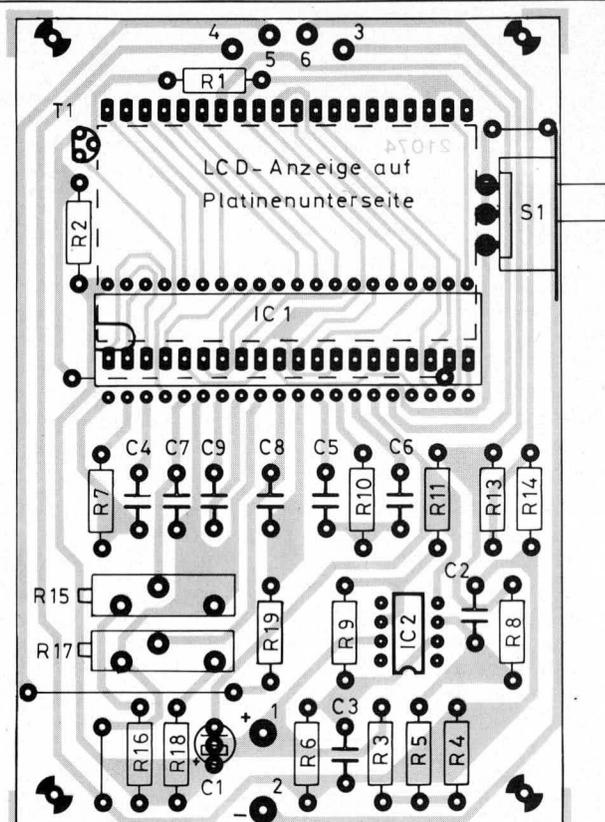
Sonstiges

- 1 LCD-Anzeige, 3 1/2-stellig
- 1 Schiebeschalter, S 1
- 1 Batterieclip
- 1 Temperaturfühler mit integriertem Thermoelement und bereits eingebautem Sensor R 12

* Der Sensor R 12 befindet sich mit im fertig aufgebauten Temperaturfühler



Ansicht der fertig bestückten Platine des T 500.
Die LCD-Anzeige wird auf der Rückseite angelötet.



Bestückungsseite der Platine