

ELV *journal*

Nr. 22

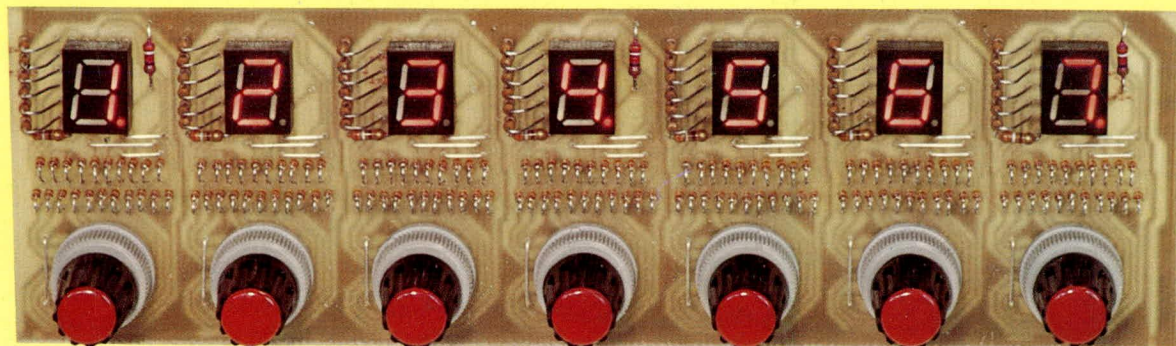
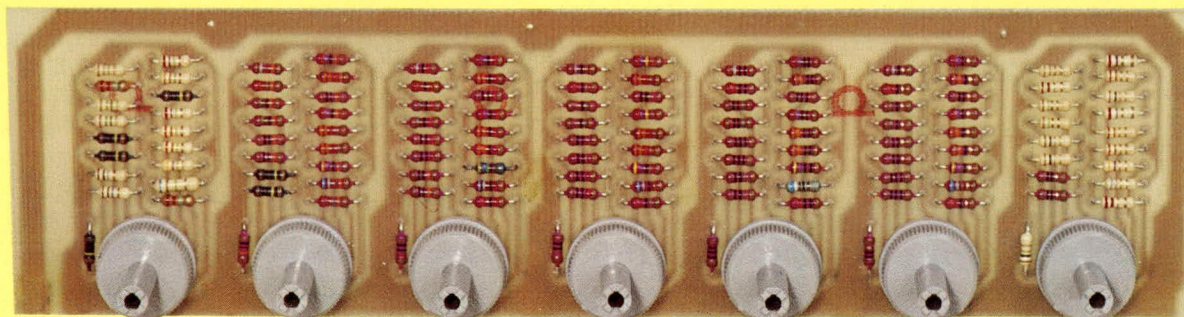
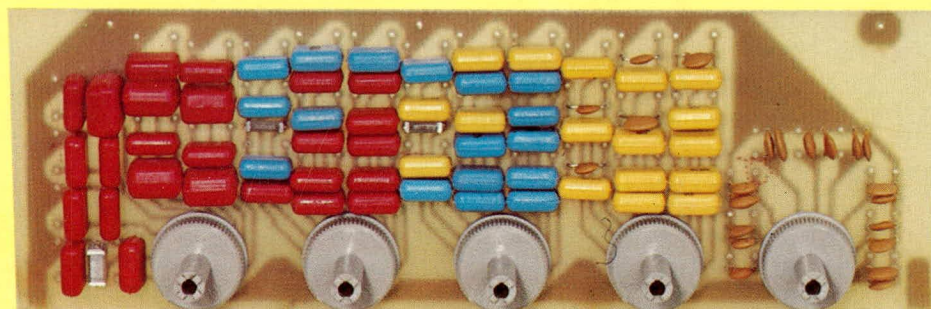
Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

Neu aus der ELV-Serie 7000 in dieser Ausgabe:

R/C-Dekade 7000



Mit
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:
Elektronisches
Code-Schloß
Helligkeits-
und Drehzahlregler
12 V-Leistungsverstärker
Elektronischer
Überlastschalter

ELV UNISCOPE
(Fortsetzung)
(10-MHz-Oszilloskop
ELV-HAMEG)

ELV-Serie 7000:
R/C-Dekade
mit digitaler Anzeige

**ELV-Serie
Modelleisenbahn-
Elektronik:**
Ampelsteuerung

ELV-EXTRA:
Neue Kalotten-
Hochton-Lautsprecher-
Generation

ELV-Serie-Modelleisenbahn- Elektronik

Ampelsteuerung



Damit die Modelleisenbahnanlage möglichst naturgetreu aufgebaut werden kann, sollte eine Straßenkreuzung mit einer funktionstüchtigen Ampelanlage nicht fehlen. Die nachstehend beschriebene Schaltung stellt die komplette Steuerung hierfür dar.

Zur Schaltung

Das IC 1 beinhaltet zum einen den Inverter, mit deren Hilfe in Verbindung mit C3 und R 1 ein Oszillator aufgebaut wurde, und zum anderen mehrere Binär-Teiler, die die Oszillatorfrequenz herunterteilen. An den Anschlußbeinchen 4 bis 7 steht ein 4stelliger Binär-Code zur Verfügung. Über logische Verknüpfungen mit Hilfe der Gatter N 1 bis N 17 werden aus diesem Binär-Code die Signale gewonnen, die zur Ansteuerung der in den Ampeln befindlichen LEDs erforderlich sind.

Die Gatter N 18 bis N 23 stellen ein weiteres IC des Typs CD 4050 dar, das die Aufgabe besitzt, den für die LEDs erforderlichen Strom zu liefern.

Die Aushänge „c“ bis „i“ werden mit den entsprechenden Anschlußbeinchen der LEDs in den Ampeln verbunden.

Zur Stromversorgung

An die Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ wird die Versorgungsspannung angeschlossen, wobei an den Punkt „a“ die positive Versorgungsspannung und an den Punkt „b“ die negative Versorgungsspannung (Masse) angeklemt wird.

Sehr wesentlich ist es hierbei zu beachten, daß die Schaltung mit einem sorgfältig gesteuerten Gleichstrom betrieben wird. Der Anschluß einer Wechselfspannung würde sofort zur Zerstörung der Bauteile führen. Geeignet hierfür ist z. B. das ELV-Modell-

bahn-Netzgerät LMN 7000, das in unserer Ausgabe Nr. 18 beschrieben wurde.

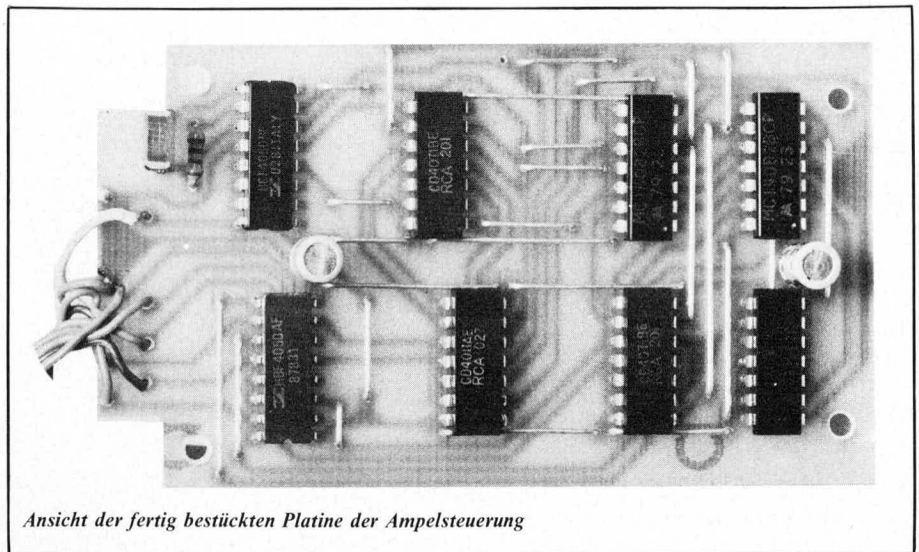
Da wir aus Erfahrung wissen, daß viel Modellbahnfreunde zwar mit Leib und Seele an ihren Modellbahnanlagen arbeiten, sich andererseits aber nur selten mit Elektronik befassen, bitten wir die „alten Hasen“ des Elektronik-Hobbys um Nachsicht, wenn wir im Rahmen unserer ELV-Serie-Modelleisenbahn-Elektronik immer wieder auch auf einfache Dinge hinweisen, denn wir möchten selbstverständlich, daß möglichst allen Lesern, die den Nachbau beginnen, der Erfolg gesichert wird.

Zum Nachbau

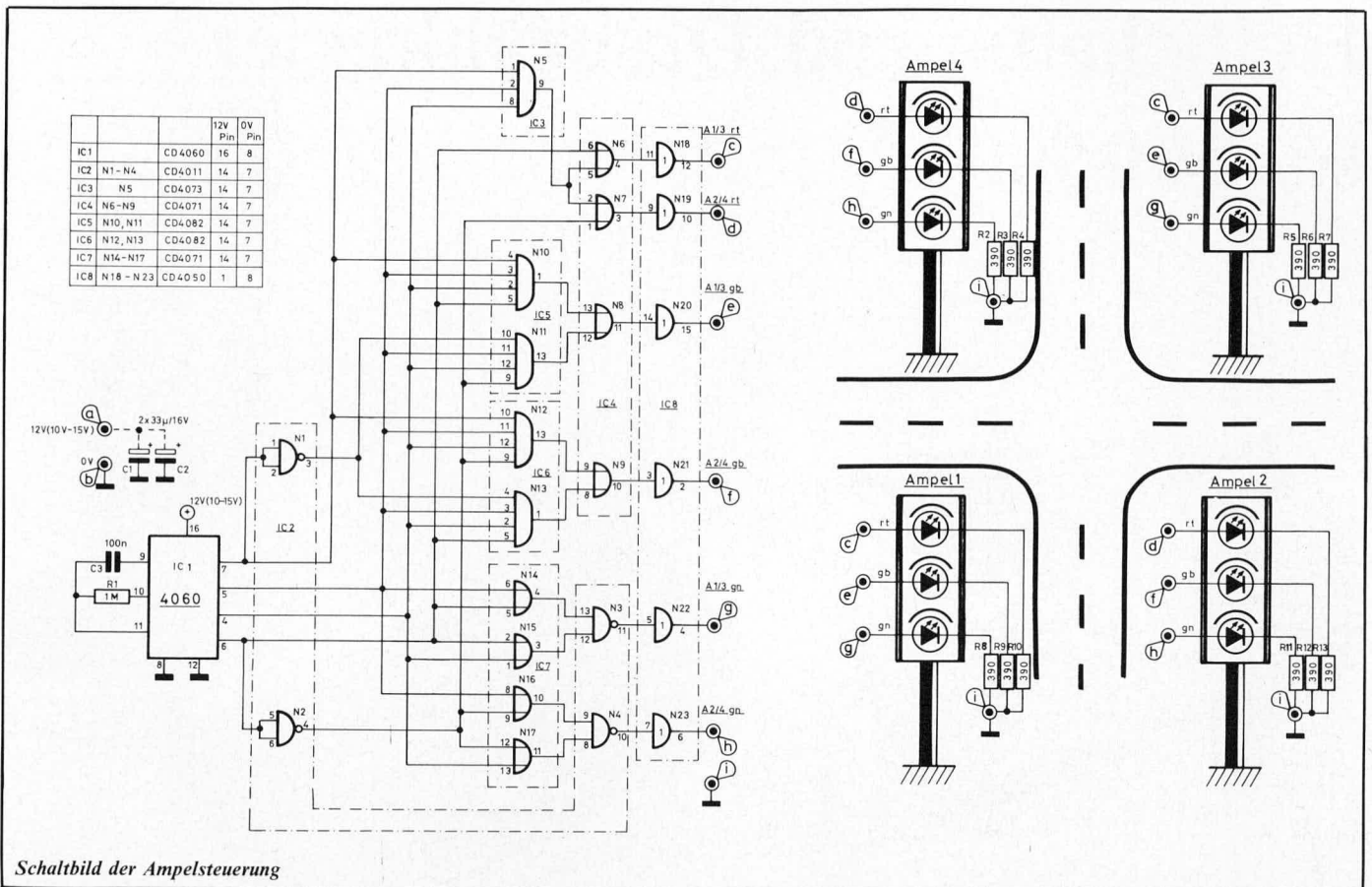
Der Nachbau selbst gestaltet sich weitgehend problemlos und die wenigen Bauteile sind schnell auf die Platine gesetzt und verlötet.

Bei den beiden Kondensatoren C 1 und C 2 ist auf die richtige Polarität zu achten. Durch die einseitige Kerbe an den ICs 1 bis 8 ist auch hier die Einbaulage leicht festzustellen.

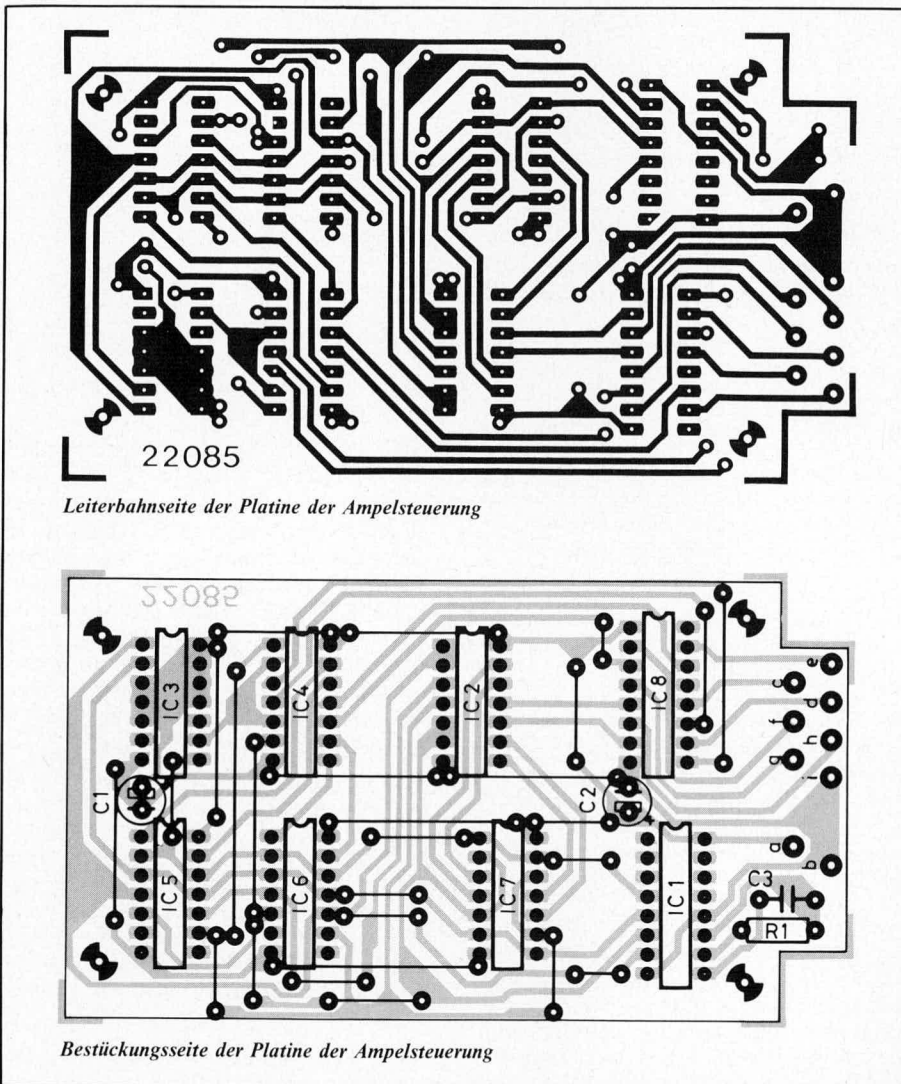
Bei den Leuchtdioden ist es sehr wichtig, daß diese grundsätzlich über einen Vorwiderstand (R 2 bis R 13) angeschlossen wer-



Ansicht der fertig bestückten Platine der Ampelsteuerung

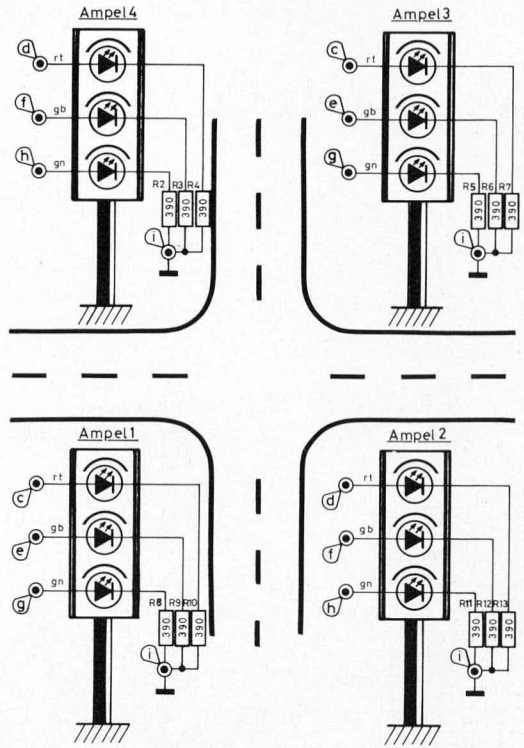


Schaltbild der Ampelsteuerung



Leiterbahnseite der Platine der Ampelsteuerung

Bestückungsseite der Platine der Ampelsteuerung



den müssen. Sollte hier einmal eine Diode verkehrt herum angelötet werden, ist mit einem Ausfall des Bauelementes nicht zu rechnen und die Diode wird einfach umgedreht, so daß sie bei Anlegen einer Spannung aufleuchtet.

Das zulässige Verpolen gilt allerdings ausschließlich bei dieser Schaltung für die LEDs. Falsch angeschlossene ICs haben nur in den seltensten Fällen eine Überlebenschance. Dies gilt selbstverständlich auch für das Anlegen der Betriebsspannung an die Klemmen „a“ (+) und „b“ (-).

**Stückliste:
Ampelsteuerung**

Halbleiter

- IC 1 CD 4060
- IC 2 CD 4011
- IC 3 CD 4073
- IC 4 CD 4071
- IC 5 CD 4082
- IC 6 CD 4082
- IC 7 CD 4071
- IC 8 CD 4050

Kondensatoren

- C 1 33 µF/16 V
- C 2 33 µF/16 V
- C 3 100 nF

Widerstände

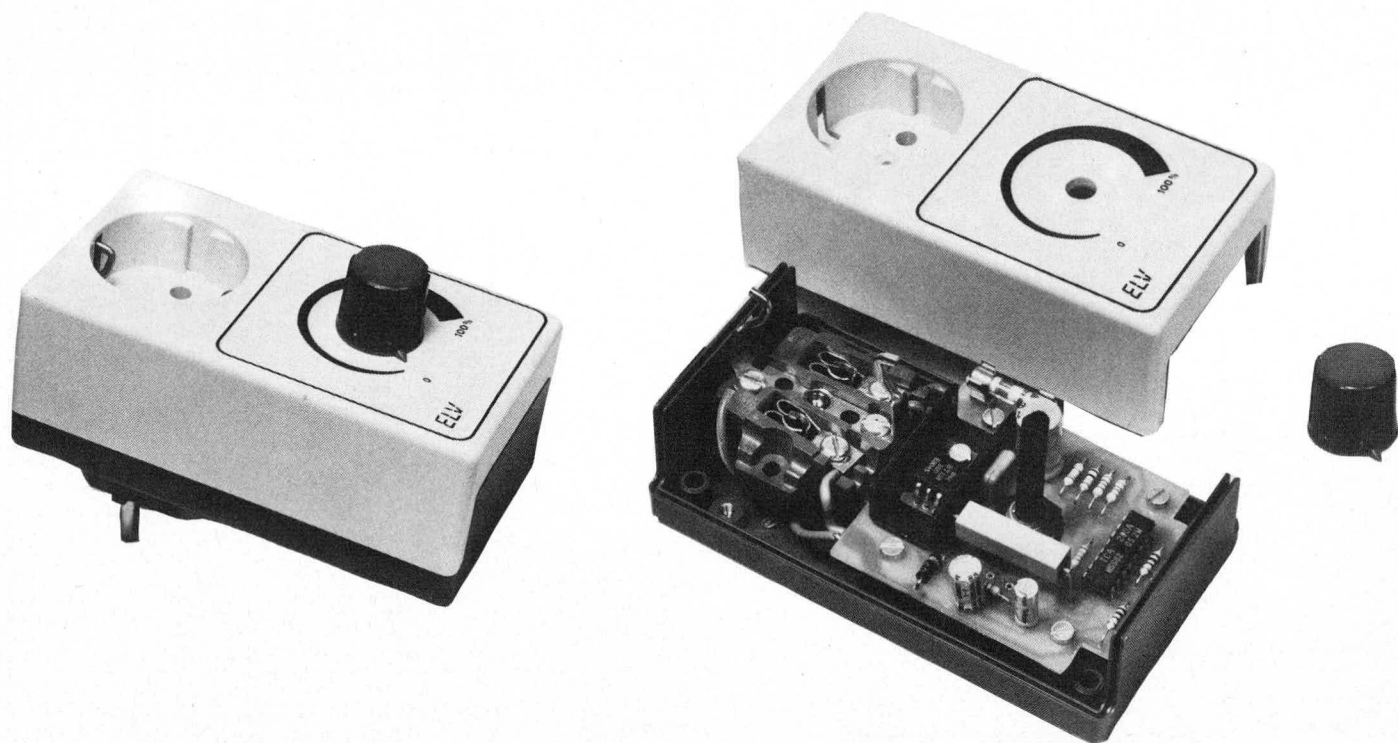
- R 1 1 MΩ
- R 2 - R 13 390 Ω

Sonstiges

- 2 isolierte Telefonbuchsen

Helligkeits- und Drehzahlregler

0—100 %



Mit dieser kleinen, in einem formschönen Steckergehäuse untergebrachten Schaltung, lassen sich sowohl Drehzahlen von Bohrmaschinen, als auch Helligkeiten von Lampen usw. stufenlos von 0—100 % einstellen. Automatische Regeleigenschaften wie bei der in unserer Ausgabe Nr. 21 vorgestellten Bohrmaschinen-Drehzahlregelung sind allerdings hier nicht vorhanden, dafür kann die Einstellung aber im vollen Bereich von 0—100 % vorgenommen werden.

Zur Schaltung

Das Herzstück des hier vorgestellten Reglers wird durch das IC des Typs TCA 280 A realisiert. Dieses von der Firma Valvo hergestellte IC hat sich seit vielen Jahren bestens in Triac-Ansteuerschaltungen bewährt. Mit nur wenigen externen Bauelementen kann eine komplette Schaltung zur Phasenanschnittsteuerung aufgebaut werden.

Die nötige Versorgungsspannung erhält das IC 1 über die Diode D 1 (Einweg-Gleichrichtung) sowie den Leistungswiderstand R 1.

Eine interne Stabilisierung sorgt in Verbindung mit dem Puffer-Kondensator C 2 für eine ausreichend geglättete Versorgungsspannung, die zwischen den Anschlußbeinen Pin 11 und Pin 16 (Masse) ansteht.

Pin 5 des IC 1 stellt den Steuereingang dar, mit dessen Hilfe der Zündzeitpunkt für den Triac (Tri 1) verschoben werden kann. Der Zündzeitpunkt ist abhängig von der an Pin 5

anstehenden Gleichspannung, die mit Hilfe des Potis R 6 eingestellt werden kann.

Am Ausgang (Pin 10) stehen die Zündimpulse für den Triac an, die über R 11 auf das Gate gelangen. Der Zündzeitpunkt ist abhängig von der Stellung des Potis R 6.

Das Synchronisieren der Schaltung mit der Netzfrequenz erfolgt über den Widerstand R 8, der ein internes Synchronisiergatter steuert.

Mit Hilfe von R 7/C 3 wird eine Sägezahnfunktion erzeugt, deren Spannungshub zwischen 1,6 V und 6,4 V liegt. Sobald diese Spannung den Wert, der mit R 6 an Pin 5 eingestellt wurde, überschreitet, erfolgt die Abgabe des ersten Zündimpulses an Pin 10 des IC 1.

Eine Besonderheit dieser Schaltung liegt darin, daß nicht nur ein Zündimpuls für den Triac abgegeben wird, sondern eine ganze Serie von Zündimpulsen, deren Frequenz mit R 10/C 4 festgelegt wird. Dadurch ist ein zuverlässiges Schalten des Triacs gewährleistet.

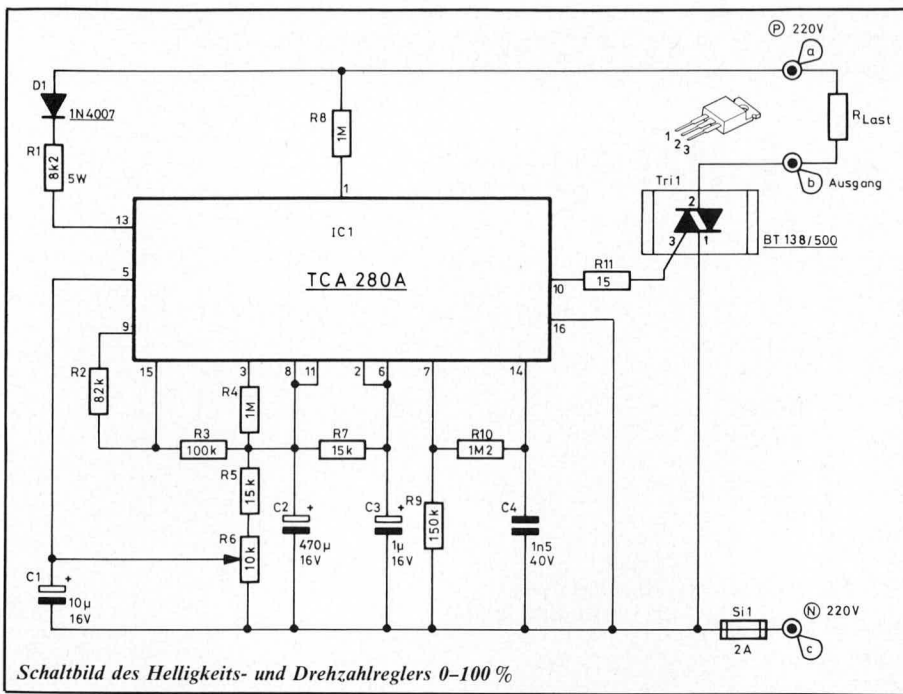
Zum Nachbau

Der Nachbau dieser Schaltung gestaltet sich auch hier wieder recht einfach.

Die fertig bestückte Platine, bei der das IC 1 als letztes eingelötet wird, erhält ihre Befestigung mittels 5 mm langen Abstandsbohlen und den dazugehörigen 10 mm langen M3 Schrauben, mit deren Hilfe die Platine im Steckergehäuse befestigt wird. Zuvor sind selbstverständlich noch die erforderlichen Verbindungen von der Steckdose zur Schaltung und zum Stecker des Gehäuses zu ziehen.

Es können ohne weiteres Leistungen von 500 W geregelt werden — kurzzeitig auch 1000 W, wobei man allerdings berücksichtigen sollte, daß der Anlaufstrom von Bohrmaschinen bzw. der Einschaltstrom von Glühlampen um ein Vielfaches über dem Nennstrom liegt. Aufgrund der großzügigen Dimensionierung des Triacs können jedoch auch 500 W Bohrmaschinen betrieben werden.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist zu achten.



Stückliste:
Helligkeits- und Drehzahlregler 0-100 %

Halbleiter

IC 1	.....	TCA 280 A
Tri 1	.....	BT 138/500
D 1	.....	1 N 4007

Kondensatoren

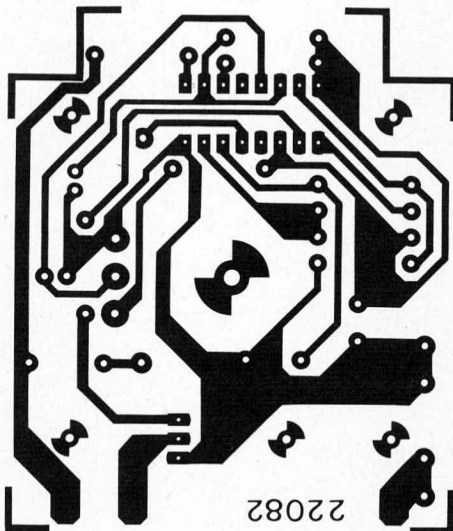
C 1	.....	10 μ F/16 V
C 2	.....	470 μ F/16 V
C 3	.....	1 μ F/16 V
C 4	.....	1,5 nF

Widerstände

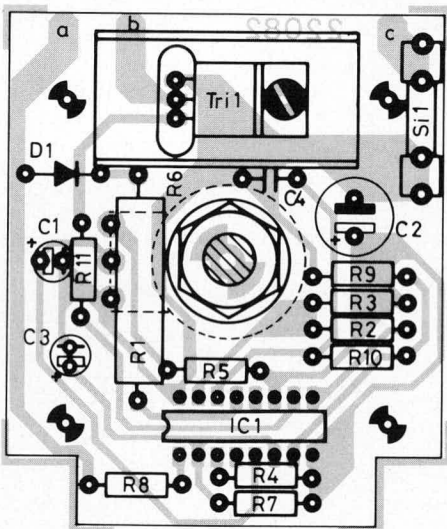
R 1	.....	8,2 k Ω /5 Watt
R 2	.....	82 k Ω
R 3	.....	100 k Ω
R 4, R 8	.....	1 M Ω
R 5, R 7	.....	15 k Ω
R 6	.....	10 k Ω , Poti, lin, 6 mm-Achse
R 9	.....	150 k Ω
R 10	.....	1,2 M Ω
R 11	.....	15 Ω

Sonstiges

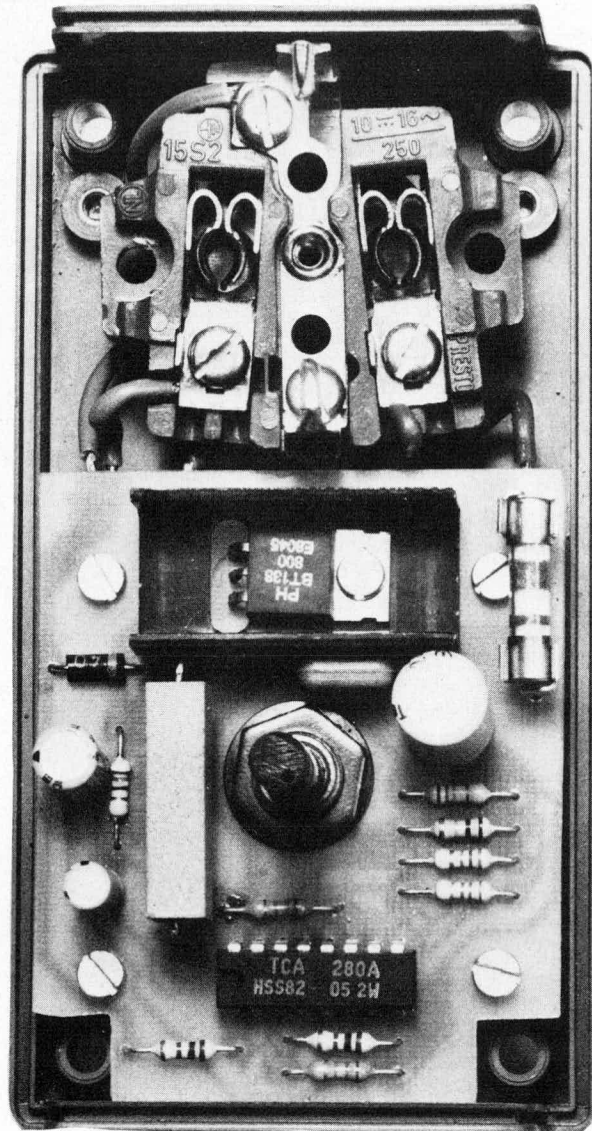
- 1 Sicherung 2 A, flink
- 1 Platinsicherungshalter
- 1 U-Kühlkörper SK 13 für TO 220
- 1 Schraube M 3 x 10 mm
- 1 Mutter M 3
- 4 Schrauben M 3 x 16 mm
- 4 Abstandsrollchen 10 mm
- 4 Lötstifte



Leiterbahnseite der Platine



Bestückungsseite der Platine



Ansicht der fertig bestückten und in das untere Stecker-Gehäuseeingeteil eingebauten Platine des Helligkeits- und Drehzahlreglers

Kalotten-Hochtonlautsprecher mit elastischem Luftspalt

Von Zeit zu Zeit gibt es auf vielen Gebieten richtungsweisende Neuerungen, die neue Ziele für Entwicklung und Fertigung erreichbar machen, so auch beim Bau von Hochleistungskalottensystemen.

In dem hier vorliegenden Artikel stellen wir Ihnen das Prinzip und die Funktionsweise eines Hochleistungskalottensystems vor, bei dem auf geradezu geniale Weise die Behinderung des magnetischen Flusses durch den Luftspalt weitgehend ausgeschaltet wurde. Darüber hinaus sind noch vielfältige andere Vorzüge gegenüber herkömmlichen Systemen zu erwarten.

Erste Tests im ELV-Labor ergaben wirklich überraschende Meßwerte sowohl subjektiver als auch objektiver Art; aber bitte lesen Sie selbst:

In den Luftspalt eines Hochtöners wird eine mit feinsten Eisenpartikeln angereicherte Flüssigkeit eingebracht. Diese Flüssigkeit bildet eine **magnetische Brücke** und verbessert die Eigenschaften des Systems beträchtlich.

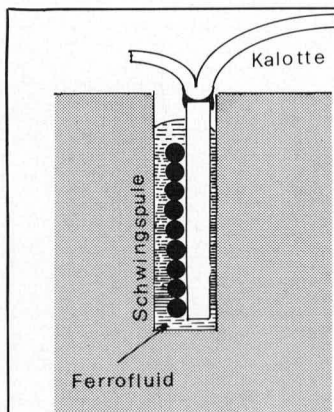


Bild 1
Schnitt durch den Luftspalt eines FFL-Kalottenhochtöners von DYNAMIC mit FERROFLUID®

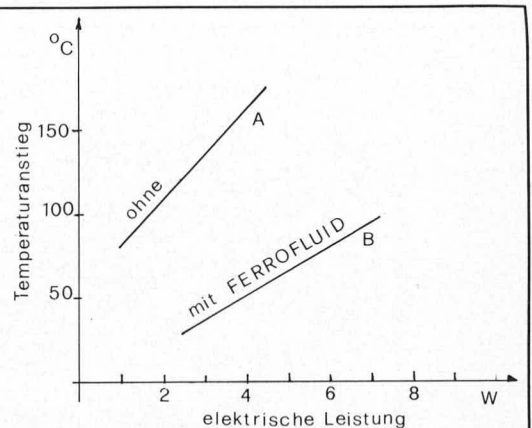


Bild 3
Temperaturanstieg in der Schwingspule ohne (A) und mit (B) FERROFLUID®.

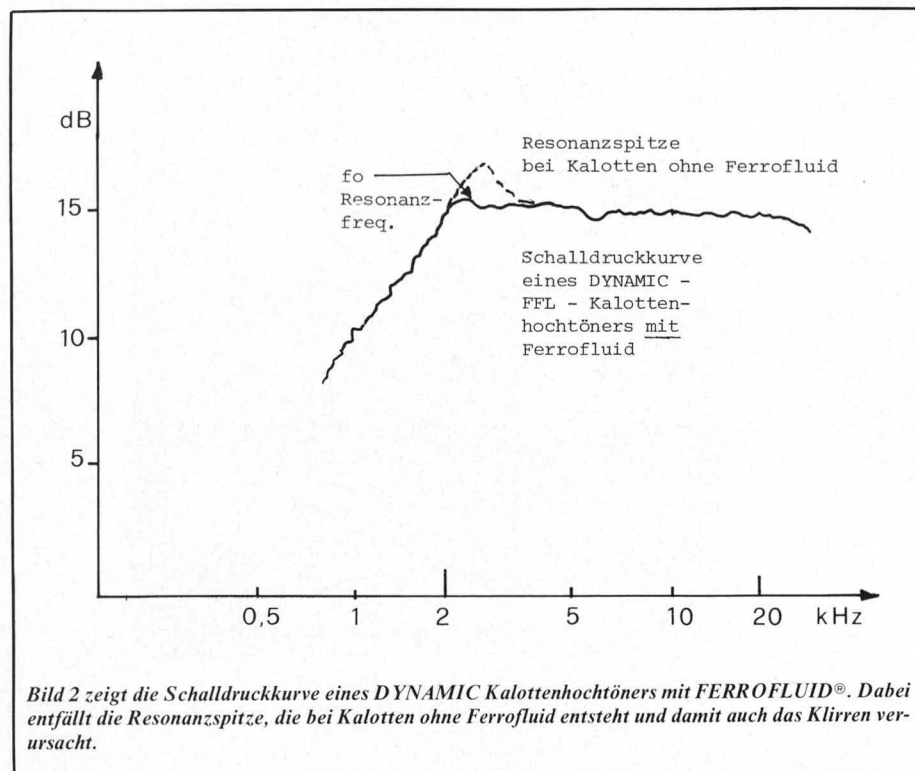


Bild 2 zeigt die Schalldruckkurve eines DYNAMIC Kalottenhochtöners mit FERROFLUID®. Dabei entfällt die Resonanzspitze, die bei Kalotten ohne Ferrofluid entsteht und damit auch das Klirren verursacht.

- Dämpfung der unerwünschten Resonanzspitzen
- Vervielfachung der Wärmeabfuhr von der Schwingspule
- Leistungssteigerung um den Faktor 2—6 (Nennleistung des Systems)
- Verhinderung der nichtaxialen Schwingung (Täumelung)
- Vereinfachung der Schwingspulenzentrierung und damit Einsparung von Arbeitskosten.

Bei Kalottenhochtönern, die im Frequenzgebiet zwischen 1500 ... 20 000 Hz arbeiten, macht die Schwingspule einen Maximalhub von 0,3—0,4 mm, daher kann in diesem Bereich der Luftspalt ohne Nachteil für die Funktion des Lautsprechers durch einen elastischen Luftspalt ersetzt werden. Als Füllstoff dient bei den FFL-Lautsprechern von DYNAMIC eine magnetische Flüssigkeit, das FERROFLUID®.

Dabei handelt es sich um sehr feine ferromagnetische Partikel, die in einer Trägerflüssigkeit, hier auf Diesterbasis (im weitesten Sinne ein absolut wasserfreies Öl), eingebettet sind. Diese Flüssigkeit umhüllt die Schwingspule und füllt den Luftspalt aus (Bild 1).

Da sich um die Schwingspule ein Flüssigkeitspolster aufbaut, dessen Form vom magnetischen Fluß bestimmt wird, das aber wegen der Stabilität von Flüssigkeiten ein stets konstantes Volumen behält, wird die Schwingspule zu streng achsialen Bewegungen gezwungen.

Diese Eigenschaft und der Trägheit von Flüssigkeiten verdanken wir den Wegfall der Resonanzspitze, die bei Kalottenhochtönern, je nach Type, zwischen 1500—2500 Hz liegt (Bild 2).

Dank der Linearisierung des Spektrums im Resonanzgebiet haben Hochtöner, deren Luftspalt mit Ferrofluid gefüllt ist, ein ausgezeichnetes Klirrvverhalten.

Weitere Vorteile bringt das FERROFLUID® im Luftspalt der DYNAMIC FFL-Lautsprecher im Hinblick auf die thermische Belastbarkeit und damit auf die Nennbelastbarkeit der Systeme.

Hier ein Beispiel:

Bei 2,6 W elektrischer Leistung erreicht die Schwingspule bei einem herkömmlichen Kalottenlautsprecher eine Temperatur von ca. 118 °C (Absolutwert).

Bei Wiederholung des Versuches unter gleichen Bedingungen, jedoch mit FERROFLUID® im Luftspalt, wurde eine Temperatur von nur noch 28 °C gemessen (Bild 3).

An Stelle der Energieableitung durch Wärmestrahlung tritt der direkte Energietransfer durch Wärmeleitung über das Flüssigkeitspolster. Die geringe Wärmekapazität der Schwingspule wird durch die Wärmeleitung des FERROFLUID® auf die große Masse des Magneten und seiner Armierung ausgedehnt.

Und hier noch eine sehr wichtige Eigenschaft der magnetischen Flüssigkeit bei Erreichen der Grenzbelastbarkeit:

Bei steigenden Temperaturen nimmt die Viskosität der Flüssigkeit ab. Wird also das Hochtonsystem durch zu hohe Belastung warm, sollte eigentlich der Schalldruckpegel durch den höheren Schwingspulenwiderstand geringer werden. Da jedoch auch die Dichte der Flüssigkeit abnimmt, wird die mechanische Dämpfung durch die Reibung geringer, somit bleibt also der Schalldruckpegel des Lautsprechers unabhängig von der Belastung in gewissen Grenzen konstant.

DYNAMIC FFL-Kalottenhochtöner mit FERROFLUID® sind mit anderen Worten in gewissen Grenzen überlastungssicher und widerstandsfähig gegenüber auftretenden Kurzzeitüberlastungen.

Der bei den DYNAMIC Kalottenlautsprechern verwendete Füllstoff FERROFLUID® ist bezogen auf die Menge außerordentlich teuer. Ein Liter dieser Flüssigkeit kostet etwa DM 700,00. Dieser hohe Preis hängt mit dem sehr aufwendigen Herstellungsprozeß zusammen, da die Trägerflüssigkeit auf einhundertstel Prozentpunkte hinter dem Komma wasserfrei sein muß, und das Einbringen und Vermischen der Feineisenpartikel mit dem Öl ein sehr aufwendiges Verfahren ist.

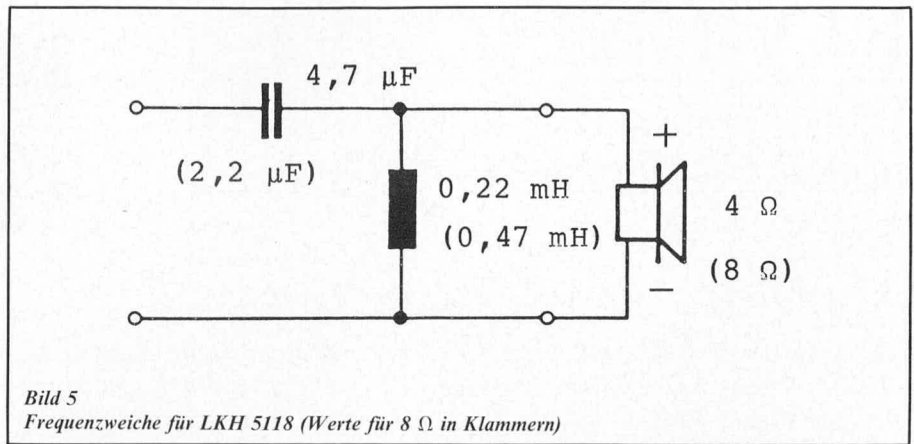


Bild 5
Frequenzweiche für LKH 5118 (Werte für 8 Ω in Klammern)

Je Lautsprecher werden jedoch nur geringe Mengen benötigt, so kann der tatsächliche Mehraufwand in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen gehalten werden.

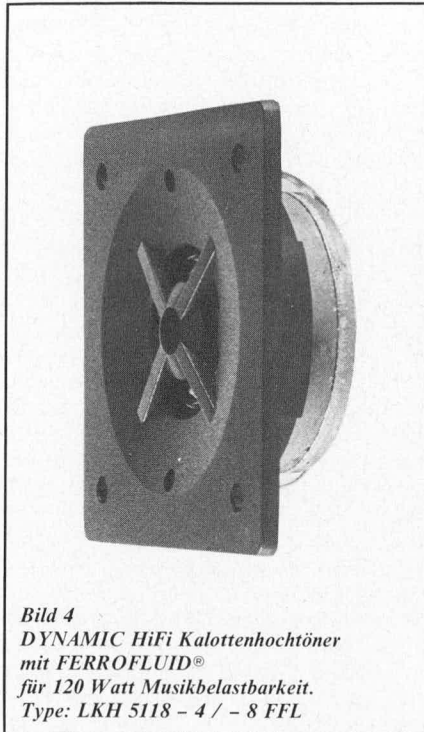


Bild 4
DYNAMIC HiFi Kalottenhochtöner mit FERROFLUID® für 120 Watt Musikbelastbarkeit. Type: LKH 5118 - 4 / - 8 FFL

Lautsprecher, die nach vorstehend beschriebenen Prinzip arbeiten gibt es in verschiedenen Leistungsstufen. In Bild 4 ist der Typ LKH 5118-4/8 FFL dargestellt.

Bild 5 zeigt die dazu passende Schaltung einer Frequenzweiche und in Bild 6 ist der ausgeglichene Frequenzgang zu sehen.

Nachfolgend sind die wirklich beeindruckenden technischen Daten dieses Lautsprechersystems aufgezeigt.

Technische Daten:

- 1) Nennimpedanz:
(DIN 45 570 Bl. 1/DIN 45 573 Bl. 1)
LKH 5118-4 FFL: 4 Ω
LKH 5118-8 FFL: 8 Ω
- 2) Nennbelastbarkeit: 100 W*
(DIN 45 570 Bl. 1/DIN 45 573 Bl. 2)
- 3) Musikbelastbarkeit: 120 W*
(DIN 45 500 Bl. 7)
- 4) Übertragungsbereich: 1,5 kHz – 22 kHz
- 5) Mittlerer Nennschalldruck: 89 dB ± 1 dB
*) nur mit empfohlener Frequenzweiche

Ausstattung:

- FERROFLUID®
- Dämpfungsstern
- Mehrschichtmembrane

Magnetische Daten:

Magnetischer Fluß 175 µWb
Magnetische Energie im Luftspalt: 40,9 mWs

Abmessungen:

Kalottendurchmesser: 18 mm Ø
Trägerplatte: 75 x 75 mm
Einbautiefe: 23 mm
Montageausschnitt: 60 mm Ø
Gewicht: 220 g

DYNAMIC-Lautsprecher werden in Deutschland von der Firma H. G. Schukat Electronic D-4019 Monheim/Rhld. vertrieben, hier ist ein ausführlicher Lautsprecherkatalog erhältlich.

In der Schweiz vertritt die Firma TECHNOTRONIC AG, Postfach 23, CH-3073 Gümligen, die Interessen. Auch hier ist ausführliches Informationsmaterial verfügbar.

Im Versand bietet die Firma Völkner Electronic, Postfach 53 20, D-3300 Braunschweig, diese Lautsprecher an, die je nach Typ teilweise schon für weniger als DM 20,— zu haben sind.

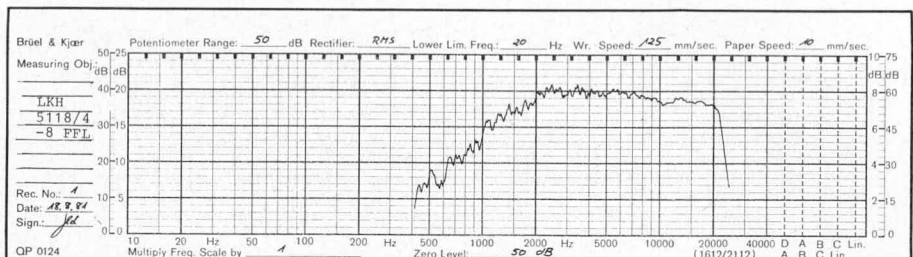


Bild 6
Schalldruck in Abhängigkeit von der Frequenz
Schalldruckkurve DYNAMIC HiFi-Kalottenhochtöner mit FERROFLUID® LKH 5118 - 4 / - 8 FFL

ELV-UNISCOPE

10 MHz-Oszilloskop von ELV-HAMEG)

Teil 5:

Abgleich- und Testanleitung

Dieser Artikel befaßt sich mit der Prüfung und dem Abgleich des ELV-UNISCOPEs. Alle hierfür durchzuführenden Maßnahmen setzen voraus, daß alle in der Bauanleitung beschriebenen Arbeiten richtig ausgeführt wurden.

Vorweg ein wichtiger Hinweis: Aufgrund einer Veränderung an der Netzbuchse mußte die in Bild 4 wiedergegebene Anschlußbelegung geändert werden. Die vier Drähte am Umschalter (rot, gelb, grün und weiß) sind jetzt genau entgegengesetzt anzulöten. Zur Vermeidung weiterer Fehler ist das komplette Anschlußbild untenstehend nochmals dargestellt. Ferner wurde beim wiederholten Studium der Bauanleitung festgestellt, daß einige Kriterien nicht ausführlich genug behandelt wurden. Auf diese wird daher in den folgenden Abschnitten nochmals eingegangen.

a) Optische und mechanische Kontrolle

Wieder bezugnehmend auf die Netzbuchse wird dringend empfohlen, die Anschlüsse nochmals mit der neuen Darstellung zu vergleichen. Den VDE-Vorschriften entsprechend müssen die Drähte vor dem Anlöten durch die Ösen gesteckt und um diese herumgebogen werden. Ferner ist darauf zu achten, daß die kurz zu haltenden Verbindungsdrähte zwischen Trafo und Netzbuchse durch eine Isolierbuchse geführt sind. Zumindest sollte ein dicker Isolierschlauch darübergeschoben sein. Besondere Aufmerksamkeit erfordert auch die Lötöse, welche den Masseanschluß der Netzbuchse mit dem Chassis verbindet. Sie muß eine feste und haltbare Verbindung darstellen. Abschließend ist der Netzkasten mit dem dafür vorgesehenen Plastikdeckel (Rastnocke nach unten) sorgfältig zu verschließen.

Ebenfalls sehr wichtig sind die Sockelanschlüsse der Bildröhre. Zu beachten ist, daß die Anschlüsse 1-5 Hochspannungs-

potential besitzen. Die Anschlußdrähte dafür müssen daher besonders gut isoliert verlegt sein. Alle Anschlüsse sind nochmals mit Bild 5 zu vergleichen. Es wird darauf hingewiesen, daß bei falscher Beschaltung die Bildröhre sofort nach Inbetriebnahme ausfallen kann. Auch sind die Anschlußstifte der Bildröhre sehr empfindlich. Bei unsachgemäßem Aufsetzen der Fassung kann die Röhre ebenfalls zerstört werden. Daher sollte man vorher kontrollieren, ob auch keiner der Stifte verbogen ist. Ein evtl. erforderliches Nachbiegen darf nur sehr behutsam geschehen.

Hinsichtlich der Verbindungen zwischen den einzelnen Leiterplatten ist folgendes zu beachten: Alle Flachbandkabel sind auf einer Seite direkt in die Leiterplatte eingelötet. Auf der anderen Seite werden die abisolierten Drähte einfach in die jeweils dafür vorgesehenen 6poligen Kontaktleisten gesteckt. Nach den bisherigen Erfahrungen gibt es keine Kontaktschwierigkeiten. Im Zweifelsfalle kann aber auch die andere Seite des Flachbandkabels direkt in die Leiterplatte eingelötet werden. Es ist zu beachten, daß keines der Flachkabel verdreht sein darf. Die Anschlußfolge verläuft immer parallel mit der Gegenseite. Zum Abschluß der optischen Kontrolle ist noch die Lage der Bauteile zu überprüfen. Dabei ist es besonders wichtig, daß die auf der Hauptleiterplatte befindlichen Tastenschalter richtig bis an die Begrenzung eingedrückt angelötet sind. Andernfalls können in Verbindung mit den Schubstangen mechanische Störungen auftreten. Weiterhin sollte man kontrollieren, ob auch alle Elkos sowie andere große Kondensatoren richtig auf der Leiterbahnplatte aufsitzen. Dabei ist auch nochmals die richtige Polarität der



Elkos zu überprüfen. Dies hat besonders sorgfältig zu geschehen, da oftmals die falsche Polarität eines kleineren Elkos nicht unbedingt zum Versagen des Gerätes führen muß, aber dennoch verschiedene Funktionen beeinflussen kann, was nicht immer sofort bemerkt wird. Eine außerdem noch wichtig erscheinende Kontrolle ist die Überprüfung der Typen- und Seitenrichtigkeit aller Transistoren und IC's. Dies sollte unbedingt anhand der Bestückungspläne erfolgen.

Im Anschluß an die optischen Kontrollen sollte eine Überprüfung der Drehmomente aller Schalter und Regler erfolgen. Außerdem ist festzustellen, ob die Bildröhre am Frontchassis an allen vier Seiten in Gummi gelagert ist. Die Schirmfläche der Bildröhre muß etwa 24 mm aus dem Frontchassis herausragen. In dieser Lage muß die Röhre relativ festsitzen. Auch sollte man unbedingt versuchen, an der Bildröhrenfassung zu wackeln. Läßt sie sich hin und her bewegen, ist wahrscheinlich der Gummiring um den Röhrenhals zu weit vorn. Die Röhre muß dann nochmals herausgenommen werden. Röhrenfassung dabei vorsichtig und an allen Seiten gleichmäßig abziehen. Der Gummiring ist dann so weit nach hinten zu schieben, bis der Röhrenhals sich nicht mehr bewegen kann. Dabei darf nach wie vor die Bildschirmfläche nicht mehr als 24 mm aus dem Chassis herausstehen. Ein weiteres Kriterium ist auch die Lage der Tastenknöpfe. Sollten einer oder mehrere an der Seite schleifen, kann man sich durch leichtes Verbiegen der Schubstangen behelfen. Beim Anschrauben der Drehknöpfe ist darauf zu achten, daß diese nicht auf der Frontplatte aufsitzen, da sie sonst evtl. Schleifspuren hinterlassen. Es ist zu empfehlen, die Frontplatte nicht vor Beendigung aller Prüf- und Abgleicharbeiten aufzusetzen.

b) Erstes Einschalten

Vorsorglich werden zuerst alle Einstelltrimmer auf den Leiterplatten ungefähr auf Bereichsmitte gedreht. Das gleiche ist auch für die beiden Positionsregler erforderlich. Die Stellungen der Drehschalter sind weniger kritisch. Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist mit Hilfe eines Ohmmeters festzustellen, daß zwischen Netzkreis und Chassis keine Verbindungen bestehen. Für das erste Einschalten wäre es vorteilhaft, wenn ein Regeltransformator zur Verfügung

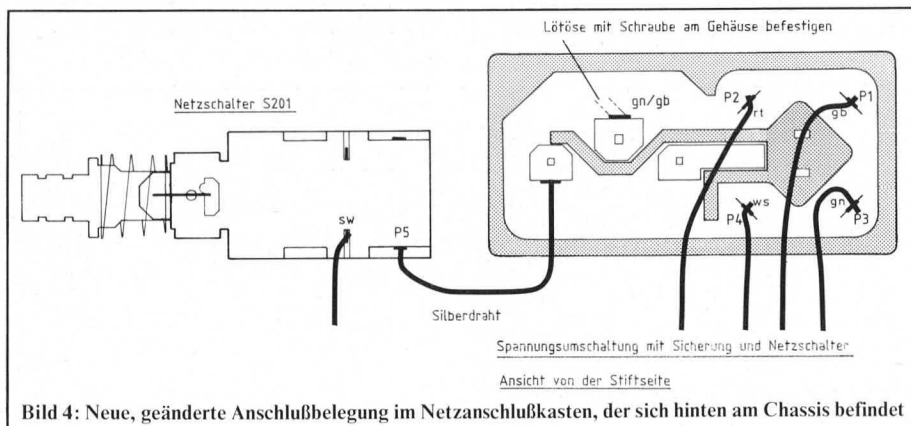


Bild 4: Neue, geänderte Anschlußbelegung im Netzanschlußkasten, der sich hinten am Chassis befindet

stünde. Die Netzspannung kann dann langsam hochgefahren werden. Z. B. ist es dann möglich, bei ca. 50–55 V festzustellen, ob auch alle Trafospaltungen der Sekundärseite verhältnismäßige Spannungen (in diesem Fall ca. 25 % ihres Sollwertes) aufweisen. Hierzu ist natürlich ein Wechselspannungen anzeigendes Multimeter erforderlich. Die gleichen Messungen sollte man bei etwa 110 V wiederholen. Es müßten dann etwa 50 % der Sollwerte vorhanden sein. Es ist vorteilhaft, jetzt auch schon die am Elko C 205 (47 uF/250 V liegend) auftretende Gleichspannung zu messen. Bei 110 V sollen dort ca. +110 V anliegen. Vorausgesetzt, daß im Gerät keine namhaften Kurzschlüsse sind, muß jetzt auch bereits die neben der Netztaaste sitzende Betriebsanzeige leuchten. Sind die obengenannten Werte vorhanden, kann die Netzspannung bedenkenlos auf 220 V erhöht werden. Die Spannung am Elko C 205 muß dabei gleichzeitig auf ca. 200 V ansteigen. Zur Kontrolle des gesamten Spannungshaushaltes werden nun alle an der Checkleiste auf der Hauptleiterplatte liegenden Spannungen der Reihe nach durchgemessen. Abweichungen der niederen Spannungen unter 5 % sind zunächst uninteressant. Für die Messung der Hochspannung (1,8 kV) ist unbedingt ein entsprechend spannungsfestes Meßgerät zu verwenden. Wenn der Eingangswiderstand des verwendeten Voltmeters bekannt ist, kann ein entsprechender Vorwiderstand selbst gebaut werden. Dies ist jedoch nur sinnvoll, wenn der Gesamtwiderstand (Meßgerät + Vorwiderstand) mindestens 10 MΩ beträgt. Anderenfalls werden die 1,8 kV zu stark belastet und sind nicht mehr exakt meßbar. Da die Hochspannung mit dem R-Trimmer R 211 auf der Zeitbasisplatte genau eingestellt werden muß, ist die Messung unerläßlich. Wie aus den Bestückungsplänen ersichtlich, befindet sich die Hochspannungserzeugung auf der Zeitbasisplatte. Der Entnahmepunkt für die 1,8 kV-Spannung liegt leider durch verschiedene Umstände bedingt am oberen Rand der Leiterplatte und ist daher bei unvorsichtiger Handhabung des Gerätes leicht zu berühren. Die Zone über dem braunen Kondensator (C 208) sollte deshalb nach dem Anlöten der Hochspannungsleitung zur Basisleiterplatte unbedingt mit Hilfe eines aufgeklebten Isolierstückes berührungssicher abgedeckt werden.

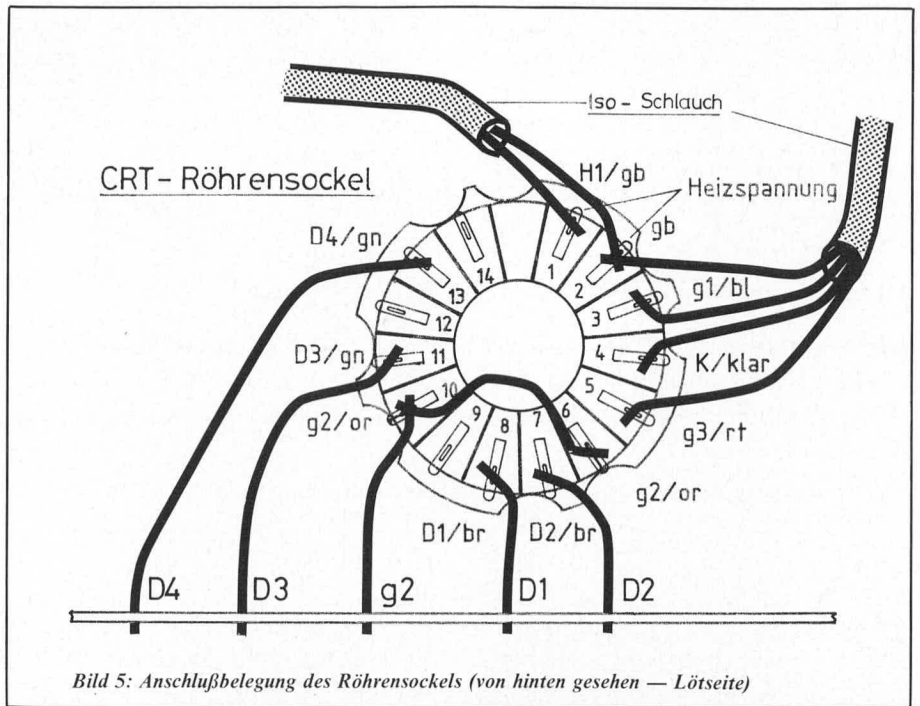


Bild 5: Anschlußbelegung des Röhrensockels (von hinten gesehen — Lötseite)

Sollte eine der Spannungen auf der Checkliste mehr als 5 % von ihrem Sollwert abweichen, muß ein Fehler vorliegen. Dieser ist dann auf jeden Fall erst zu beseitigen. Sehr wichtig und aufschlußreich sind die Plattenspannungen der Bildröhre. Sind beide Spannungen eines Plattenpaares stark unsymmetrisch, deutet dies auf einen Fehler in der dazugehörigen Ablenkeinrichtung hin. Die Ursache für eine gewisse Unsymmetrie kann aber auch an der seitlich eingestellten Position des betreffenden Ablenkteiles liegen. Es ist daher immer nochmals zu versuchen, die angestrebte Symmetrie mit Hilfe des entsprechenden Positions-Reglers zu erreichen. Ist das Auffinden des Fehlers schwierig, sollte man zunächst auf Komponententest umschalten. Durch Drücken der Komponententest-Taste werden die komplizierteren Teile beider Ablenkeinrichtungen abgeschaltet. Es sind dann nur die beiden Endstufen mit der Vorstufe des Komponententesters in Betrieb. Dabei erkennt man eindeutig, ob irgendwelche Fehler vor oder in den Endstufen zu suchen sind. Wenn der Bildröhrenkreis und die Endstufen in Ordnung sind, muß bei genügend aufgedrehtem Helligkeitsregler immer ein ca. 6 cm langer waagerechter Strahl zu sehen sein. Ande-

renfalls sind Fehler in diesen einfachen Stufen relativ leicht zu finden. Ergibt sich beim Umschalten auf Oszilloskopbetrieb, daß die Spannungen an den Y-Platten unsymmetrisch werden und dies mit dem Y-Pos.-Regler auch nicht kompensiert werden kann, ist der Y-Vorverstärker zu untersuchen. Meist handelt es sich dabei um durch Halbleiter oder Kurzschlüsse hervorgerufene Unsymmetrien. Ein leicht anzuwendendes Verfahren für die Fehlersuche ist u. a. das Herausziehen des Doppel-FETs und des IC's $\mu A 733$. Ist die Unsymmetrie damit behoben, liegt der Fehler in einer dieser beiden Stufen; anderenfalls dahinter. Fehler in der Zeitbasis sind in der Regel schwieriger zu finden. Hierfür ist in erster Linie ein genaues Durchmessen aller Spannungswerte zu empfehlen. Dabei ist auch an evtl. defekte IC's zu denken.

c) Der Abgleich

Ist auf dem Bildschirm die Zeitlinie sichtbar und ist diese mit den Positionsreglern hin und her zu bewegen, kann mit dem Abgleich begonnen werden.

Hierfür ist ein 1 kHz-Rechteck-Generator mit ca. 20 V_{ss} Ausgangsamplitude erforderlich.

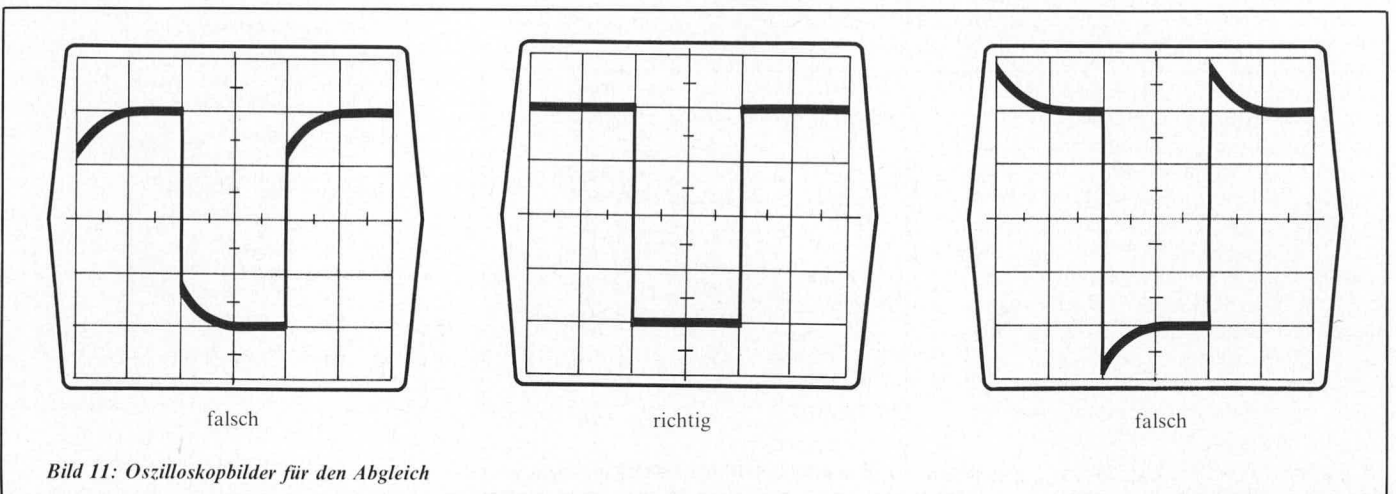


Bild 11: Oszilloskopbilder für den Abgleich

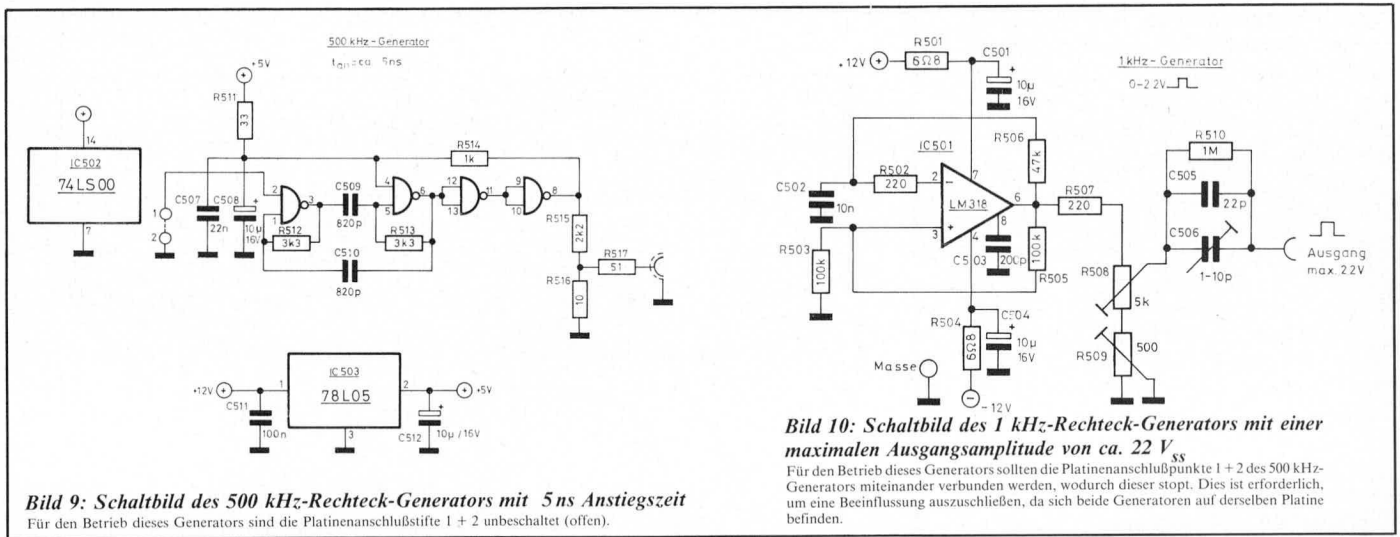


Bild 9: Schaltbild des 500 kHz-Rechteck-Generators mit 5 ns Anstiegszeit
Für den Betrieb dieses Generators sind die Platinenanschlußstifte 1 + 2 unbeschaltet (offen).

Bild 10: Schaltbild des 1 kHz-Rechteck-Generators mit einer maximalen Ausgangsamplitude von ca. 22 V_{SS}

Für den Betrieb dieses Generators sollten die Platinenanschlußpunkte 1 + 2 des 500 kHz-Generators miteinander verbunden werden, wodurch dieser stoppt. Dies ist erforderlich, um eine Beeinflussung auszuschließen, da sich beide Generatoren auf derselben Platine befinden.

Steht kein Generator dieser Art zur Verfügung, kann teilweise die in Bild 10 dargestellte Schaltung nachgebaut werden. Es handelt sich dabei um einen selbstschwingenden Operationsverstärker, der eine Rechteckspannung von max. ca. 22 V_{SS} abgibt. Die erforderlichen Versorgungsspannungen (+12 V und -12 V) werden der Checkleiste des ELV-UNISCOPEs entnommen. Ist sichergestellt, daß 1 cm hohe Signale einwandfrei getriggert werden, sollte mit dem Abgleich des Y-Verstärkers begonnen werden. Zuvor ist jedoch noch die DC-Balance des Y-Verstärkers einzustellen. Dies kann aber erst nach Erreichen der normalen Betriebstemperatur bzw. etwa 20 Minuten nach dem Einschalten erfolgen. Der Abgleich ist an dem links neben dem Y-Pos.-Regler sitzenden R-Trimmer möglich. Während der Einstellung wird der Y-Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich die Strahlage dabei nicht mehr verändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt.

1. Abgleich des Y-Verstärkers

Zuerst wird die Verstärkung mit dem Trimmer R 027, auf der Leiterplatte des Y-Vorverstärkers, eingestellt. Hierfür wird eine Gleichspannungsquelle benötigt. Steht diese nicht zur Verfügung, kann die doppelt stabilisierte 5 Volt-Spannung des Gerätes verwendet werden. Allerdings ist dann vorher mit einem genauen Voltmeter zu kontrollieren, wie weit diese von ihrem Sollwert abweicht. Fehler größer als 2% sind beim Abgleich entsprechend zu berücksichtigen. Der Teilerschalter ist dann auf 1 V/cm zu schalten. Danach wird die Strahllinie mit dem Y-Pos.-Regler auf genau 3 cm unter Bildschirmmitte, d. h. auf den unteren Bildrand eingestellt. Nun wird mit der dem Gerät entnommenen 5 Volt-Spannung der Strahl nach oben ausgelenkt. Dabei muß die erste Taste auf DC stehen. Mit Hilfe des R-Trimmers R 027 wird der Strahl auf 2 cm oberhalb der Mittellinie eingestellt. Wie bereits erwähnt, ist dabei ein evtl. ausgemessener Fehler entsprechend zu berücksichtigen. Es ist möglich, daß bei der Einstellung ein gewisser Nachzieheffekt auftritt. Daher muß der Abgleich mehrmals wiederholt werden. Für die Übertragungsgüte des Y-Verstärkers ist es erforderlich, daß der Abgleich für die höheren Frequenzbereiche mit Hilfe eines

schnellen Rechtecks erfolgt. Die Anstiegszeit desselben sollte nicht größer als 5 ns sein. Ein entsprechender Bausatz wird in Kürze von ELV zur Verfügung stehen. Es kann aber auch ein entsprechender 500 kHz-Rechteck-Generator nach der Schaltung in Bild 9 aufgebaut werden. Mit diesem kann an den Trimmern C 033 und R 048, die sich auf der Basisleiterplatte befinden, auch auf schnelles Rechteck abgeglichen werden. Da beide Trimmer voneinander abhängig sind, ist der Abgleichvorgang mehrmals durchzuführen. Richtig abgeglichen darf das Rechteck am oberen Teil der Flanke weder Überschwingungen noch sichtbare Verwindungen aufweisen (Bild 11).

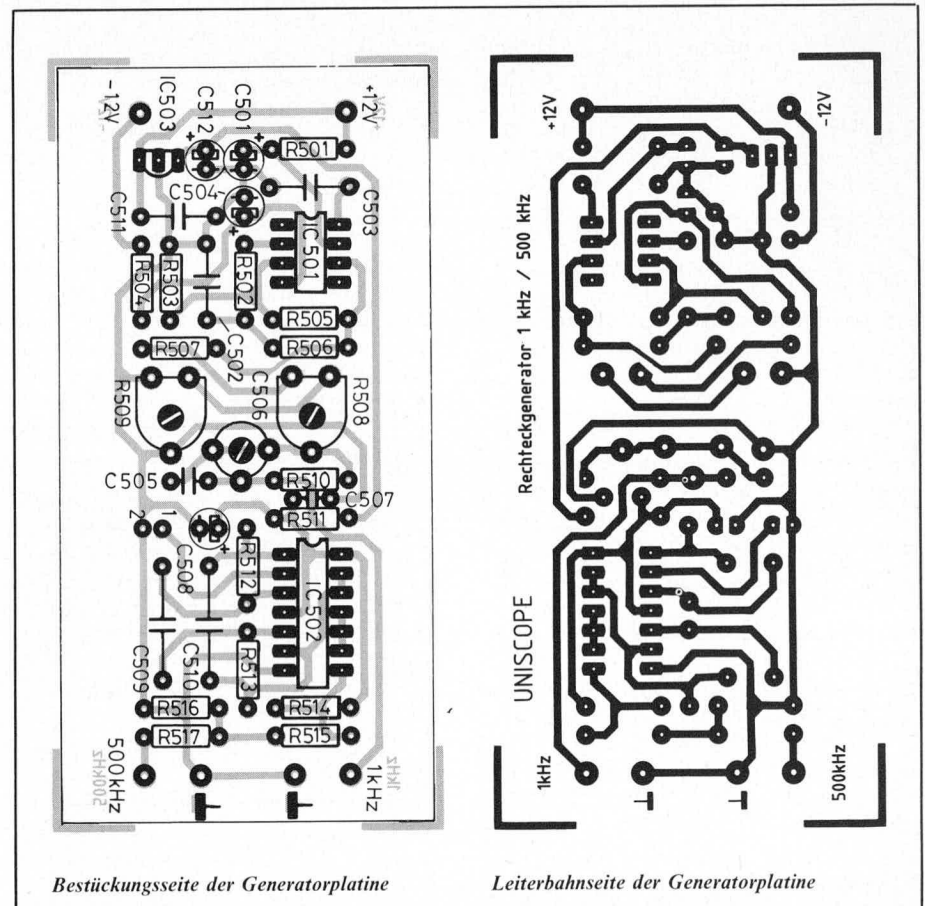
2. Abgleich des Eingangsteilers

Die Übertragungsgüte des Meßverstärkers ist weitgehend auch vom Eingangsteiler

abhängig, welcher zu den kritischsten Teilen eines Oszilloskops gehört. Das Problem liegt dabei hauptsächlich in der Hochohmigkeit, welche die Auswirkungen von Streukapazitäten stark begünstigt, deshalb ist der Abgleich sehr sorgfältig durchzuführen.

Der gesamte Teiler hat 12 Stellungen, wovon jedoch nur die Positionen 10 mV, 20 mV und 50 mV so wie 0,5 V und 5 V abzugleichen sind, alle anderen werden nur kontrolliert.

Jeder abzugleichenden Stellung sind zwei Trimmer zugeordnet. Obwohl sich beide gegenseitig beeinflussen, ist ihre Wirkung doch sehr unterschiedlich. Der Abgleich des einen bezieht sich hauptsächlich auf die Flanke des darzustellenden Rechtecks, während der andere mehr den Anfang des Daches verändert.



Bestückungsseite der Generatorplatine

Leiterbahnseite der Generatorplatine

Letztere bestimmen auch gleichzeitig, was sehr wichtig ist, die Impedanz des Eingangsteilers. Sie muß unbedingt in jeder Position gleich sein.

Zum Abgleich wird jetzt der in Bild 10 dargestellte 1 KHz-Rechteckgenerator verwendet, der sich mit auf derselben Zusatzplatine befindet, wie auch der 500 kHz-Generator. Diese Platine wird nicht ins Gerät eingebaut. Sie dient **nur** dem Abgleich.

Die zur Speisung notwendigen +12 V und -12 V werden der Checkleiste auf der Basisleiterplatte des Oszilloskops entnommen. Es genügt, wenn die Zuführungsleitungen einfach etwas verzinnt und in die Kontaktleiste gesteckt werden. Danach wird der Generator mit dem BNC-Stecker auf die Eingangsbuchse des Meßverstärkers gesetzt. Damit sind alle vorbereitenden Arbeiten abgeschlossen.

Auf der Generatorplatte befinden sich zwei R- und ein C-Trimmer. Die Stellungen der R-Trimmer bestimmen die Ausgangsamplitude des Generators. Sie werden zunächst beide bis zum linken Anschlag zuge dreht. Das Ausgangssignal beträgt dann ca. 15-20 mV. Die Folgefrequenz liegt bei ca. 1 kHz.

Ist das Oszilloskop eingeschaltet, kann der Abgleich beginnen.

Zunächst wird der Zeitbasisschalter auf 0,5 ms oder 1 ms eingestellt. Dann wird in der 5 mV Position des Eingangsteilers mit dem C-Trimmer der Generatorplatte auf exaktes Rechteck abgeglichen. Richtig eingestellt dürfen am oberen Flankenende weder Spitzen noch Verrundungen sichtbar sein. Damit ist der am Generator befindliche Verteiler an die Basisimpedanz des Meßverstärkers angepaßt (Bild 11).

Nunmehr ist der Eingangsteiler auf 10 mV zu schalten. Die dabei etwa auf die Hälfte abfallende Signalamplitude ist dann mit dem linken R-Trimmer des Generators wieder auf ca. 4 cm Bildhöhe einzustellen. Jetzt wird der mit den ersten zwei Trimmern des Eingangsteilers C 017 und C 018 wiederum auf exaktes Rechteck (Bild 11, mitte) abgeglichen.

Wie bereits erwähnt beeinflusst der eine das Dach und der andere die Flanke des Rechtecks (Bild 12 + Bild 13).

Auch in der nächsten Stellung (20 mV) wird mit dem linken R-Trimmer erst wieder die Amplitude erhöht und anschließend mit den Trimmern C 020 und C 021 der Abgleich des Rechtecks durchgeführt. Das gleiche gilt auch für die 50 mV-Stellung mit den Trimmern C 003 und C 004.

Für die Positionen 0,1 V und 0,2 V ist kein Abgleich möglich. Sie werden nur kontrolliert. Bezüglich der Güte des Rechtecks sind in den nicht abgleichen Stellen öfter kleine Kompromisse zu machen. Manchmal erkennt man dabei aber auch Fehler, die beim vorhergehenden Abgleich anderer Teiler gemacht wurden.

Eine Erhöhung der Signalamplitude mit dem linken R-Trimmer ist nur in den ersten 4-5 Stellungen möglich, für den weiteren

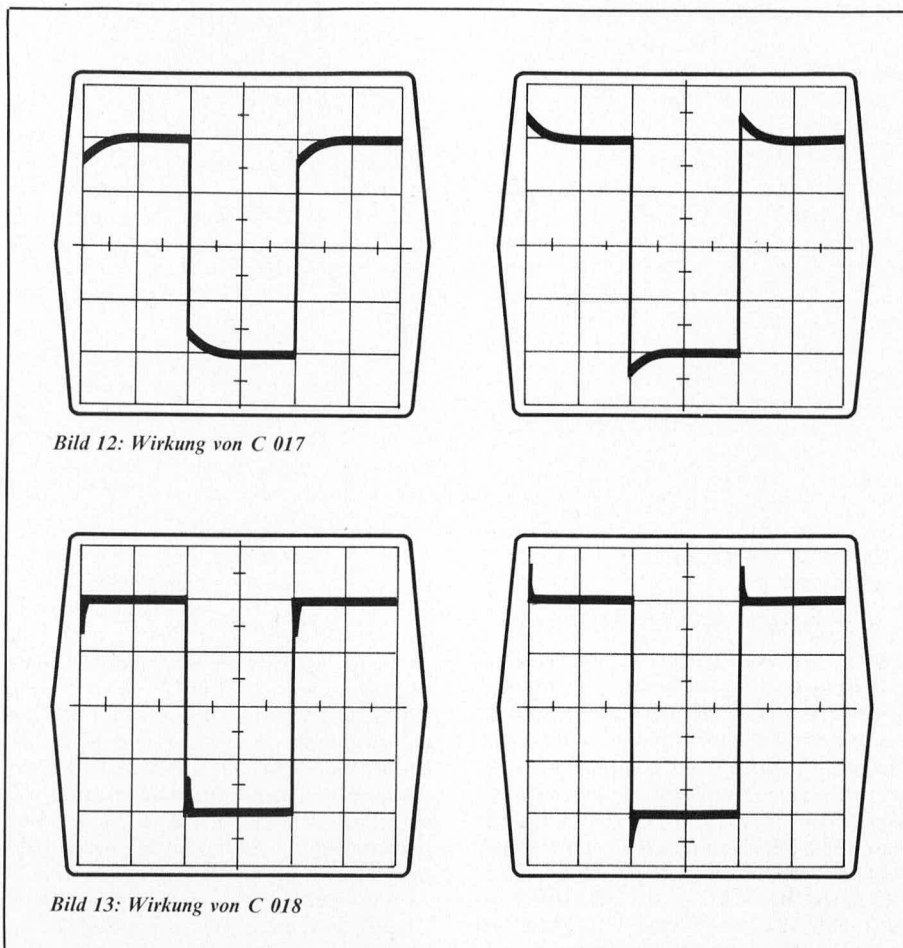


Bild 12: Wirkung von C 017

Bild 13: Wirkung von C 018

Abgleich ist dann der rechte R-Trimmer des Generators zu benutzen.

Nun wird auf 0,5 V weitergeschaltet und nach Erhöhung des Signals mit den Trimmern C 007 und C 008 erneut auf exaktes Rechteck abgeglichen.

In den Stellungen 1 V und 2 V wird wieder nur kontrolliert.

Als letzte abzugleichende Position werden in Stellung 5 V die Trimmer C 011 und C 012 eingestellt.

Bei 10 V und 20 V wird wiederum nur kontrolliert. Wobei eine verringerte Signalamplitude in Kauf zu nehmen ist.

Als Kompromiß kann noch der Y-Feinregler aufgedreht werden. Will man sicher sein, daß der Eingangsteiler wirklich optimal abgeglichen ist, sollte man den ganzen Abgleichvorgang nochmals wiederholen.

3. Einstellung des Kalibrators und Componententesters

Der Kalibrator soll normalerweise 200 mV Rechteck abgeben. D. h., legt man diese über einen 10:1 Tastkopf an den Eingang des Meßverstärkers, muß in Stellung 5 mV bei kalibrierter Feinreglung ein exakt 4 cm hohes Signal aufgezeichnet werden. Der Abgleich kann mit dem R-Trimmer R 407, der sich auf der Basisleiterplatte befindet, erfolgen.

Vorbedingung ist natürlich, daß die Verstärkung richtig eingestellt ist. Am Componententester wird nur die vertikale Position der Strahllinie eingestellt. Nach Drücken der Komponententaste, wird diese am R-Trimmer R 149 auf der Basisleiterplatte reguliert.

4. Abgleich Trigger und Zeitbasis

Für die Triggerung ist nur die \pm Symmetrie einzustellen. Dies ist besonders bei kleinen Bildhöhen von Bedeutung.

Man kann dafür den ELV-Generator verwenden. Mit dem auf der Basisleiterplatte befindlichen R-Trimmer R 102 wird bei etwa 3-4 mm Bildhöhe und gleichzeitig ständigem Umschalten der \pm Polarität auf in beiden Stellungen stehendes Bild abgeglichen.

Der Abgleich der Zeitbasis beginnt mit der Einstellung des Opto-Kopplers. Sie ist relativ unkritisch.

Der Trimmer R 313, ebenfalls auf der Basisleiterplatte, ist so einzustellen, daß die Zeitlinie in allen Zeitbasisstellungen über die ganze Strahlänge gleiche Helligkeit aufweist. Andernfalls können am Anfang der Linie helle Punkte auftreten oder sie erscheint verkürzt. Oftmals zeigen sich diese Fehler erst nach einer gewissen Anwärmzeit.

Für den Abgleich der Zeitbasis wird ein relativ frequenzgenauer Generator bis ca. 1 MHz benötigt. In Kürze wird auch von ELV ein quarzkontrollierter Generator, natürlich entsprechend preiswert, als Bausatz lieferbar sein.

Für den Abgleich der Basisstellung (50 μ s/cm) wird ein 20 kHz Signal benötigt. Mit dem R-Trimmer R 162 auf der Zeitbasisplatte ist dann genau auf 1 cm pro Kurvenzug einzustellen.

Dabei muß der Zeitfeinregler unbedingt in seiner kalibrierten Stellung stehen. Alle anderen Bereiche sind nur zu kontrollieren.

Beginnend bei 0,5 μ s nach unten gehend, werden folgende Frequenzen benötigt: 2 mal 1 MHz, 500 kHz, 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 20 Hz, 10 Hz und 5 Hz.

Es ist möglich, daß die unteren 6 Bereiche zu hoch liegen, weil der für diese Stellungen zuständige Kondensator theoretisch etwas zu klein ist. In diesem Fall muß der Kondensator C 125 von 2,2 μ F durch Zusatzkapazitäten auf 2,44 μ F vergrößert werden. Der für die Zusatzkapazitäten benötigte Platz ist auf der Zeitbasis-Leiterplatte bereits vorgesehen. Wird bei der Kontrolle der Zeitbereiche festgestellt, daß alle Toleranzen nur nach einer Seite liegen, ist zu empfehlen, den für die Basisstellung zuständigen Trimmer R 162 nochmals zu korrigieren. Die Toleranzen sollten dann auf beide Seiten verteilt sein.

5. Einstellung des Astigmatismus

Auf dem hinteren Teil der Basisleiterplatte, unterhalb der Bildröhre befindet sich der R-Trimmer R 321, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann. Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. 90 V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Während des Abgleichs muß der FOKUS-Regler ständig hin und her gedreht werden, bis sich die Punktform rechts und links vom FOKUS-Punkt nicht mehr verändert. Dabei ist zu beachten, daß sich Fokus-Einstellung und Astigmatismuskorrektur gegenseitig beeinflussen. Nach der Einstellung sollte nochmals eine Rechteckkontrolle vorgenommen werden. Die letzte Einstellung muß immer am Fokusregler erfolgen.

6. Einstellung der minimalen und maximalen Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der Basisleiterplatte unterhalb des vorderen Teils der Bildröhre zwei 500 k Ω Trimmer (R 309 und R 310). Diese dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung!). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen evtl. mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter Hor. ext-Taste verdunkelt werden kann.

7. Korrektur der Strahlage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von ± 5 Grad zwischen der X-Ablenkplattenebene D1-D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß der mit TR bezeichnete Trimmer nachgestellt werden. Dieser befindet sich im Bedienfeld unter der Bildröhre. Im allgemeinen ist der Strahlbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem TR-Trimmer etwa schräg nach beiden Seiten um die Rastermittellinie einstellen läßt.

Testplan

1. Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des ELV-UNISCOPEs zu überprüfen. Aus dem Test evtl. resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Inneren des Gerätes sind in der Abgleichanleitung beschrieben.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst beide Knöpfe mit Pfeilen in Kalibrierstellung „C“ stehen. Keine der Tasten (außer der Netztaсте) soll eingedrückt sein. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

2. Strahlröhre:

Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung:
Die Strahlröhre im ELV-UNISCOPE hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen, sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der stark vergrößerten Empfindlichkeit des Meßverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des Instens.-Einstellers der Strahl gerade verläßt, und bei Rechtsanschlag die Schärfe noch akzeptabel ist. Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste Hor. ext. muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen. Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsänderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei maximaler Helligkeit kein „Pumpen“ des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die R-Trimmer für Hochspannung, minimale und maximale Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Bauanleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirmes betroffen. Diese Grenzwerte werden ständig überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Röhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

3. Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei derselben FOKUS-Knopfeinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 500 kHz).

Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschaltetem Y-Eingang (Stellung GD) und gedrückter Taste Hor. ext. wird mit dem FOKUS-Einsteller mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form (nicht die Größe) des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund, oval oder eckig, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleichbleiben. Für die Astigmatismuskorrektur (senkrechte Schärfe) befindet sich im Gerät ein R-Trimmer von 100 k Ω (siehe Abgleichplan und Bauanleitung).

4. Symmetrie- und Drift des Meßverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen vom Y-Vorverstärker bestimmt. Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bauanleitung beschrieben.

Eine Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Regelbereich des Y-POS.-Reglers möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinus-Signal von etwa 50 Hz bis 100 kHz. Es kann auch ein Rechtecksignal verwendet werden, wenn es gut symmetrisch ist. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 6 cm der Y-POS.-Regler nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleichgroß sein.

Unterschiede bis 1 cm sind noch zulässig (Signalanpassung dabei auf AC). Mögliche Ursachen und Korrekturen der Unsymmetrie sind in der Bau- und Abgleichanleitung beschrieben.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa 10 Minuten Einschaltzeit wird der Strahl (ohne Eingangssignal) exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die vertikale Strahlage um nicht mehr als 5 mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Einzeldaten des Doppel-FET's im Eingang des Meßverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von den am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflusst. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des Y-Eingangsteilers über alle Stellungen die vertikale Strahlage insgesamt mehr als 0,5 mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

5. Kalibration des Meßverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Ausgangsöse CAL. gibt eine Rechteckspannung von 0,2 V_{ss} ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Ausgangsöse und dem Eingang des Meßverstärkers (Taste AC/DC gedrückt, Feinsteller auf „C“) her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung 50 mV/cm 4 cm hoch sein. Abweichungen von max. 1,2 mm (3%) sind gerade noch zulässig.

Wird zwischen Ausgangsöse und Meßeingang ein Tasteteiler 10:1 geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung 5 mV/cm ergeben. Bei größeren Toleranzen

zen sollte man erst klären, ob die Ursache im Meßverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischen-geschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein, oder zu hohe Toleranzen haben.

Gegebenenfalls ist die Kalibration des Meßverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (DC Eingangskopplung — Taste AC/DC gedrückt). Die Strahl-lage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkoeffizienten verändern.

6. Übertragungsgüte des Meßverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist mit Hilfe des 500 kHz-Rechteckgenerators mit kleiner Ansteigzeit (ca. 5 ns) und des eingebauten 1 kHz Kalibrators möglich.

Die Verbindung zwischen 500 kHz-Generator-Ausgang und dem Vertikaleingang des ELV-UNISCOPEs muß direkt (also ohne Zwischenschaltung eines Kabels) erfolgen.

Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 500 kHz und einer Bildhöhe von 4–5 cm, kein Überschwingen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein.

Bei den angegebenen Frequenzen 500 kHz und 1 kHz dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. (Ablenkoeffizient 5 mV/cm; Signalkopplung auf DC). Im allgemeinen treten nach dem einmal erfolgten Abgleich des Gerätes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann.

Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Der vor dem Verstärker sitzende Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit dem 1 kHz-Rechteckgenerator 0–22 V_{ss} erkannt. Es ist empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen des Eingangsteilers zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan). Der im 1 kHz-Rechteckgenerator eingebaute Vorteilertrimmer wird in Stellung 5 mV/cm auf die Eingangsimpedanz des ELV-UNISCOPEs abgeglichen (Signalkopplung auf DC; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschrägen, Bildhöhe etwa 4 cm). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerherstellung gleich sein.

7. Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim ELV-UNISCOPE sollte sie bei 3 mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Störpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten.

Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50 Hz und 1 MHz. Dabei soll automatische Triggerung AT benutzt werden. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung NORM. und LEVEL-Einstellung vorhanden ist. Durch Drücken der +/- Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen.

Das ELV-UNISCOPE muß bei einer Bildhöhe von etwa 5 mm Sinussignale bis 30 MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Trig. ext.-Taste gedrückt) sind frequenzabhängig etwa 0,5 V_{ss} bis 1 V_{ss} Signalspannung an der BNC-Buchse erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur bei gedrückter Taste TV ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur mit ungedrückter Taste TV auf die Zeilenfrequenz getriggert werden. Steht kein Videosignal zur Verfügung, so kann die TV-Triggerung mit der Netz- und der Kalibrationsfrequenz untersucht werden. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die Stellung TV keinen Einfluß auf die Triggerung haben.

Beim 1 kHz Kalibrationssignal muß sich hingegen der minimale Spannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

8. Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die Zeitlinie 7 cm lang ist. Andernfalls kann sie am R-Trimmer für die Sweepamplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden.

Diese Einstellung sollte bei der Timebase Schalterstellung 50 µs/cm erfolgen.

Vor Beginn der Zeitbasiskontrolle ist der Zeitfeinregler auf „C“ einzurasten, dies gilt, bis dessen Änderungsbereich kontrolliert wird. Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit den Y-POS.- und X-POS.-Einstellern auf horizontale Rastermitte zentrieren und Timebase auf 200 ms stellen (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!).

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als ±1% sein. Die Zeitwerte des ELV-UNISCOPEs werden zwar mit ±5% angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser.

Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mindestens 7 Schwingungen d. h., alle 1 cm ein Kurvenzug, abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe des X-POS.-Einstellers die Spitze des ersten Kurvenzugs genau hinter die linke erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche 20 und 10 ms/cm mit Netzfrequenz 50 Hz kontrol-

lieren. Es wird dann bei 20 ms/cm alle 1 cm und bei 10 ms/cm alle 2 cm ein Kurvenzug abgebildet.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Zeitablenkbereich benötigt werden.

200 ms/cm	–	5 Hz
100 ms/cm	–	10 Hz
50 ms/cm	–	20 Hz
20 ms/cm	–	50 Hz
10 ms/cm	–	100 Hz
5 ms/cm	–	200 Hz
2 ms/cm	–	500 Hz
1 ms/cm	–	1 kHz
0,5 ms/cm	–	2 kHz
0,2 ms/cm	–	5 kHz
0,1 ms/cm	–	10 kHz
50 µs/cm	–	20 kHz
20 µs/cm	–	50 kHz
10 µs/cm	–	100 kHz
5 µs/cm	–	200 kHz
2 µs/cm	–	500 kHz
1 µs/cm	–	1 MHz
0,5 µs/cm	–	2 MHz

Dreht man den Zeitfeinregler bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug mindestens 2,5 cm horizontaler Länge (Messung bei 50 µs/cm).

9. Korrektur der Strahl-lage

Die Rechteckstrahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von ±5 Grad zwischen der X-Ablenkplattenebene D1–D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters.

Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß der mit TR bezeichnete R-Trimmer auf dem Bedienfeld unter dem Bildschirm nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahl-linie mit dem TR-Trimmer etwas schräg nach beiden Seiten um die Rastermittellinie einstellen läßt. Beim ELV-UNISCOPE mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von ±0,82 Grad (1 mm Höhenunterschied auf 7 cm Strahllänge), zur Erdfeldkompensation.

10. Sonstiges

Steht ein Regeltrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das Verhalten bei Netzspannungsänderungen überprüft werden. Zwischen 200 V und 240 V dürfen sich weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Für die Funktionsprüfung des Komponenten-Testers wird die Taste „CT“ gedrückt. Darauf hin muß sich eine 5–6 cm lange horizontale Linie zeigen. Schließt man die beiden „CT“ Buchsen kurz, muß ein vertikaler Strich sichtbar sein. Korrekturen sind nicht möglich. Im Falle starker Abweichungen muß ein Defekt vorliegen.

Wurden alle in dieser Anleitung beschriebenen Arbeiten sorgfältig ausgeführt, wird das ELV-UNISCOPE für den Anwender stets eine wertvolle Hilfe sein.

Grundbauelemente der Elektrotechnik

Teil 1

In den folgenden Teilen dieser Serie wird die Funktion von Bauelementen behandelt, die in der Elektrotechnik Verwendung finden. Es sollen der Aufbau, die Funktion und die Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Das Lesen von Stromlaufplänen und damit die Erkenntnis der elektrischen Funktion eines Gerätes kann nur erfolgen, wenn der Bearbeiter gute Kenntnisse über die Aufgabe und die Funktion der dabei verwendeten Bauteile besitzt.

1. Widerstände

Ein Ohmscher Widerstand, wie wir ihn prinzipiell bereits kennen, in einem Stromkreis begrenzt den Stromfluß, es tritt an ihm ein Spannungsabfall auf. Die am Widerstand verbrauchte Leistung wird in Wärme umgesetzt.

1.1 Ausführungsformen von Widerständen

Für Ohmsche Widerstände gibt es eine Vielzahl der Bauformen. Durch die jeweiligen Anforderungen wird die Ausführung des zum Einsatz kommenden Widerstandes bestimmt.

Nachstehend soll etwas näher auf die gebräuchlichsten Bauformen eingegangen werden.

1.1.1 Festwiderstände

Diese Widerstände haben einen unveränderbaren Wert, der durch die Draht- bzw. Schichtlänge, den Querschnitt und das Material bestimmt ist. Festwiderstände verwendet man z. B. als Vor- und Nebenzwiderstände in Meßschaltungen, als Spannungsteiler, in Funkenlöschkreisen, in Brückenschaltungen, Siebschaltungen u. v. a.

1.1.1.1 Drahtwiderstand

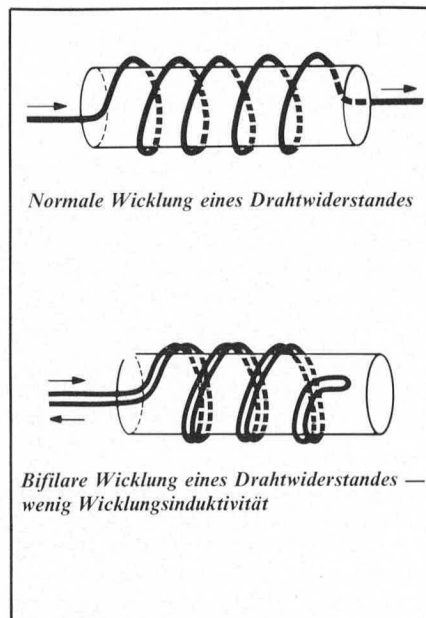
Auf einen Porzellankörper wird der Widerstandsdraht — eine Metallegierung (z. B. Konstantan, Nickel, Manganin) — aufgewickelt und mit den Anschlußlötfahnen verlötet oder verschweißt. Fallweise besitzen sie einen Lack-Schutzüberzug.

Die Widerstandsdrähte sind zur Isolierung meist künstlich oxydiert und führen die Bezeichnung WM — d. h. Widerstandsmaterial. Daran fügt sich der hundertfache Wert des spezifischen Widerstandes (ρ).

WM50 ist ein Widerstandsmaterial mit dem spezifischen Widerstand

$$0,5 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

Hochlastdrahtwiderstände besitzen als Träger einen Fiberglaskörper. Ein Glasur- bzw. Zementüberzug verhindert Korrosion bei hohen Temperaturen. Zur Vermeidung von Induktivitäten, die sich zwangsläufig ergeben, wird die Widerstandswicklung als „bifilare Wicklung“ ausgeführt.



Drahtwiderstände weisen eine geringe Temperaturabhängigkeit auf und können

relativ hohen Betriebstemperaturen ausgesetzt werden. Durch präzise Fertigung der Widerstandsdrähte und exakte Herstellung dieser Bauelemente, können Drahtwiderstände mit geringer Toleranz gebaut werden.

1.1.1.2 Schichtwiderstand

Schichtwiderstände werden sowohl als Fest- als auch veränderbare Widerstände geliefert.

Die Widerstandsschicht (Glanzkohle oder Metallfilm) wird auf einen zylindrischen Körper aufgetragen oder in Stabform gepreßt. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse werden Schichtwiderstände lackiert oder mit Kunstharz umpreßt.

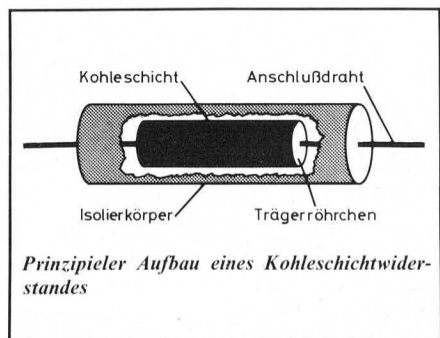
Der Abgleich auf höhere Werte erfolgt durch Ausritzen einer wendelförmigen Rille. Die Wertangabe erfolgt bei größeren Bauarten in Zahlen, bei kleinen Ausführungen mit dem international gebräuchlichen Farbcode.

1.1.1.3 Kohleschichtwiderstände

Die für den jeweiligen Widerstandswert verschiedenartige Kohleschicht ist auf ein Trägerröhrchen aufgebracht. In dieses ragen zwei Anschlußdrähte, die auch zur Wärmeabfuhr dienen. Die kappenlosen Anschlüsse und die Kunstharzumpressung ergeben eine Vollisolation.

Kohleschichtwiderstände werden etwa von 5 Ω bis 100 M Ω und einer Belastbarkeit bis zu 4 Watt hergestellt. Sie weisen elektrische und mechanische Robustheit auf und haben

durch ihre Induktionsfreiheit ausgezeichnete HF-Eigenschaften. Sie besitzen allerdings einen positiven Reparaturkoeffizienten (der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur zu).



1.1.1.4 Metallschichtwiderstand

Hochvakuum-Metallfilm-Widerstände zeichnen sich durch enge Toleranzen, gute Temperaturstabilität, kleinste Rauschwerte und hohe Langzeitkonstanz aus. Sie werden in Werten von $0,1 \Omega$ bis ca. $5 M\Omega$ bei Toleranzen ab $0,1\%$ gefertigt.

Die Widerstandsschicht-Chrom-Nickel-Dünnschicht wird auf einen Keramikkörper aufgedampft, dessen Enden mit Goldringen versehen sind. Über diese werden versilberte Kapfen mit Anschlussdrähten gestülpt. Ein Überzug aus Epoxyd-Emaille schützt den Metallfilm gegen mechanische, elektrische und Witterungseinflüsse.

1.1.1.5 Metallglasur-Schichtwiderstand

Diese Widerstände besitzen eine Schicht aus einer Mischung von Metallen und Oxyden (Wolfram/Wolframkarbid, Tantal/Tantalnitrid, Silber/Palladium) mit Glas.

Durch Einbrennen auf einen Keramikkörper werden Schicht und Träger gesondert und es entsteht eine Metallglasur, die anschließend gewandelt wird. Zum Schutz gegen mechanische und chemische Einflüsse sind die Widerstände mit Silikon-Schutzlack überzogen oder in Phenolharz eingepreßt. Metallglasur-Schichtwiderstände vereinigen in sich hohe elektrische und mechanische Stabilität, hohe Ausfallsicherheit unter extremen Umweltbedingungen. Sie werden in Werten von ca. $10 k\Omega$ bis $470 k\Omega$ bei Toleranzen bis zu 1% hergestellt.

1.1.1.6 Massewiderstand

Eine Masse aus Widerstandsmaterial und Bindemittel wird zu einem zylindrischen Körper gepreßt, in dem auch die Anschlussdrähte eingebettet sind. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse dient ein Kunststoffmantel. Diese preiswerte Herstellungsmethode gestattet jedoch nur Toleranzen ab 5% ; als weiteren Nachteil weisen Massewiderstände einen großen Rauscheffekt und Temperaturabhängigkeit auf.

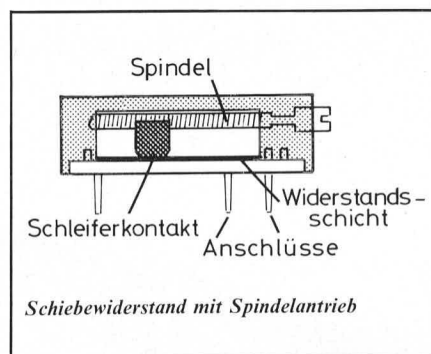
1.1.2 Veränderbare Widerstände



In diese Gruppe gehören jene Widerstandsbauelemente, deren Wert durch mechanische oder elektrische Einflüsse geändert werden kann.

1.1.2.1 Schiebewiderstand

Draht- und Schichtwiderstände, mit einem auf einer Spindel geführten Schleifer, ermöglichen den Abgriff beliebiger Widerstandswerte. In Radios, Fernsehern und Mischpulten werden häufig Flachbahnregler z. B. für Lautstärkeeinstellung eingesetzt.

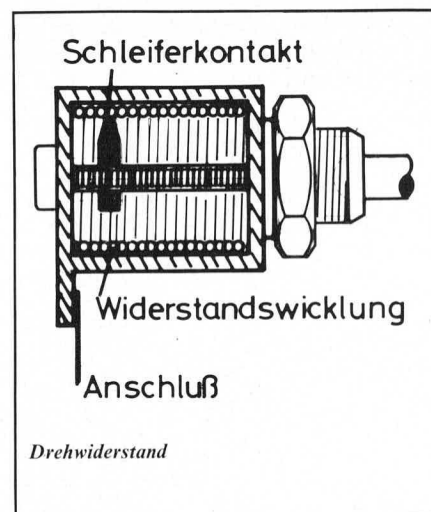


Bei Spindelwiderständen kann eine hohe Auflösung dadurch erreicht werden, daß der jeweilige Widerstandswert in entsprechend viele Umdrehungen unterteilt wird.

1.1.2.2 Drehwiderstand



Diese einstellbaren Widerstände — auch Potentiometer genannt — bestehen aus einem Isolierstoffträger, der mit Widerstandsdraht umwickelt oder einer Widerstandsschicht überzogen ist. Während zwischen den Außenlötfahnen der Widerstands-Gesamtwert abgenommen werden kann, ermöglicht ein drehbarer Schleiferarm den Abgriff eines Widerstandswertes in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Schleifers.

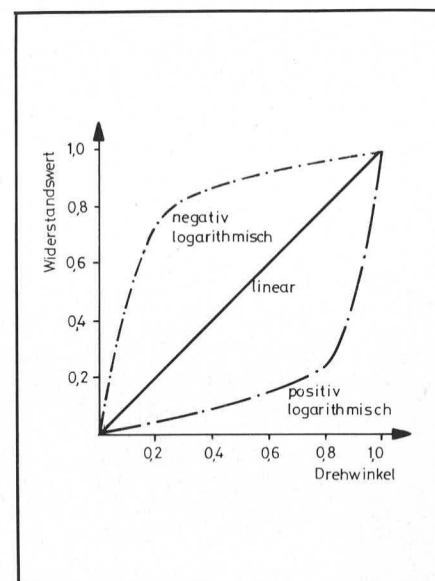


Schicht-Trimmpotentiometer sind Drehwiderstände einfacher Ausführung, die in Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie der industriellen Elektronik eingesetzt werden. Sie werden mittels isoliertem Schraubendreher auf einen bestimmten Wert eingestellt und fallweise nachjustiert.

Lineare Potentiometer ändern ihren Widerstandswert gleichmäßig mit dem Drehwinkel des Schleifers.

Negativ logarithmische Potentiometer zeigen mit steigendem Drehwinkel zuerst rasche Widerstandszunahme, die anschließend in geringe Änderung übergeht.

Positiv logarithmische Potentiometer zeigen anfangs geringe Widerstandszunahme; erst nach größerem Drehwinkel steigt der Wert schnell an.

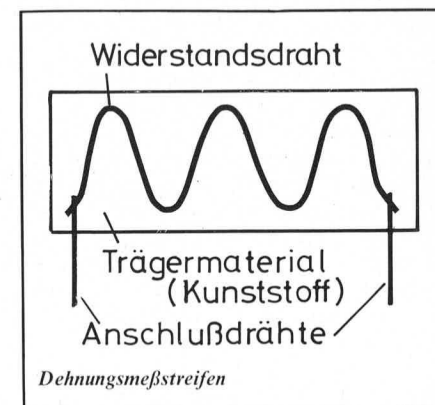


1.1.3 Dehnungsmeßstreifen



Diese Bauelemente verändern ihren Widerstandswert durch mechanischen Einfluß auf ihre Länge.

Ein Kunststoffträger, in dem ein Meßgitter (Draht oder Folie) eingebettet ist, wird auf den zu messenden Teil aufgeklebt. Erfährt dieser Prüfling durch mechanische Einflüsse eine Änderung (z. B. Dehnung durch Erwärmung), so folgt der Meßstreifen dieser Änderung, und der Meßdraht dehnt sich aus. Dieses hat eine Widerstandszunahme zur Folge, die in eine Meßanordnung eingefügt und zur Anzeige gebracht werden kann.

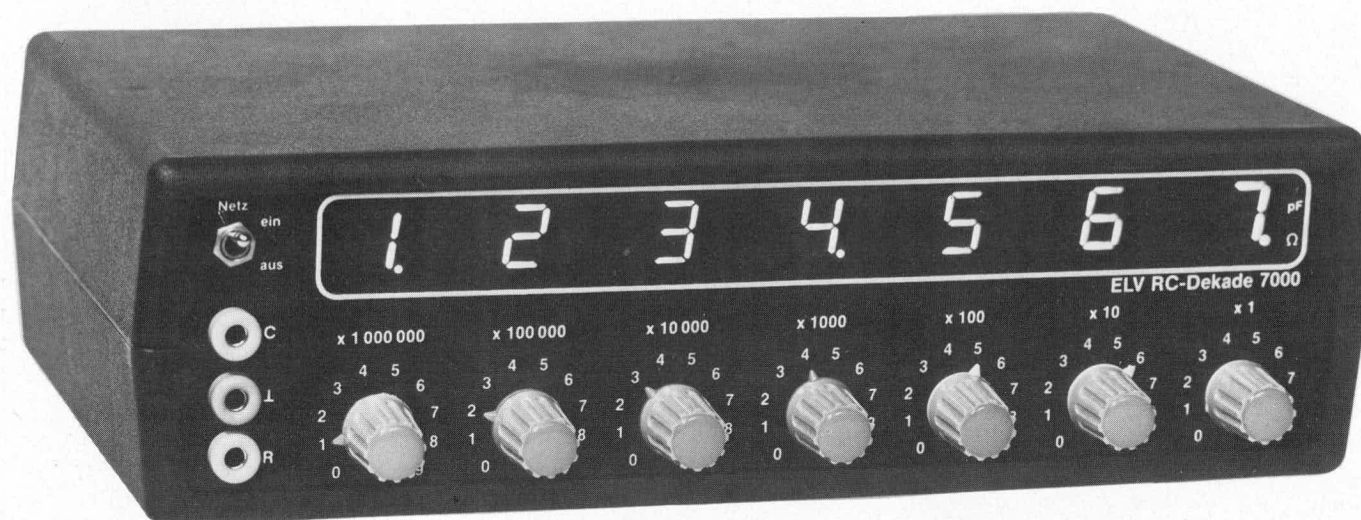


Im nächsten Teil werden wir uns mit den temperaturabhängigen Widerständen, den spannungsabhängigen Widerständen und den Normalwiderständen befassen.

Erläutert werden ferner die Normreihen für Widerstände und der internationale Farbcode.

ELV-Serie 7000

R/C-Dekade mit Digitaler Anzeige RC 7000



Mit der hier vorgestellten R/C-Dekade, die in keinem Elektronik-Hobby-Labor fehlen sollte, können in einem großen Bereich Widerstands- und Kondensatorwerte eingestellt werden. Die herausragende Besonderheit der vom ELV-Team konzipierten Schaltung besteht darin, daß der Widerstands- bzw. Kondensatorwert auf einem 7-Segment-Anzeigendisplay abgelesen werden kann.

Allgemeines

Wie häufig kommt es vor, daß man plötzlich einen Widerstand bzw. einen Kondensator innerhalb einer Schaltung benötigt, dessen Wert noch nicht genau feststeht. Mit Hilfe der hier vorgestellten R/C-Dekade kann blitzartig jeder beliebige Widerstandswert zwischen $1\ \Omega$ und $10\ \text{M}\Omega$ eingestellt werden. Darüber hinaus ist die Einstellung von Kondensatorwerten von $40\ \text{pF}$ bis $1\ \mu\text{F}$ in $10\ \text{pF}$ -Schritten möglich.

Der Aufbau des Gerätes ist so konzipiert, daß zunächst nur die Widerstandsdekade aufgebaut werden kann und die Kapazitätsdekade nachrüstbar ist. Nur eine Kapazitätsdekade kann nicht hinter die Anzeigenplatine gesetzt werden, da die Dreh-schalterachsen keine ausreichende Länge aufweisen. Ändert man allerdings die Leiterbahnführung der Basisplatine entsprechend, wäre die Positionierung der Kondensatordekade anstelle der Widerstandsdekade grundsätzlich möglich.

Die Einstellung von Widerstands- und Kondensatorwerten erfolgt immer gleichzeitig. Wurde auf dem Anzeigendisplay z. B. ein Zahlenwert von 0125 000 eingestellt, so befindet sich zwischen der Massebuchse und der Widerstandsausgangsbuchse ein Widerstandswert von $125\ \text{k}\Omega$. Zwischen der Massebuchse und der Kondensator-Ausgangsbuchse liegt gleichzeitig eine Kapazität von $125\ \text{nF}$.

Zur Schaltung

Das Anzeigendisplay besteht aus 7 identisch aufgebauten Dekaden.

Jede Dekade ist mit Hilfe eines Drehschalters, einer 7-Segment-Anzeige und 21 Siliziumdioden aufgebaut.

Normalerweise würde man für die Umsetzung eines Dezimalcodes in einen 7-Segment-Code erheblich mehr Dioden oder aber diverse ICs benötigen, die dann erheblich mehr Platz benötigten. Mit Hilfe eines schaltungstechnischen Kunstgriffes kommen wir aber, wie man sieht, mit nur 21 Dioden aus.

Die Funktionsweise ist wie folgt:

Bei der hier vorliegenden 7-Segment-Ansteuerung sind im Grundzustand alle Segmente vom Strom durchflossen. Befindet sich der Schalter z. B. in Stellung „8“ wird die Anzeige überhaupt nicht beeinflusst und es brennen alle 7 Segmente, so daß eine „8“ auf der Anzeige erscheint.

Befindet sich der Drehschalter in Stellung „9“ wird dadurch eine Siliziumdiode parallel zu dem „e“-Segment geschaltet. Dadurch erlischt dieses Segment, weil für den Betrieb eine Spannung von ca. $1,3\ \text{V}$ erforderlich ist, die parallel geschaltete Siliziumdiode jedoch den Spannungsabfall auf lediglich $0,7\ \text{V}$ begrenzt. Es erscheint also auf der Anzeige eine „9“. Nur die Segmente „a-d“ sowie „s“ und „g“ leuchten.

In Drehschalterstellung „1“ sind zu den Segmenten „a“ sowie „d-g“ Siliziumdioden parallel geschaltet, wodurch diese Segmente nicht aufleuchten und über die Segmente „b“ und „c“ auf dem Display eine „1“ erscheint.

Für die Darstellung der übrigen Zahlen wird entsprechend verfahren.

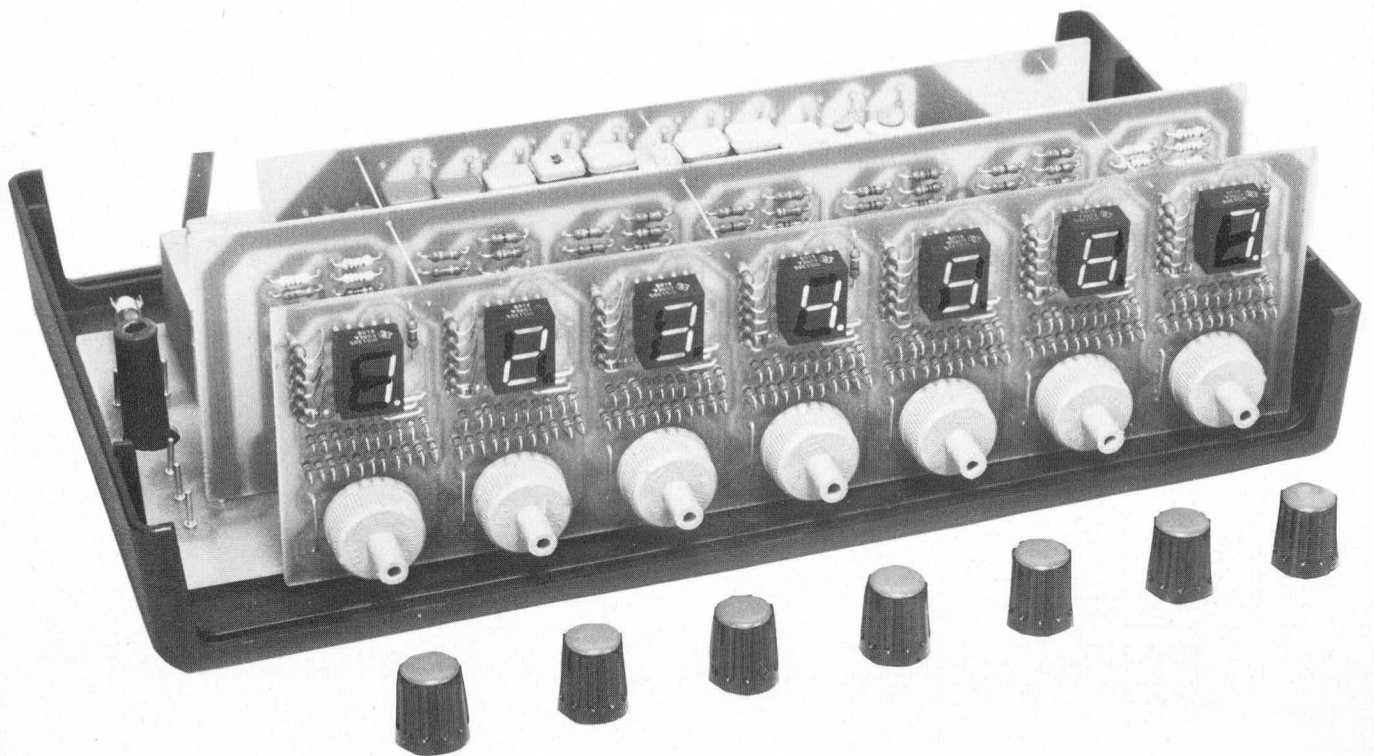
Ein weiterer Vorteil dieser Schaltungsvariante besteht darin, daß für die Versorgung weder eine Siebung noch eine Stabilisierung erforderlich ist.

Ein gewisser Nachteil besteht darin, daß die Stromaufnahme unabhängig von der Anzahl der aufleuchtenden Segmente immer weitgehend gleich ist und zwar so als ob alle Segmente aufleuchten würden. Da der Gesamtverbrauch jedoch nur bei ca. $3\ \text{VA}$ liegt, kann sich jeder selbst leicht die Unwesentlichkeit dieser Bedeutung ausrechnen.

Ein Vorteil der praktisch ständig gleichbleibenden Stromaufnahme liegt außerdem noch darin, daß die Anzeigenhelligkeit trotz vollkommen fehlender Stabilisierung weitgehend konstant bleibt. Versorgungsspannungsschwankungen aufgrund von Laständerungen entfallen.

Widerstandsdekade

Die Widerstandsdekade besteht aus 7 einzelnen Dekaden. Jede Dekade ist mit 18 Widerständen bestückt, also insgesamt sind $7 \times 18 = 126$ Widerstände erforderlich.



Ansicht der fertig bestückten und in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platinen der ELV R/C-Dekade 7000

Eine Besonderheit der Schaltung liegt darin, daß die Widerstandsdekade vollständig mit Standard-Widerstandswerten aufgebaut werden kann, die alle in der Reihe E 12 enthalten sind.

Je nach geforderter Genauigkeit können im einfachsten Fall 5% Kohleschichtwiderstände, im komfortableren Fall 1% Metallschichtwiderstände eingesetzt werden. Bei Metallschichtwiderständen sind häufig auch in der 3. Stelle Zahlenwerte abweichend von 0 vorhanden, so z. B. 331 Ω anstelle von 330 Ω usw. Dies hat jedoch keine nennenswerten Auswirkungen, da die vom Standardwert abweichenden Werte normalerweise innerhalb der 1% Toleranz liegen.

Kapazitätsdekade

Bei der Kapazitätsdekade reichen zur Realisierung der erforderlichen Werte 2 Kondensatoren aus, insbesondere dann, wenn man sich mit der bei guten Kondensatoren üblichen Toleranz von 10% zufriedengibt. Kondensatoren mit Toleranzen von 20% und mehr sollten möglichst nicht eingesetzt werden.

Damit die jeweils erforderlichen Kapazitätswerte genau erreicht werden können, wurden pro Wert möglichst zwei unterschiedliche Kondensatoren eingesetzt (1,5 μF + 0,47 μF anstelle von 1 μF + 1 μF) da im Falle einer Abweichung der kleinere Wert entsprechend in seiner Absolutänderung feiner abgestuft werden kann (0,33 μF + 0,47 μF → 0,68 μF).

Anzumerken ist noch, daß die 1. (untere) Dekade und die 7. (obere) Dekade nur bei

den Widerständen und nicht bei den Kondensatoren bestückt ist. Darüber hinaus ist die 2. Dekade erst ab 40 pF bestückt, da die Grundkapazität des Gerätes ca. 35 pF beträgt. Um in Stellung 40 eine Kapazität von 40 pF zu erhalten, sind also nur 5 pF erforderlich, in Stellung 50 nur 15 pF (35 pF + 15 pF = 50 pF) usw. Sowohl im Schaltbild als auch in den Bestückungsplänen ist dies selbstverständlich bereits berücksichtigt.

Für diejenigen unter unseren Lesern, die eine höhere Genauigkeit erreichen möchten, haben wir auf der Leiterplatte für jede Schalterstellung 3 Kondensatoren vorgesehen. Dies hat den Vorteil, daß durch Ausmessen mit Hilfe eines Kapazitätsmeßgerätes bis zu 3 Kondensatoren parallel geschaltet und so kombiniert werden können, daß kleinere Toleranzen z. B. 5% (evtl. sogar bis zu 1%) erreichbar sind, ohne dafür die erheblich teureren engtolerierten Präzisionskondensatoren kaufen zu müssen.

Bei den Kondensatoren ist es darüber hinaus gelungen, sämtliche erforderlichen Werte aus der Reihe E 6 zu konstruieren. Die erforderlichen Bauteile sind nahezu überall im einschlägigen Fachhandel erhältlich. Sofern sie sich nicht ohnehin schon in der Bastelkiste befinden.

Zum Nachbau

Der Nachbau dieses nützlichen Gerätes gestaltet sich nicht ganz so einfach wie man auf den ersten Blick vielleicht vermutet.

Zwar ist die Schaltung ohne jede Schwierigkeit zu durchschauen und es sind auch keine

empfindlichen Bauteile darin enthalten. Der Aufbau hingegen erfordert allergrößte Sorgfalt, da die Leiterplatten geradezu mit Bauteilen vollgepfropft sind.

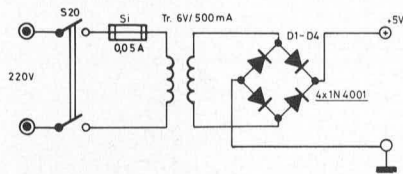
Die Leiterbahnabstände zueinander sind eng und die Leiterbahnen selbst verhältnismäßig dünn.

Die Lötungen sind daher mit einem sehr feinen LötKolben mit einer Bleistiftspitze durchzuführen. Größere LötKolben scheiden von vornherein aus. Am günstigsten ist entweder eine Elektronik-Lötstation mit Bleistiftspitze oder aber ein unregelmäßiger LötKolben mit einer Leistung von maximal 16 W und sehr feiner Spitze.

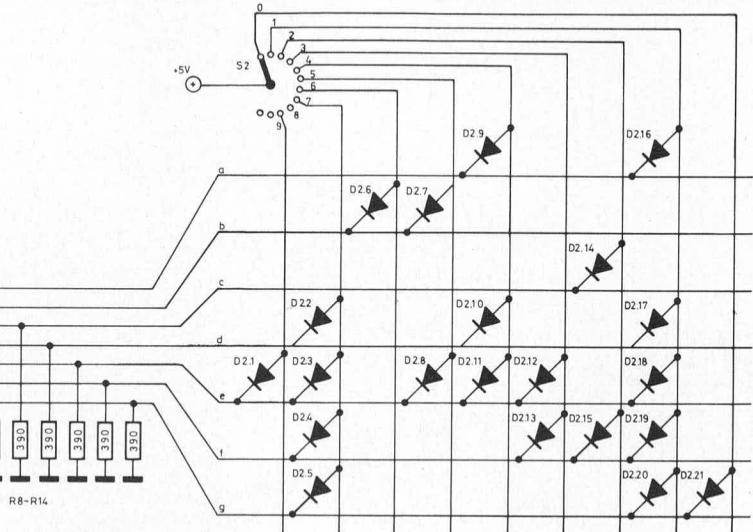
Sofern man eine gewisse Erfahrung im Löten besitzt und sehr sorgfältig und sauber arbeitet, dürfte der betriebssicheren Funktion dieses Gerätes allerdings nichts im Wege stehen.

Besitzt man ein Kapazitätsmeßgerät und nimmt sich darüber hinaus auch noch die Zeit, die einzelnen Kondensatorwerte sorgfältig auszumessen, wobei wie vorstehend schon erwähnt, Genauigkeiten von 1% realisierbar sind, kann man sicher sein, am Ende ein außerordentlich hochwertiges Gerät zu besitzen, das einen Wert von mehr als 1000 DM darstellt und dies bei einem geringen Bauteileinsatz, allein durch sorgfältiges Arbeiten und Ausmessen.

In diesem Zusammenhang sollte nicht unerwähnt bleiben, daß durch die Verwendung der bereits häufig eingesetzten Präzisions-Drehschalter alle Voraussetzungen für eine besonders hochwertige R/C-Dekade getroffen wurden.

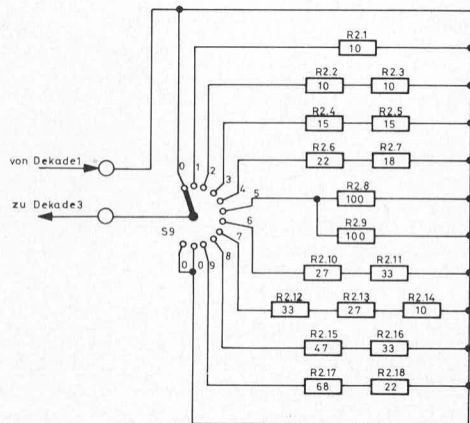


Dekade	1N4148	Schalter
1	D11-D121	S1
2	D21-D221	S2
3	D31-D321	S3
4	D41-D421	S4
5	D51-D521	S5
6	D61-D621	S6
7	D71-D721	S7



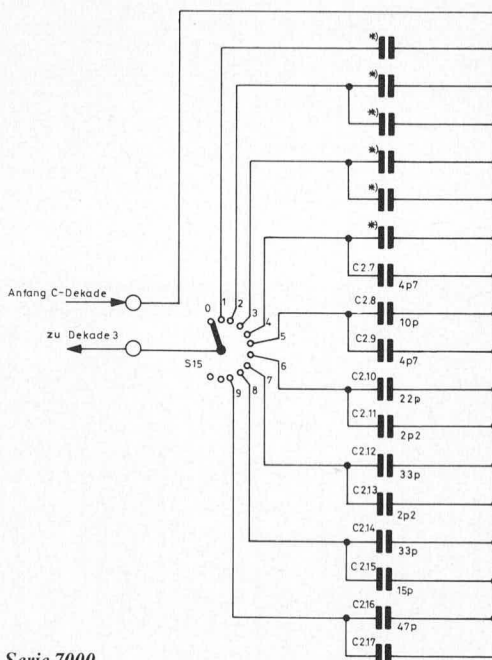
Dekade	Widerstand	Schalter
1	R11-R118	S8
2	R21-R218	S9
3	R31-R318	S10
4	R41-R418	S11
5	R51-R518	S12
6	R61-R618	S13
7	R71-R718	S14

Schalterstellung	n	R1.n	R2.n	R3.n	R4.n	R5.n	R6.n	R7.n
1	1	1	10	100	1k	10k	100k	1M
2	2	1	10	100	1k	10k	100k	1M
	3	1	10	100	1k	10k	100k	1M
3	4	1.5	15	150	1k5	15k	150k	1M5
	5	1.5	15	150	1k5	15k	150k	1M5
4	6	2.2	22	220	2k2	22k	220k	2M2
	7	1.8	18	180	1k8	18k	180k	1M8
5	8	10	100	1k	10k	100k	1M	10M
	9	10	100	1k	10k	100k	1M	10M
6	10	2.7	27	270	2k7	27k	270k	2M7
	11	3.3	33	330	3k3	33k	330k	3M3
7	12	3.3	33	330	3k3	33k	330k	3M3
	13	2.7	27	270	2k7	27k	270k	2M7
8	14	1	10	100	1	10	100	1M
	15	4.7	47	470	4k7	47k	470k	4M7
9	16	3.3	33	330	3k3	33k	330k	3M3
	17	6.8	68	680	6k8	68k	680k	6M8
	18	2.2	22	220	2k2	22k	220k	2M2

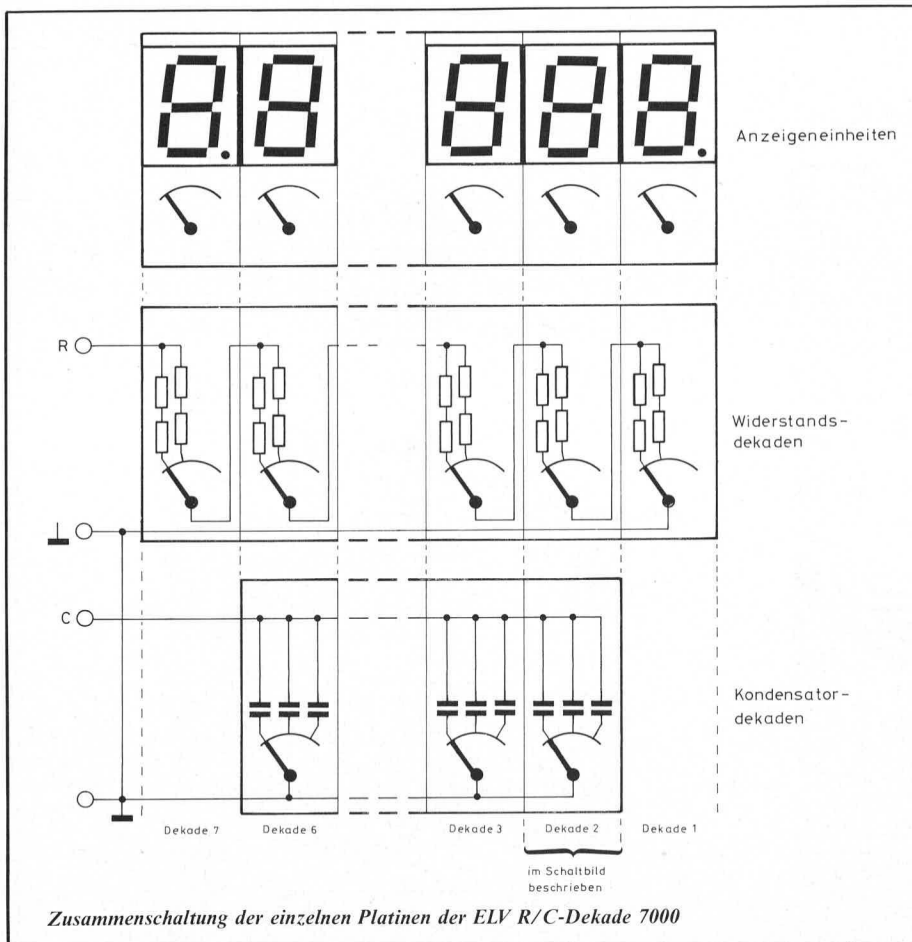


Dekade	Kondensat.	Schalter
2	C28-C217	S15
3	C31-C317	S16
4	C41-C417	S17
5	C51-C517	S18
6	C61-C617	S19

Schalterstellung	n	C2.n	C3.n	C4.n	C5.n	C6.n
1	1	68p	1n	10n	100n	
2	2	150p	1n5	15n	150n	
	3	15p	n47	4n7	47n	
3	4	220p	2n2	22n	220n	
	5	47p	n68	6n8	68n	
4	6	330p	3n3	33n	330n	
	7	4p7	33p	n68	6n8	68n
5	8	10p	470p	4n7	47n	470n
	9	4p7	33p	n33	3n3	33n
6	10	22p	470p	4n7	47n	470n
	11	2p2	100p	1n5	15n	150n
7	12	33p	680p	6n8	68n	680n
	13	2p2	n22	2n2	22n	
8	14	33p	680p	6n8	68n	680n
	15	15p	100p	1n5	15n	150n
9	16	47p	680p	6n8	68n	680n
	17	6p8	220p	2n2	22n	220n



Schaltbild der ELVR/C-Dekade mit digitaler Anzeige aus der ELV-Serie 7000. Es ist jeweils nur eine von 7 (5) Dekaden dargestellt, da sich die Werte der anderen Dekaden jeweils um den Faktor 10 ändern (10 mal so große Werte). Die genauen Werte können den Tabellen entnommen werden.



Zusammenschaltung der einzelnen Platinen der ELV R/C-Decade 7000

Stückliste:
ELV R/C-Decade 7000

Anzeigen- und Basisplatine

Halbleiter

- Di 1-Di 7 TIC 701
- D 1-D 4 1N4001
- D 1.1-D 1.21... 21 Dioden 1N4148
- D 2.1-D 2.21... 21 Dioden 1N4148
- D 3.1-D 3.21... 21 Dioden 1N4148
- D 4.1-D 4.21... 21 Dioden 1N4148
- D 5.1-D 5.21... 21 Dioden 1N4148
- D 6.1-D 6.21... 21 Dioden 1N4148
- D 7.1-D 7.21... 21 Dioden 1N4148

Widerstände:

- R 1-R 51 390 Ω

Sonstiges

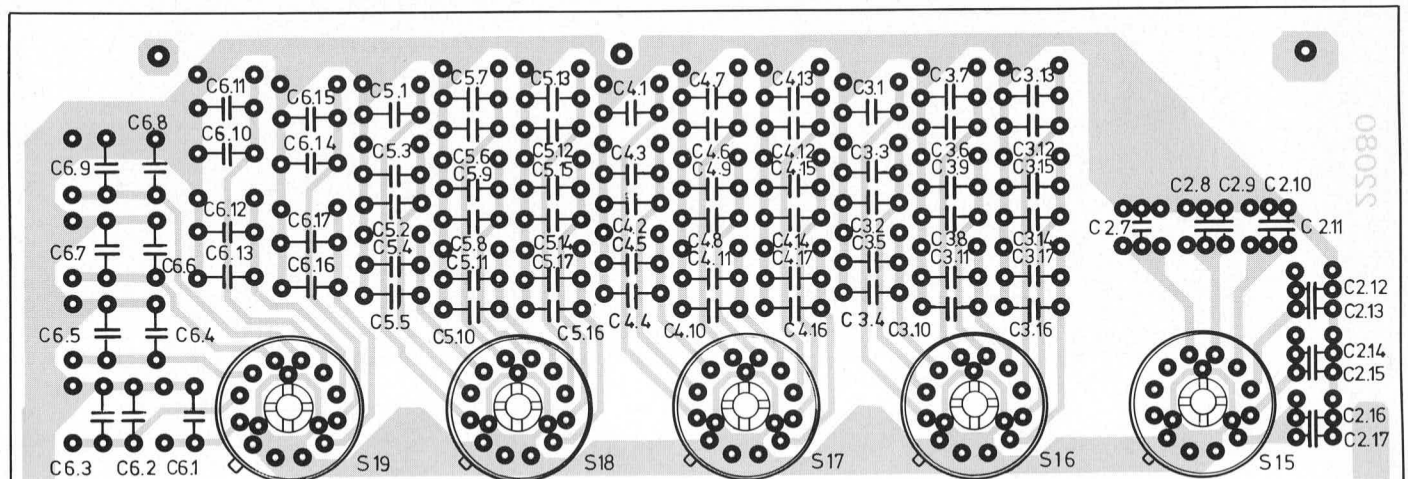
- S 1-S 7... Präzisions-Dreheschalter
ITT 12 x 1
- S 20 Kippschalter, 2 x um
- Si 1 Sicherung 50 mA
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 Netztrafo 6 V/500 mA
- 15 Lötstifte

Widerstandsdekade

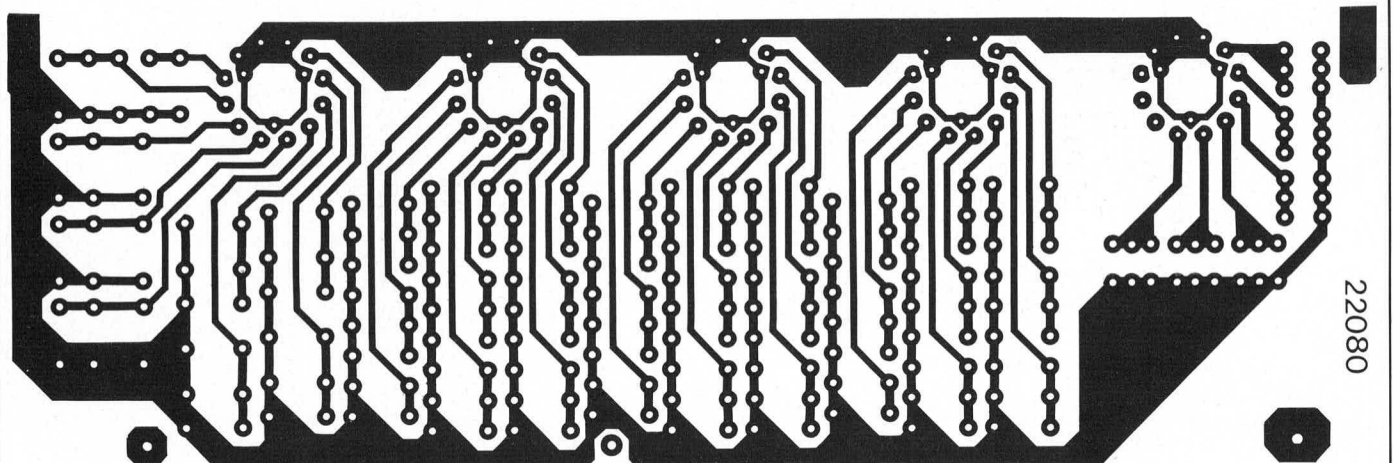
- R 1.1-R 7.18 Werte laut Tabelle im Schaltplan
- S 8-S 14... Präzisions-Dreheschalter
ITT 12 x 1

Kapazitätsdekade

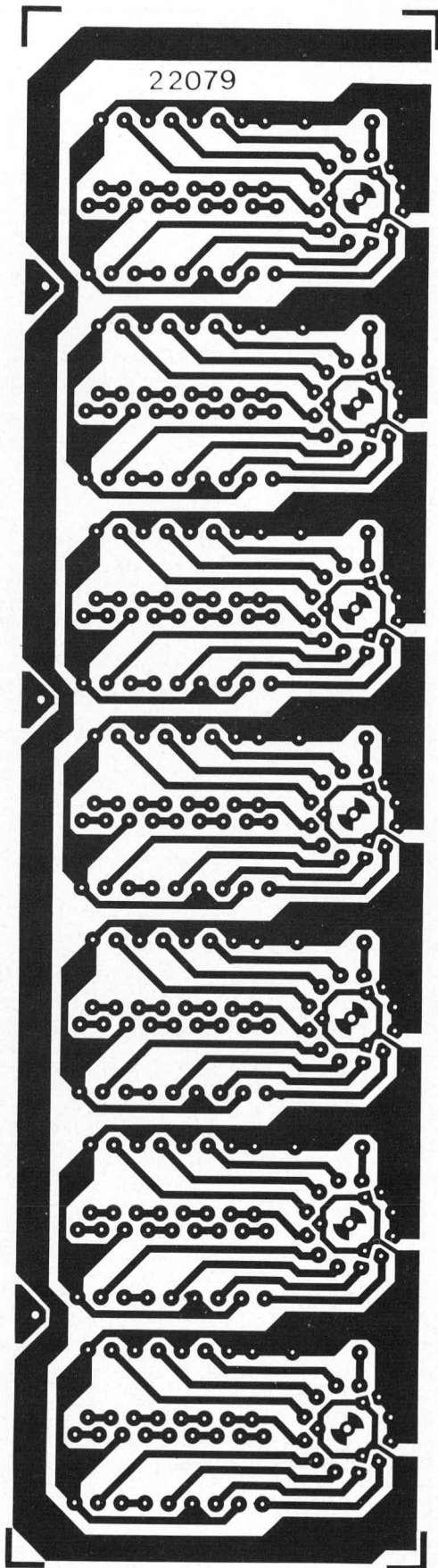
- C 2.1-C 6.17 Werte laut Tabelle im Schaltplan
- S 15-S 19... Präzisions-Dreheschalter
ITT 12 x 1



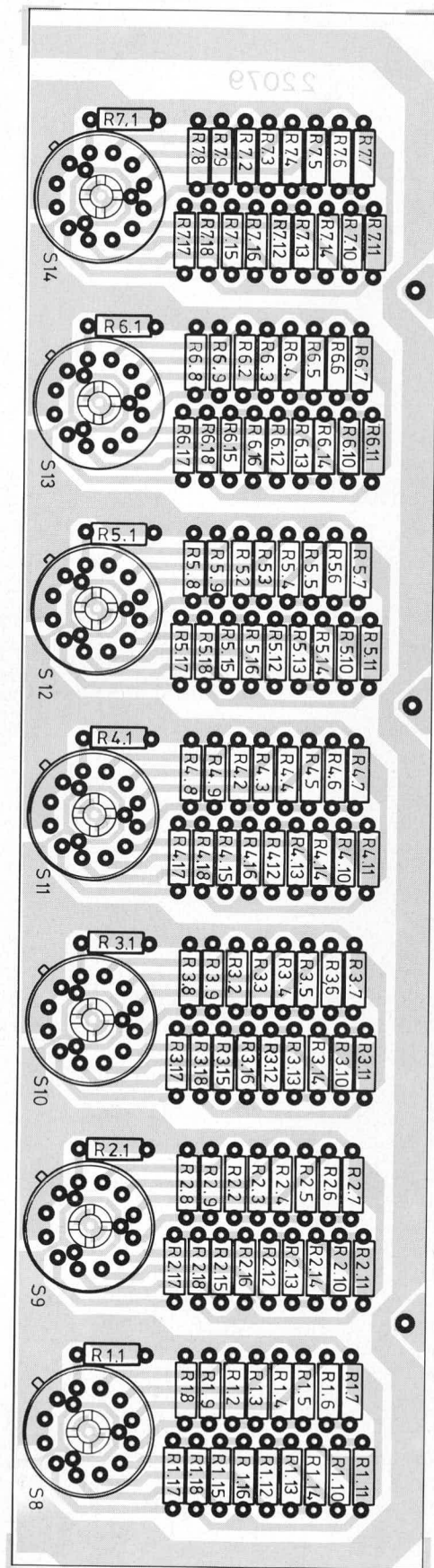
Bestückungsseite der Platine der Kapazitätsdekade



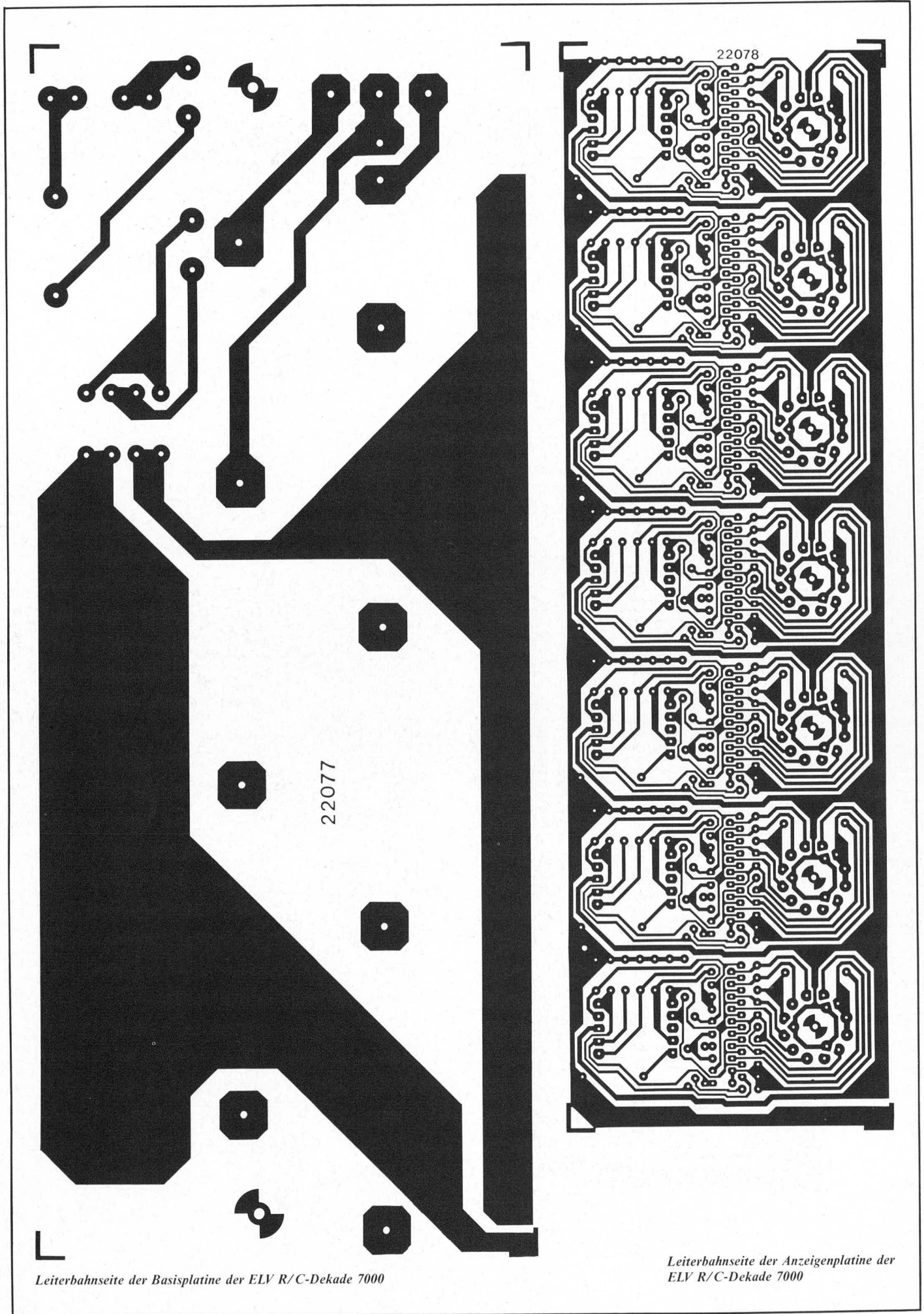
Leiterbahnseite der Platine der Kapazitätsdekade



Leiterbahnseite der Widerstandsdekade

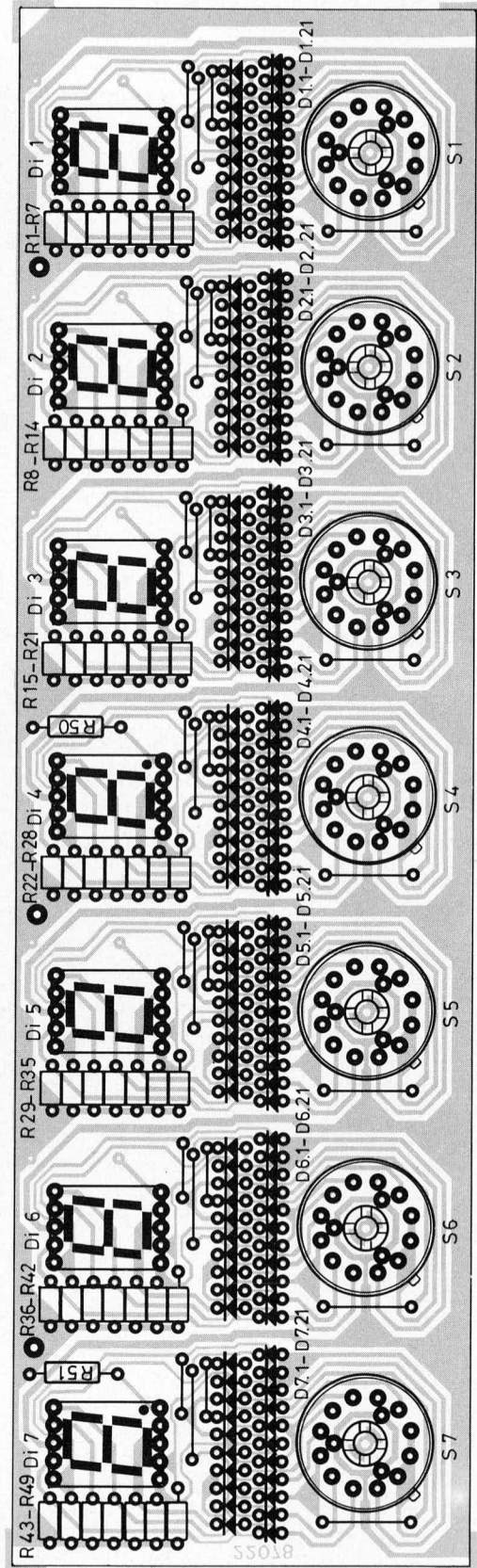
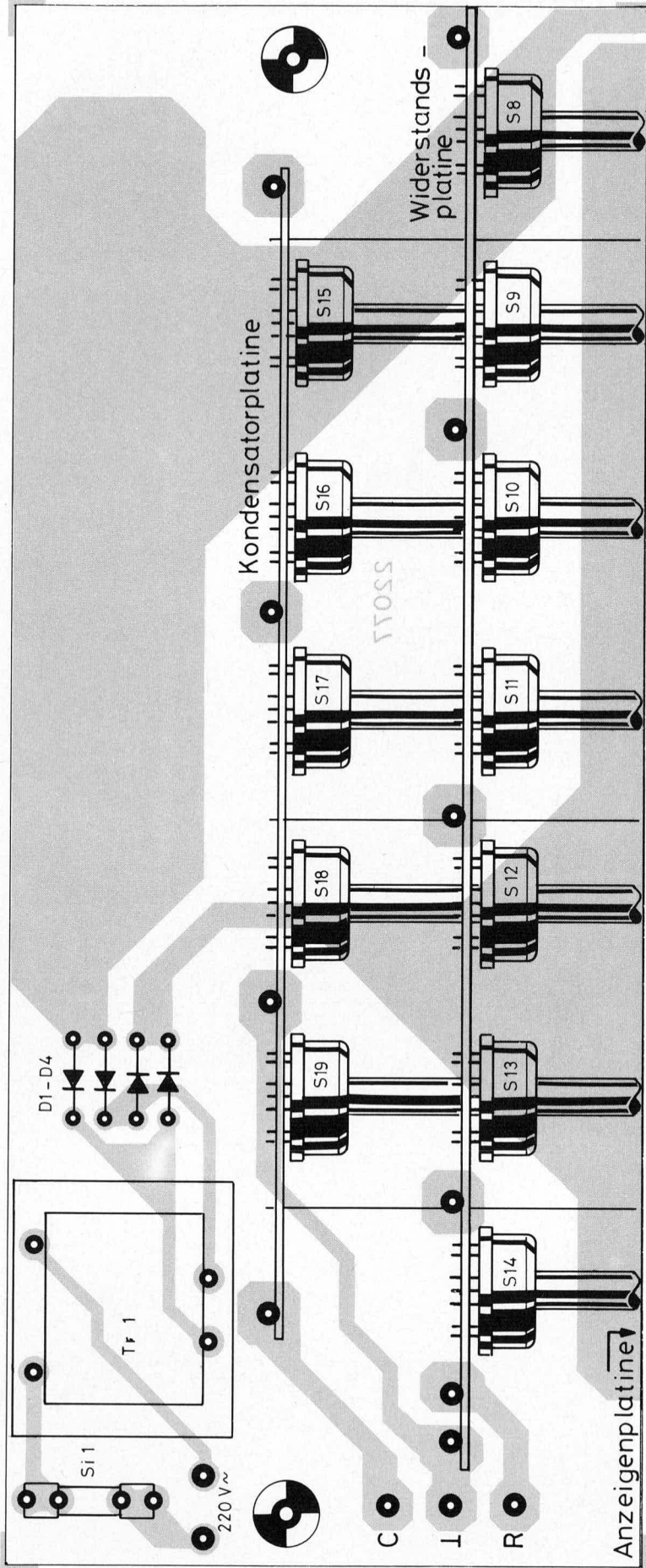


Bestückungsseite der Widerstandsdekade



Leiterbahnseite der Basisplatte der ELV R/C-Dekade 7000

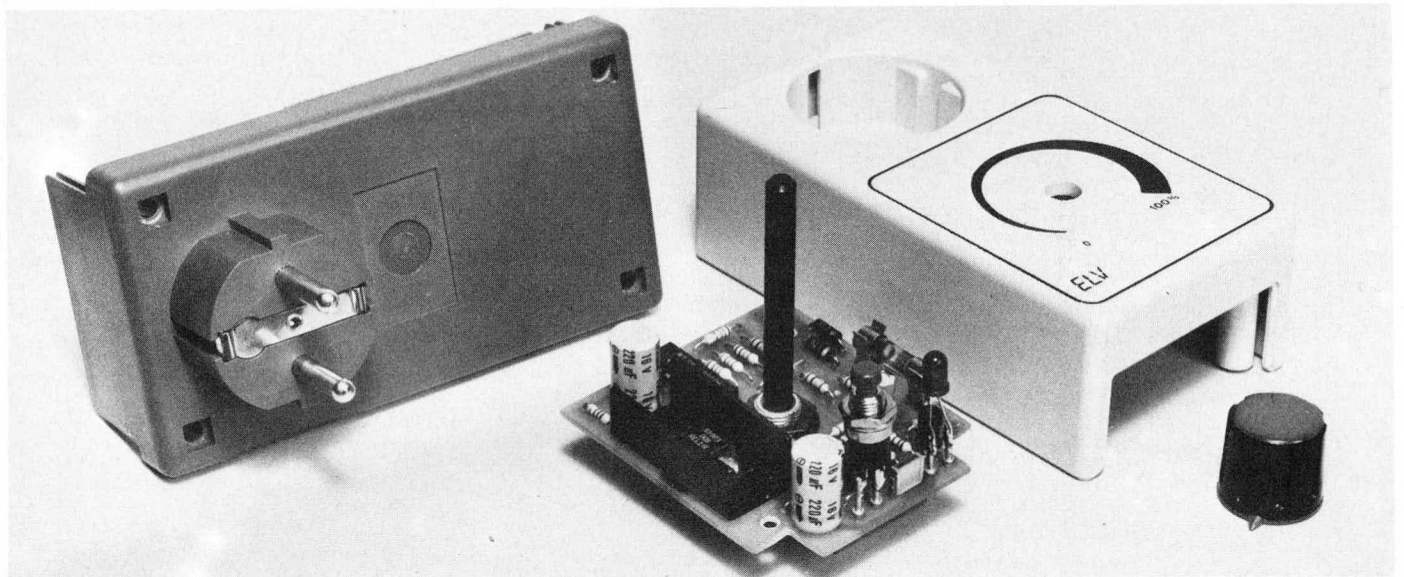
Leiterbahnseite der Anzeigenplatte der ELV R/C-Dekade 7000



Bestückungsseite der Basisplatine der ELV R/C-Dekade 7000

Bestückungsseite der Anzeigenplatine der ELV R/C-Dekade 7000

Elektronischer Überlastschalter



Bei der hier vorgestellten Schaltung handelt es sich um eine stufenlos einstellbare elektronische Sicherung, die für alle Wechselstromverbraucher, die an das 220 V Netz angeschlossen werden können, geeignet ist.

Der besondere Vorteil dieser Schaltung gegenüber den herkömmlichen Schmelzsicherungen liegt darin, daß der Ansprechwert in einem Bereich von ca. 20 mA bis 2 A stufenlos eingestellt werden kann, und das Abschalten ganz präzise bei diesem Wert erfolgt. Einmal ausgelöst, kann die elektronische Sicherung durch Betätigen der Taste Ta 1 wieder in Betrieb gesetzt werden.

Zur Schaltung

Der in den Verbraucher fließende Strom bewirkt an dem Widerstand R2 einen Spannungsabfall in der Höhe von $u = R \cdot I \cdot \sqrt{2}$. Über die Widerstände R 1 und R 3 gelangt diese Spannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 1, der als Komparator geschaltet ist.

Auf den invertierenden (-) Eingang dieses Operationsverstärkers gelangt über R 8 eine mit dem Poti R 6 einstellbare Spannung.

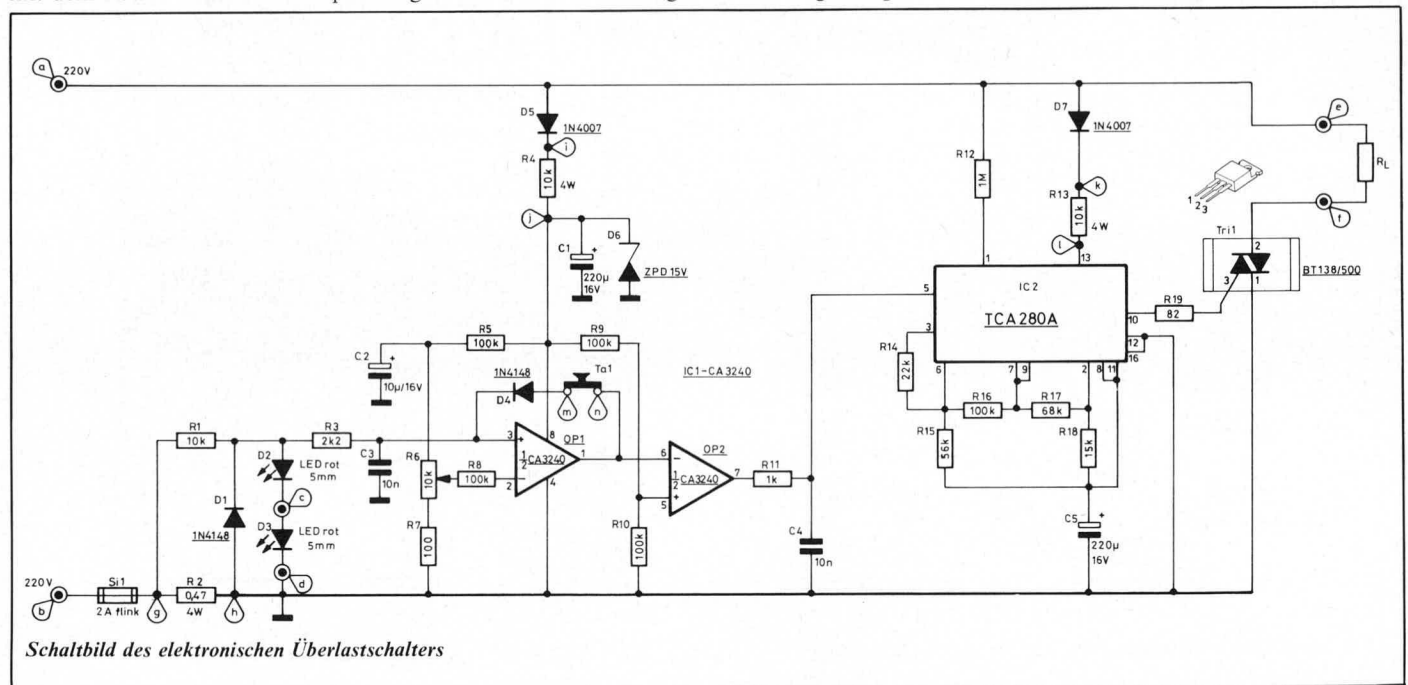
Sobald die Spannung am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des OP 1 die Spannung am invertierenden (-) Eingang (Pin 2) überschreitet, geht der Ausgang (Pin 1) von ca. 0 Volt auf ca. +12 Volt.

Da die Taste Ta 1 im Ruhezustand geschlossen ist, wird über D 4 der nicht invertierende (+) Eingang gleichzeitig zur positiven Versorgungsspannung hingezogen, wodurch eine Selbsthaltung der Schaltung erfolgt.

Der an den Ausgang von OP 1 anschließende OP 2 ist als invertierender Komparator-Verstärker geschaltet. Der Ausgang (Pin 7) steuert den Eingang (Pin 5) des IC 2 an.

Dieses IC des Typs TCA 280 A ist in der hier vorliegenden Schaltungsversion als steuerbarer (über Pin 5) Nullspannungsschalter ausgeführt.

Liegt an Pin 5 des IC 2 eine Spannung von über 7 Volt, so erscheinen an Pin 10 bei



Schaltbild des elektronischen Überlastschalters

jedem Nulldurchgang der Sinuskurve Zündimpulse, die den Tri 1 ständig durchschalten lassen.

Wird nun der in den angeschlossenen Verbraucher hineinfließende Strom so groß, daß die an R 2 abfallende Spannung den mit R 6 eingestellten Spannungswert überschreitet, geht der Ausgang des OP 1 auf ca. +12 Volt, wodurch der Ausgang des OP 2 auf ca. 0 Volt sinkt. Dadurch bleiben die Zündimpulse für den Triac aus, und nach Ablauf der negativen Halbwelle der Netzwechselspannung sperrt Tri 1.

Durch Bestätigen der Taste Ta 1 wird die Sicherung wieder in ihren Grundzustand zurückversetzt.

Da im normalen Betriebsfall ein Triac erst im Nulldurchgang der Sinuskurve sperrt (sofern dann keine Zündimpulse mehr vorliegen) ist es erforderlich, eine zusätzliche Sicherung (Si 1) einzubauen, die im direkten Kurzschlußfall sowohl die elektronische Sicherung als auch den angeschlossenen Verbraucher schützt.

In diesem Zusammenhang darf man nicht vergessen, daß bei einem direkten Kurzschluß u. U. Ströme von mehr als 100 A fließen, die möglichst noch innerhalb einer Sinushalbwelle abgeschaltet werden müssen, wozu ein Triac, wie bereits vorstehend erwähnt, nicht ohne weiteres geeignet ist. Um jedoch Überlastungen von Bohr-

maschinen und ähnlichen Verbrauchern präzise erfassen zu können, sind Schmelzsicherungen nur eingeschränkt geeignet, da sie bei geringen Überlastungen sehr langsam und verhältnismäßig ungenau sind. Genau hier liegt die Stärke einer elektronischen Sicherung, die innerhalb von einigen 10 ms die Überlastung erkennt und abschaltet.

Die Spannungsversorgung der Abtasterschaltung, die mit dem IC 1 aufgebaut wurde, erfolgt über die Gleichrichterdiode D 5 und den Widerstand R 4 in Verbindung mit der Z-Diode D 6 und dem Kondensator C 1.

Der Nullspannungsschalter erhält hingegen seine Versorgungsspannung über D 2 und R 12, in Verbindung mit einer internen Stabilisierungsschaltung und dem Pufferkondensator C 5.

Zum Nachbau

Die Bestückung der Platine ist an Hand des vorliegenden Bestückungsplanes leicht möglich.

Die Verdrahtung der Schaltung mit der Steckdose und dem Stecker ist besonders sorgfältig durchzuführen, wobei die VDE-Bestimmungen zu beachten sind. In diesem Zusammenhang ist es sehr vorteilhaft, daß die gesamte Schaltung in ein geschlossenes Gehäuse eingebaut werden kann, an dem sowohl Stecker als auch Steckdose angebracht sind.

Stückliste: Elektronischer Überlastschalter Halbleiter

IC 1	CA 3240
IC 2	TCA 280 A
Tri 1	BT 138/500
D 1	1 N 4148
D 2, D 3	LED rot, 5 mm
D 4	1 N 4148
D 5	1 N 4007
D 6	ZPD 15
D 7	1 N 4007

Kondensatoren

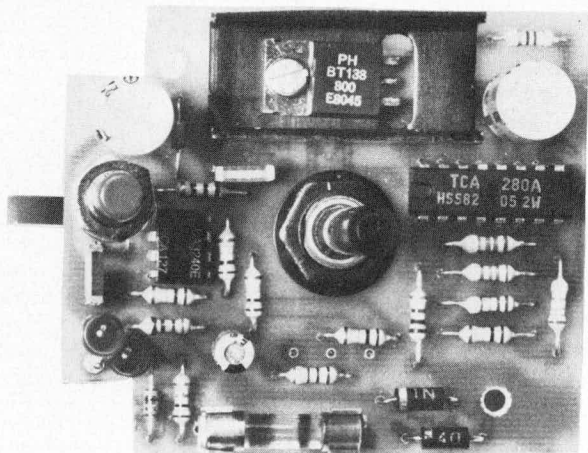
C 1	220 µF/16 V
C 2	10 µF/16 V
C 3, C 4	10 nF
C 5	220 µF/16 V

Widerstände

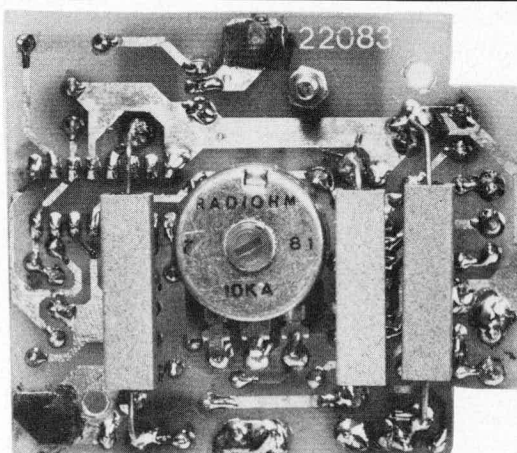
R 1	10 kΩ
R 2	0,47 Ω/4 Watt
R 3	2,2 kΩ
R 4	10 kΩ/4 Watt
R 5	100 kΩ
R 6	10 kΩ, Poti, lin, 6 mm-Achse
R 7	100 Ω
R 8, R 9, R 10	100 kΩ
R 11	1 kΩ
R 12	1 MΩ
R 13	10 kΩ/4 Watt
R 14	22 kΩ
R 15	56 kΩ
R 16	100 kΩ
R 17	68 kΩ
R 18	1,5 kΩ
R 19	82 Ω

Sonstiges

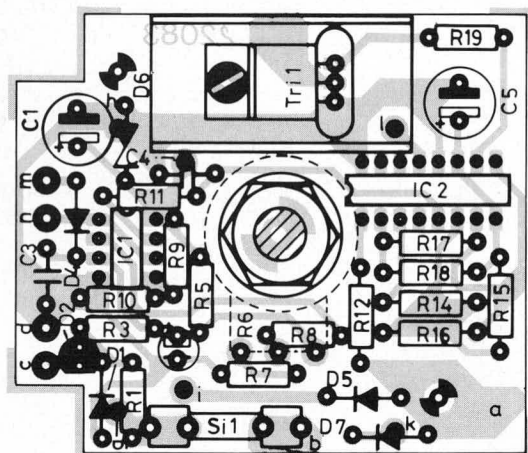
- 1 Sicherung 2 A, flink
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 U-Kühlkörper SK 13 für TO 220
- 1 Taster, 1 x Öffner
- 1 Schraube M 3 x 10 mm
- 1 Mutter M 3
- 2 Schrauben M 3 x 16 mm
- 2 Abstandsrollchen 10 mm
- 4 Lötstifte



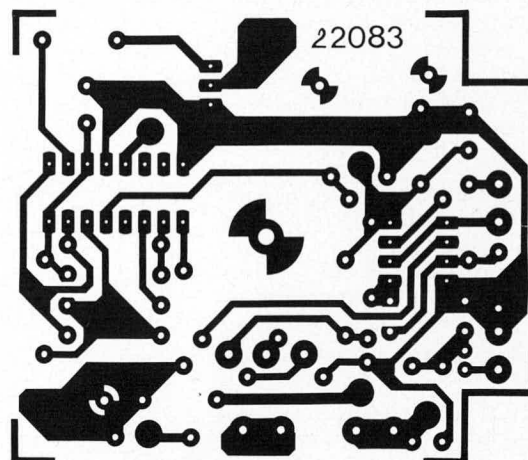
Ansicht der bestückten Platine des elektronischen Überlastschalters



Ansicht der fertig aufgebauten Schaltung von der Leiterbahnseite aus gesehen

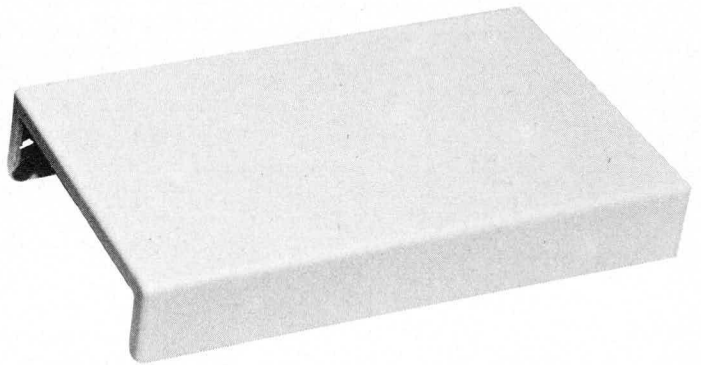
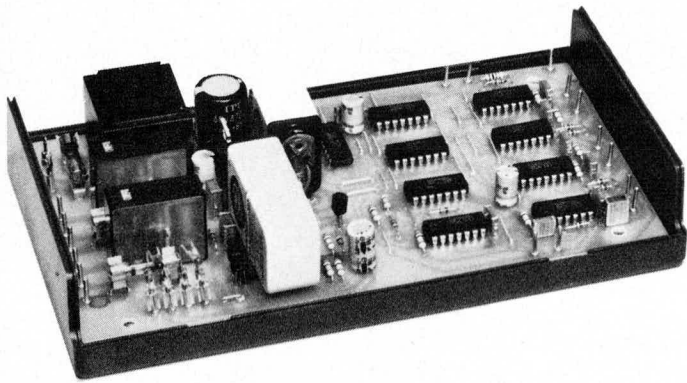


Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

Elektronisches Code-Schloß



Diese Schaltung eines elektronischen Code-Schlusses weist eine besonders hohe Sicherheit gegenüber unbefugten Manipulationen auf.

Als Einsatzmöglichkeit stehen sowohl das End- bzw. Verriegeln von Fenstern, Türen und Toren als auch das Aus- bzw. Einschalten von Alarmanlagen, Lichtschranken usw. zur Auswahl.

Anwendungs- und Bedienungshinweise

Das Code-Schloß besitzt in seiner Grundversion 6 Tasten, die nacheinander in der richtigen Reihenfolge betätigt werden müssen, damit das Ausgangsrelais anzieht.

Die besonders hohe Sicherheit der Schaltung liegt darin, daß beim Betätigen einer falschen Taste die gesamte Schaltung automatisch wieder in den Grundzustand versetzt wird, ohne daß der unwissende Manipulateur einen entsprechenden Hinweis bekommt.

Eine weitere Steigerung der Sicherheit ist dadurch möglich, daß beim Betätigen einer falschen Taste zusätzlich zu dem Zurücksetzen in den Grundzustand automatisch Alarm ausgelöst wird.

Damit nun aber durch ein kleines Versehen des rechtmäßigen Bedieners nicht sofort die Alarmglocken schrillen, leuchtet zunächst bei Eingabe der falschen Reihenfolge eine Vorwarn-LED auf. Ab dem Zeitpunkt wo diese LED aufleuchtet, hat der Bediener noch einmal ca. 5 Sekunden Zeit, den richtigen Code einzugeben, und das Ausgangsrelais zieht an, ohne daß das Alarmrelais einschaltet. Wird innerhalb dieser 5 Sekunden der richtige Code nicht eingegeben, schaltet das Alarmrelais.

Bei der letztgenannten Version mit dem zusätzlichen Alarmausgang, wird die Taste Ta 7 zur Wiederherstellung des Grundzustandes (Ausgangszustandes) benötigt, ohne den Alarm auszulösen. Diese Taste ist bei der ersten Version ohne den Alarmausgang nicht erforderlich, da der Grundzustand durch Betätigen einer beliebigen Taste (Ta 1—Ta 6) wieder hergestellt wird.

Der zur Unterbrechung eines bereits bestehenden Alarms dienende Schalter S 1 sollte sich möglichst räumlich getrennt von den übrigen Tasten an einem sicheren Ort befinden.

Funktions- und Schaltungsbeschreibung

Zunächst wollen wir die Schaltung ohne den zusätzlichen Alarmausgang beschreiben.

6 R/S-Flip-Flops stellen den Speicherteil der Schaltung da.

Vor den jeweiligen S-Eingängen der Flip-Flops befindet sich ein Digital-Schalter, dessen Schaltzustand wiederum von den Ausgangszuständen der Flip-Flops in Verbindung mit 4 Exklusiv-OR-Gattern abhängt.

Befindet sich die gesamte Schaltung in ihrem Grundzustand, wirkt die Taste Ta 1 auf den S-Eingang des 1. Flip-Flops.

Die übrigen Tasten (Ta 2—Ta 6) wirken über die Dioden D 2—D 6 so wie D 7 auf die R-Eingänge der Flip-Flops 1—6, die alle zusammengeschaltet sind.

Wird nun eine der Tasten Ta 2—Ta 6 betätigt, erfolgt eine Rücksetzung sämtlicher Flip-Flops. Betätigt man jedoch die korrekte Taste (in diesem Fall Ta 1) wird das erste Flip-Flop gesetzt, d. h. der S-Eingang dieses Flip-Flops geht auf „LOW“ und der Q-Ausgang dadurch auf „HIGH“.

Durch das EXOR-Gatter N 1, dessen oberer Eingang jetzt auf „HIGH“ und dessen unterer Eingang auf „LOW“ liegt, schaltet nun der hinter Ta 2 liegende Digital-Schalter (N 24 bis N 26) durch Wechsel seines Ausgangs von „LOW“ auf „HIGH“ in der Form um, daß die Taste Ta 2 jetzt auf den S-Eingang des zweiten Flip-Flops wirkt.

Betätigt man die Taste Ta 2 (in der Reihenfolge nachdem die Taste Ta 1 gedrückt wurde) geht der S-Eingang des zweiten Flip-Flops auf „LOW“ und der Q-Ausgang auf „HIGH“.

Durch Wechseln des Q-Ausganges des zweiten Flip-Flops wird der dahinter Ta 1 liegende Digital-Schalter (N 21 bis N 23) um-

geschaltet, so daß Ta 1 jetzt auf die R-Eingänge der Flip-Flops wirkt.

Gleichzeitig wird der hinter Ta 3 liegende Digital-Schalter (N 27 bis N 29) über das Gatter N 2 so geschaltet, daß die Taste Ta 3 jetzt auf den S-Eingang des dritten Flip-Flops wirken kann.

Nach Betätigen von Ta 3 wird nun dieses dritte Flip-Flop gesetzt, indem der S-Eingang auf „LOW“ und dadurch der Q-Ausgang auf „HIGH“ geht.

Durch Wechseln des Q-Ausganges des Flip-Flops liegen nun beide Eingänge des Gatters N 1 auf „HIGH“, wodurch der Ausgang dieses Gatters wieder auf „LOW“ geht. Ta 2 wirkt jetzt auch wieder über D 2 auf die R-Eingänge der Flip-Flop.

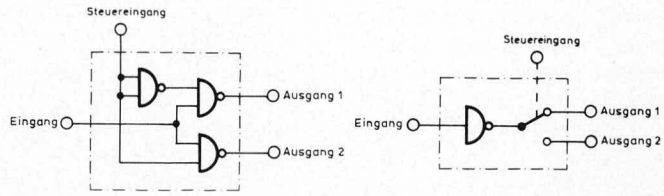
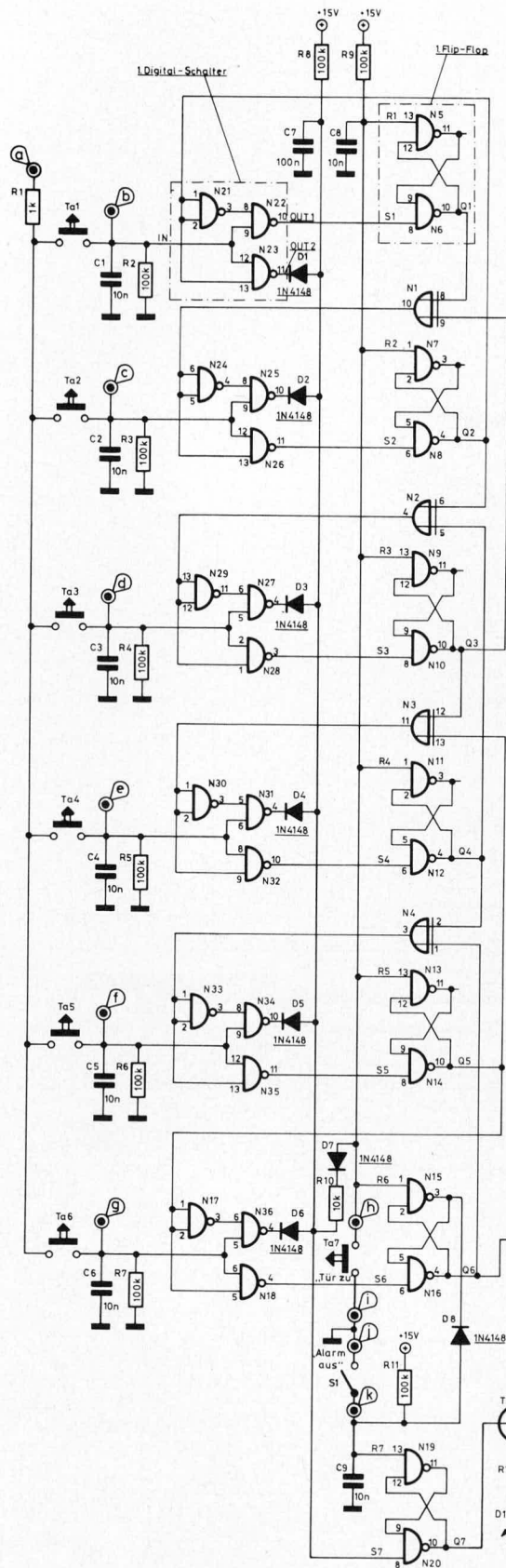
Über N 3 ist inzwischen Ta 4 über den nachfolgenden Digital-Schalter auf den S-Eingang des vierten Flip-Flops geschaltet. Nach Betätigen von Ta 4 geht der entsprechende S-Eingang auf „LOW“ und der Q-Ausgang auf „HIGH“.

Ta 3 ist hierdurch wieder auf die R-Eingänge der Flip-Flops geschaltet, und Ta 5 über N 4 und den nachfolgenden Digital-Schalter auf den S-Eingang des fünften Flip-Flops.

Wird jetzt Ta 5 betätigt, schaltet das fünfte Flip-Flop und gibt Ta 6 frei, nach dessen Betätigen der Q-Ausgang des sechsten Flip-Flops auf „HIGH“ geht, und über den nachgeschalteten Transistor T 2 das Ausgangsrelais Re 1 anziehen läßt.

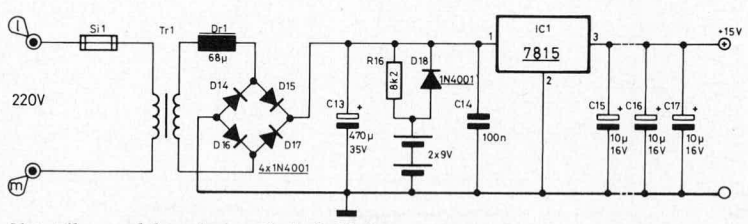
Wird eine andere Taste als die jeweils korrekte Taste gedrückt, geht die gesamte Schaltung in ihren Grundzustand zurück.

Zieht man die Schaltungsversion vor, bei der durch falsche Betätigung einer Taste nicht allein die Schaltung in ihren Grundzu-



Schaltbild eines von 6 in der Schaltung enthaltenen Digital-Schalters. Rechts daneben das analoge Prinzipschaltbild.

IC 2	N1-N4	CD 4030
IC 3	N5-N8	CD 4011
IC 4	N9-N12	CD 4011
IC 5	N13-N16	CD 4011
IC 6	N17-N20	CD 4011
IC 7	N21-N24	CD 4011
IC 8	N25-N28	CD 4011
IC 9	N29-N32	CD 4011
IC 10	N33-N36	CD 4011



Netzteil zum elektronischen Code-Schloß

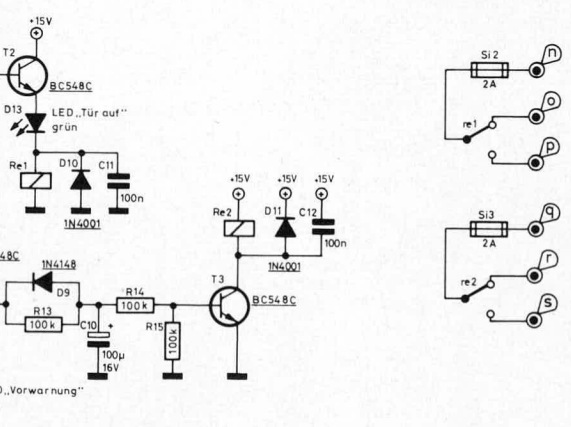


Bild 1:
Schaltbild des elektronischen Code-Schlosses

stand zurückversetzt wird, sondern außerdem Alarm ausgelöst werden soll, so ist das 7. Flip-Flop mit den nachgeschalteten Bauelementen sowie die Taste Ta 7 und der Schalter S 1 einzubauen.

Wird jetzt eine falsche Taste betätigt, gelangt diese Information über eine der Dioden D 1—D 6 auf den S-Eingang des 7. Flip-Flops, der auf „LOW“ geht, wodurch der Q-Ausgang den nachgeschalteten Transistor T 1 durchsteuert.

Die rote Vorwarn-LED leuchtet auf.

Über den am Emitter von T 1 anliegenden Widerstand R 13 lädt sich langsam der Kondensator C 10 auf. Nach ca. 5 Sekunden steuert dann T 3 durch, und das Alarmrelais Re 2 zieht an.

Wird während der ersten 5 Sekunden die richtige Tasten-Reihenfolge gedrückt, setzt der Q-Ausgang des sechsten Flip-Flops über die Diode D 8 den R-Eingang des siebten Flip-Flops zurück, und das Alarm-Relais zieht nicht an.

Außerdem kann selbstverständlich über den räumlich getrennt angeordneten Schalter S 1 ebenfalls der Alarm verhindert bzw. abgebrochen werden.

Das Zurücksetzen der Schaltung, das bei der erstgenannten einfacheren Version mittels Betätigen einer der Tasten Ta 1—Ta 6 erfolgen konnte, wird bei der Version mit dem zusätzlichen Alarmausgang über die Taste Ta 7 durchgeführt.

Die Stromversorgung erfolgt über einen kleinen Transformator mit nachgeschaltetem Brückengleichrichter und Stabilisierungs-IC, wobei die Drossel zur Verbesserung der Störsicherheit gegen Netzspannungseinflüsse dient. Um die Betriebssicherheit auch bei Spannungsausfällen zu

gewährleisten, wurden 2 in Reihe geschaltete 9-Volt-Batterien (bzw. Akkus) vorgesehen.

Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes dürfte der Aufbau keine Schwierigkeiten bereiten.

Sollten mit den Relais größere Lasten geschaltet werden, könnte es zu Störeinstreuungen in die Elektronik kommen. Wir empfehlen in diesem Fall, die beiden Relais einschließlich der parallel geschalteten Dioden und Kondensatoren über jeweils 2 Drähte räumlich getrennt von der Schaltung anzuordnen, wodurch die ansonsten besonders störsicher aufgebaute Elektronik vor Einflüssen auch von der Verbraucherseite her getrennt ist.

Anwendung

Das Ausgangsrelais des Code-Schlusses kann zum einen bereits vorhandene elektrische Türöffner schalten.

Zum anderen gibt es auf dem Markt elektromagnetisch betriebene Verriegelungsbolzen zu kaufen, die von der Schaltung angesteuert werden können.

Solche Verriegelungsbolzen lassen sich auch selbst herstellen, wie dies im Bild 2 dargestellt wurde. Die genauen Wickeldaten sind je nach verwendetem Kupfer-Lackdraht (CuL) individuell auszurechnen bzw. auszuprobieren. Bei einem Spulenstrom von ca. 1 Amp. und einer Versorgungsspannung von 12 Volt ergäbe sich eine Drahtlänge von 200—250 Metern bei einem Drahtdurchmesser von 0,65 mm. Dies entspricht ca. 1000 Windungen bei einem mittleren Spulendurchmesser von 7 cm.

Der für die angeschlossenen Verbraucher (z. B. Elektromagnet o. ä.) erforderliche

Stückliste Elektronisches Code-Schloß

Halbleiter

IC 1	.....	7815
IC 2	.....	CD 4030 oder CD 4070
IC 3—IC 10	.....	CD 4011
T 1—T 3	.....	BC 548 C
D 1—D 9	.....	1 N 4148
D 10, D 11, D 14—D 18	.....	1 N 4001
D 12	.....	LED, rot, 5 mm
D 13	.....	LED, grün, 5 mm

Kondensatoren

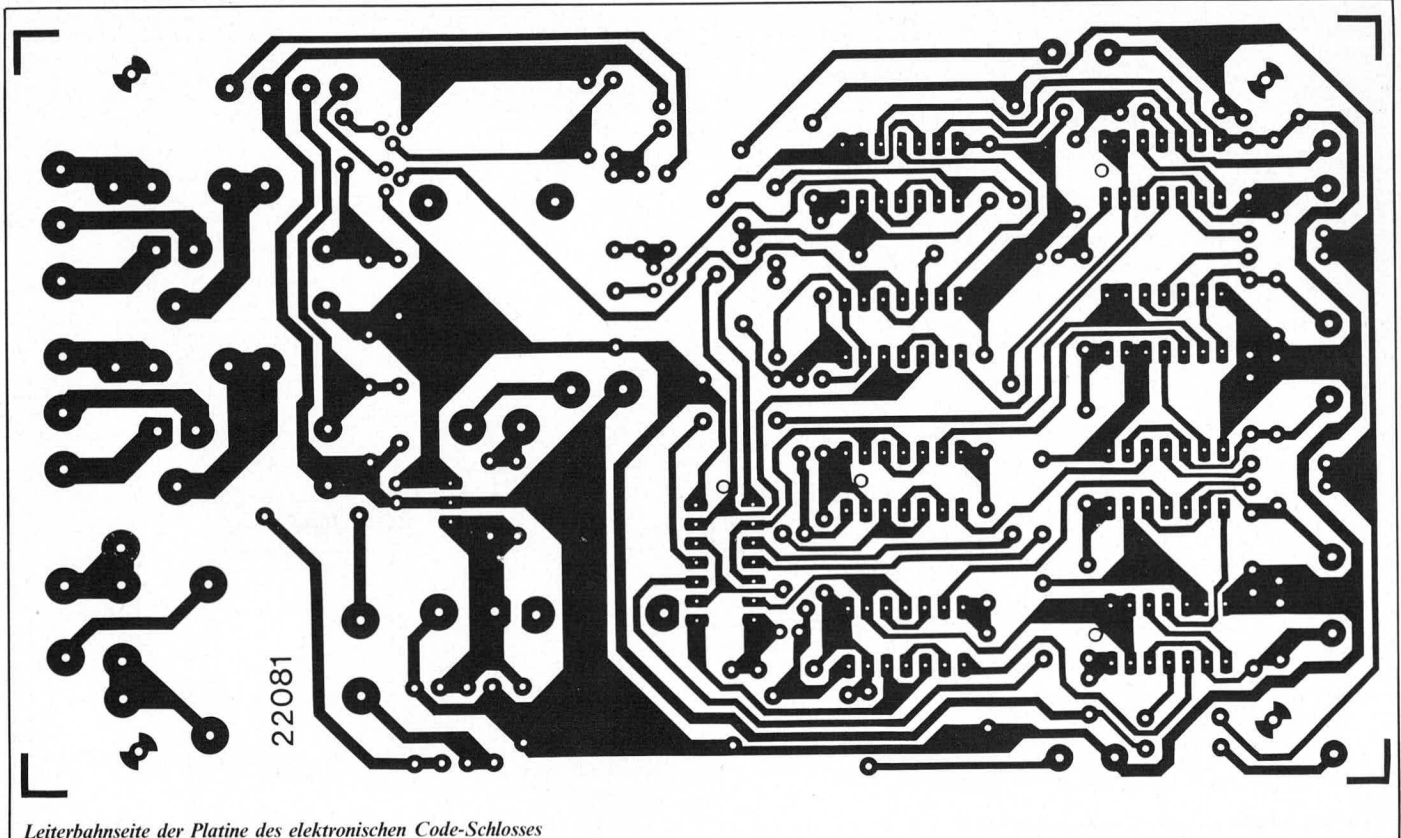
C 1—C 6	.....	10 nF
C 7	.....	100 nF
C 8, C 9	.....	10 nF
C 10	.....	100 µF/16 V
C 11, C 12	.....	100 nF
C 13	.....	470 µF/35 V
C 14	.....	100 nF
C 15—C 17	.....	10 µF/16 V

Widerstände

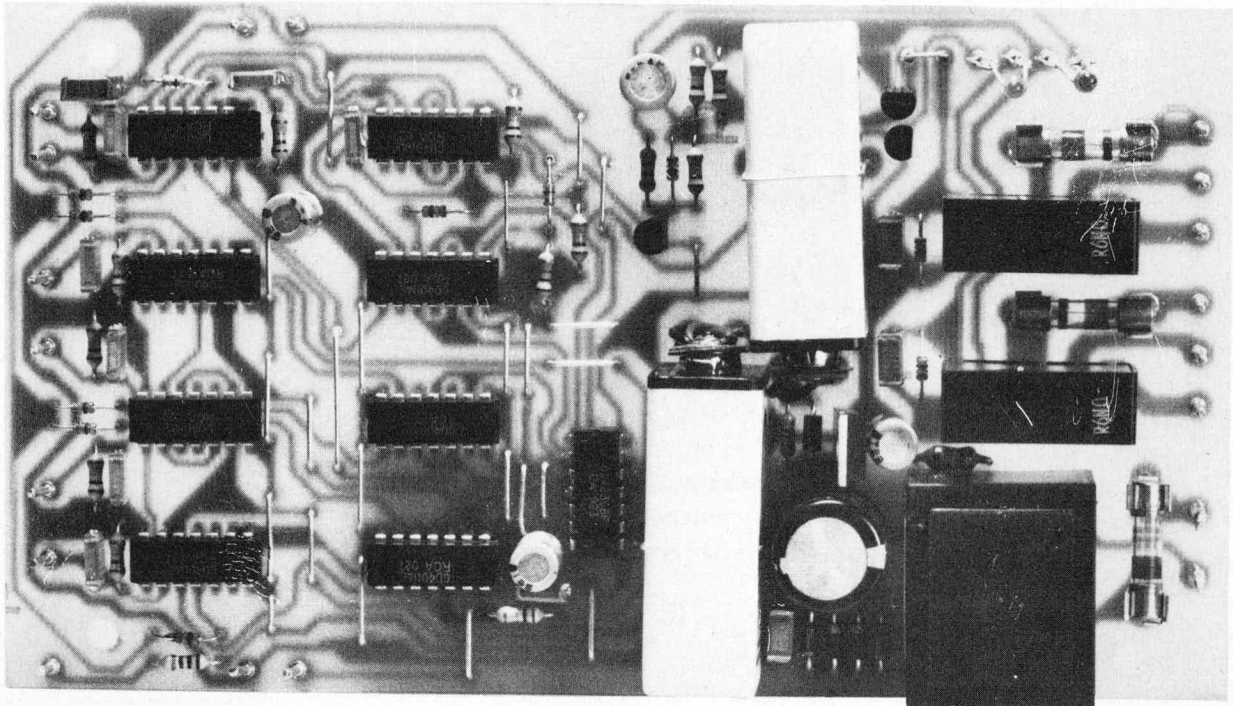
R 1	.....	1 kΩ
R 2—R 9	.....	100 kΩ
R 10	.....	10 kΩ
R 11	.....	100 kΩ
R 12	.....	1 kΩ
R 13—R 15	.....	100 kΩ
R 16	.....	8,2 kΩ

Sonstiges

Si 1	.....	Sicherung 50 mA, flink
Si 2, Si 3	.....	Sicherung 2 A, flink
Tr 1	.....	Netztrafo: prim: 220 V, 1,6 VA sek: 15 V, 110 mA
Dr 1	.....	HF-Drossel 68 µH
Re 1, Re 2	.....	Siemens Kartenrelais 1 x um, 12 V
Ta 1—Ta 7	.....	Taster, 1 x ein
S 1	.....	Kippschalter 1 x ein
2	.....	Batterieclips
23	.....	Lötstifte
3	.....	Platinensicherungshalter



Leiterbahnseite der Platine des elektronischen Code-Schlusses



Ansicht der bestückten und funktionstüchtigen Platine des elektronischen Code-Schlusses

Strom muß von einer separaten Spannungsquelle bezogen werden. Das im Code-Schloß eingebaute Netzteil liefert hierfür nicht den nötigen Strom.

Als weitere Einsatzmöglichkeit des Code-Schlusses bietet sich wie eingangs schon erwähnt, das Aus- bzw. Einschalten von Lichtschranken bzw. Alarmanlagen an.

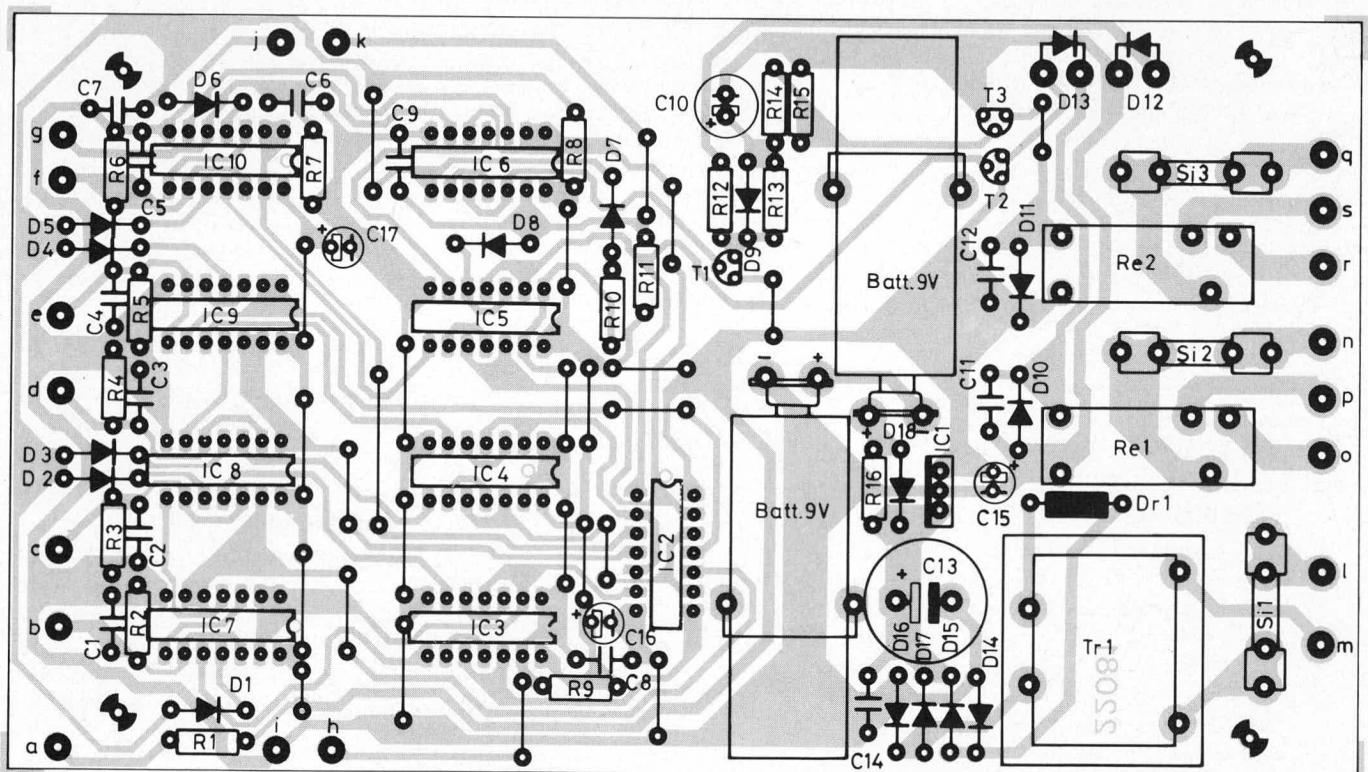
Der genaue Anschluß ist von dem jeweiligen System abhängig.

Grundsätzlich ist es auch möglich, die Tasten des Code-Schlusses draußen anzubringen.

Damit nun aber nicht durch unbefugtes Betätigen bzw. durch spielende Kinder der Alarm ausgelöst werden kann, empfiehlt es sich, die Tasten in ein abschließbares Metallgehäuse einzubauen, so daß diese erst nach Aufschließen und Öffnen des Metallgehäuses zu betätigen sind.

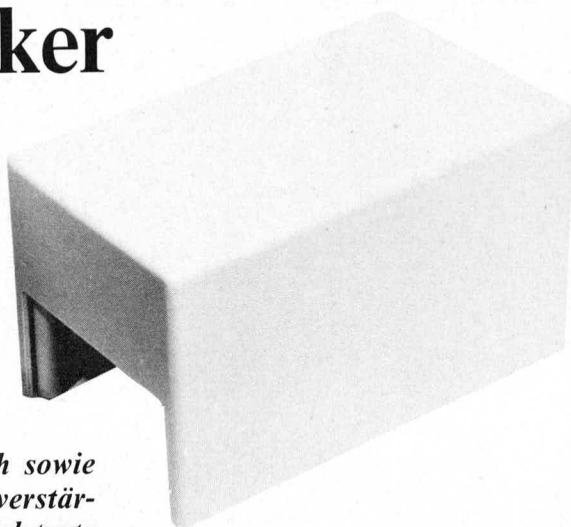
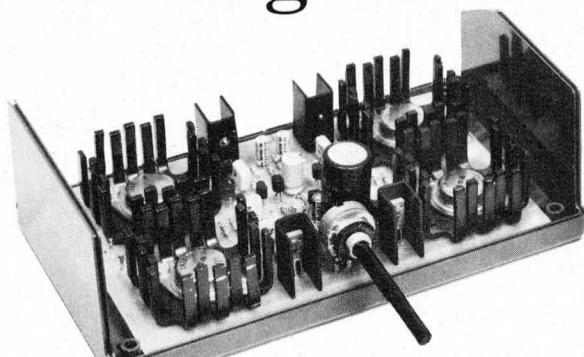
Eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme läßt sich dadurch erreichen, indem eine Fotozelle oder noch besser ein Ultraschallsensor mit entsprechend verzögerter Auswertelektronik in das Gehäuse mit eingebaut wird, und zwar so, daß man nur wenige Sekunden Zeit hat, um den richtigen Code einzugeben, um einen Alarm zu verhindern.

Dem eigenen Ideenreichtum steht hier dem Hobby-Elektroniker ein weites Feld offen.



Bestückungsseite der Platine des elektronischen Code-Schlusses

12 V-Leistungsverstärker



Hohe Ausgangsleistung, großer Versorgungsspannungsbereich sowie einfacher Nachbau zeichnen diesen Niederfrequenz-Leistungsverstärker aus. Hervorzuheben sind die guten technischen Daten, die sich trotz des Einsatzes von einfachen Standardbauelementen, die nahezu überall erhältlich sind, erreichen lassen. Darüber hinaus ist ein Abgleichen des Verstärkers nicht erforderlich.

Allgemeines

Bei der hier vorgestellten Schaltung eines Niederfrequenz-Verstärkers handelt es sich um 2 gegenphasig angesteuerte getrennte Gegentaktendverstärker, die in Brückenschaltung betrieben werden.

Hier zunächst die besonderen Vorteile dieser Schaltung:

- hohe Ausgangsleistung bei niedriger Versorgungsspannung
- automatische Ausgangsgleichspannungseinstellung
- weitgehend gleichspannungsfreier Lautsprecherausgang ohne Ausgangselko
- hohe Konstanz und Temperaturunempfindlichkeit des Verstärkungsfaktors
- geringer Klirrfaktor
- geringe Intermodulationsverzerrungen
- hohe Eingangsimpedanz
- ausschließliche Verwendung von leicht zu beschaffenden Standardbauelementen
- problemloser Nachbau

Vorstehend aufgeführte Punkte lassen erkennen, daß es sich bei der hier vorgestellten Schaltung um einen qualitativ hochwertigen Verstärker handelt, dessen Nachbau sicherlich vielen Lesern zu Recht lohnenswert erscheinen mag.

Zur Schaltung

Über den Kondensator C 2 gelangt das NF-Eingangssignal auf das Lautstärkereinstellpoti R 2. Über C 3 wird dieses Signal auf

das Gate des FETs des Typs BF 245 C gegeben.

In Verbindung mit den Widerständen R 1, R 4 sowie R 3 ist diese Eingangsstufe als Impedanzwandler geschaltet, der gleichzeitig 2 gleichgroße Signale mit entgegengesetzter Phasenlage zur Ansteuerung der beiden Gegentaktendverstärker erzeugt.

Die gegenphasigen Signale werden über die Kondensatoren C 5 und C 7 ausgekoppelt und über die Widerstände R 7 und R 8 auf die Basen der als Differenzverstärker geschalteten Eingangsstufen (T 2, T 3 sowie T 11, T 12) der Gegentaktendverstärker gegeben.

Da die beiden für diesen Brückenverstärker erforderlichen Gegentaktendstufen vollkommen symmetrisch aufgebaut wurden, soll nachfolgend nur die Funktion des oberen Verstärkers beschrieben werden.

Das auf die Basis von T 2 gelangende NF-Signal wird auf den Emitter von T 3 übertragen, dessen Basis über die Widerstände R 5, R 6 und R 12 in Verbindung mit den beiden Kondensatoren C 6 und C 9 exakt auf halber Betriebsspannung liegt. Auf diese Weise arbeitet der Transistor T 3 in Basisschaltung. Das verstärkte Signal steht somit am Kollektor von T 3 an, wo es über den Widerstand R 10 auf die Basis von T 4 gegeben wird.

Der daran anschließende als Emitterfolger geschaltete Transistor T 5 steuert nun den Treiber T 7 direkt an, sowie über die Dioden D 1, D 2 und den Transistor T 6 den Treiber T 8.

T 7 und T 8 ihrerseits steuern die Komplementärstufen, bestehend aus T 9 und T 10 an.

Die Verstärkung der Endstufe wird mittels der Widerstände R 7 und R 10 festgelegt ($v = R 16/R 7$).

Die Kondensatoren C 8, C 10 und C 11 dienen der Unterdrückung von Schwingneigungen.

Durch die Gleichspannungsgegenkopplung (über R 16) in Verbindung mit der automatischen Versorgungsspannungsmittelpunktserzeugung (über R 5/R 6) liegt der Lautsprecherausgang (Punkt C bzw. Punkt D) immer exakt auf der halben Versorgungsspannung. Sobald sich die Versorgungsspannung ändert, ändert sich automatisch auch die Gleichspannung an Punkt C bzw. an Punkt D.

Da der untere Verstärker vollkommen symmetrisch aufgebaut ist, und dieser ein genau gegenphasiges Eingangssignal erhält, liegt auch am Ausgang dieses Verstärker-teils (Punkt D) exakt das verstärkte, zu Punkt C gegenphasige, Signal an.

Schaltet man nun einen Lautsprecher zwischen die Anschlußpunkte C und D, so läßt sich durch diese Schaltungsart ca. die 4fache Ausgangsleistung als bei Verwendung nur eines Verstärker-teils erreichen.

Besonders bei niedrigen Versorgungsspannungen von z. B. 12 V ist der Einsatz der hier vorliegenden Schaltung zur Erzielung einer guten Ausgangsleistung vorteilhaft.

Zum Nachbau

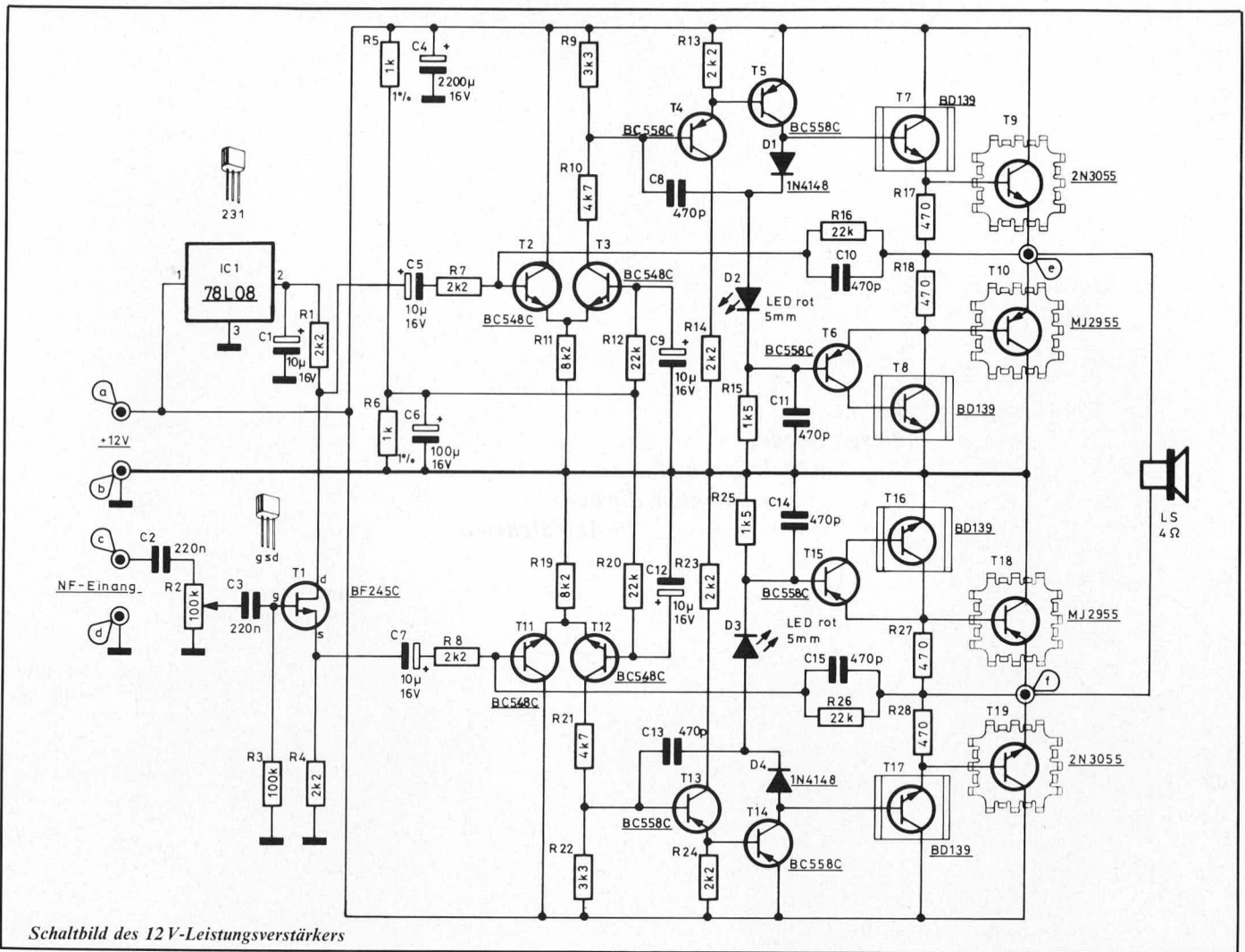
Wie bereits im Vorwort erwähnt, gestaltet sich der Nachbau weitgehend einfach, zumal keinerlei empfindliche Bauelemente eingesetzt wurden.

Zweckmäßigerweise beginnt man bei der Bestückung mit den passiven Bauelementen.

Als letztes sollten die 4 Leistungstransistoren mit den Fingerkühlkörpern eingebaut werden.

Technische Daten:

Ausgangsleistung: (Dauer)	12 Watt ($U_B = 13,6 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$)
	40 Watt ($U_B = 25 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$)
Übertragungsbereich:	20 Hz bis 22 kHz (-6 dB)
	40 Hz bis 12 kHz (-3 dB)
Klirrfaktor:	0,5 % (typ: 0,2 %)
	($U_B = 13,6 \text{ V}$, $R_L = 4 \Omega$, $P = 10 \text{ Watt}$)
Versorgungsspannungsbereich:	10 V bis 25 V
Lautsprecherimpedanz:	4 Ω bis 16 Ω
Eingangsspannung:	500 mV (für $P = 10 \text{ Watt}$)
Eingangsimpedanz:	100 k Ω



Schaltbild des 12V-Leistungsverstärkers

Alle Details sind aus dem Bestückungsplan zu entnehmen.

Sollte der Verstärker nicht auf Anhieb arbeiten, ist es empfehlenswert, zunächst die Bestückung der Transistoren und der Dioden zu überprüfen.

Des weiteren können folgende Spannungen gemessen werden:

1. Die Spannung am Ausgang des Spannungsreglers IC 1 des Typs 78L08 sollte gemessen über den Kondensator C 1 ca. 7,5 bis 8,5 V betragen.

2. Die über R 6 gemessene Spannung muß exakt dem halben Wert der Versorgungsspannung entsprechen.

3. Über dem Widerstand R 4 ist eine Spannung von ca. 2 V zu messen, die exakt der über dem Widerstand R 1 gemessenen Spannung entspricht.

4. Zwischen den Punkten C und D dürfen im Ruhezustand (ohne Eingangssignal) maximal 500 mV gemessen werden — bei sorgfältig ausgewählten Markenbauteilen jedoch nur weniger als 100 mV.

Es können auch beide Verstärker getrennt getestet werden, indem ein Lautsprecher von Punkt C oder von Punkt D über einen Kondensator (ca. 1000 µF/16 V) nach Masse geschaltet wird, wobei der + Anschluß des Kondensators an Punkt C (bzw. Punkt D) angeschlossen wird. Die Ausgangsleistung beträgt dann allerdings nur ca. 25%.

Stückliste: 12 V-Leistungsverstärker

Halbleiter

IC 1	78L08
T 1	BF 245 C
T 2, T 3, T 11, T 12	BC 548 C
T 4-T 6, T 13-T 15	BC 558 C
T 7, T 8, T 16, T 17	BD 139
T 9, T 19	2 N 3055
T 10, T 18	MJ 2955
D 1, D 4	1 N 4148
D 2, D 3	LED, rot, 5 mm

Kondensatoren

C 1	10 µF/16 V
C 2, C 3	220 nF
C 4	2200 µF/16 V
C 5	10 µF/16 V
C 6	100 µF/16 V
C 7	10 µF/16 V
C 8	470 pF
C 9	10 µF/16 V
C 10, C 11	470 pF
C 12	10 µF/16 V
C 13, C 14, C 15	470 pF

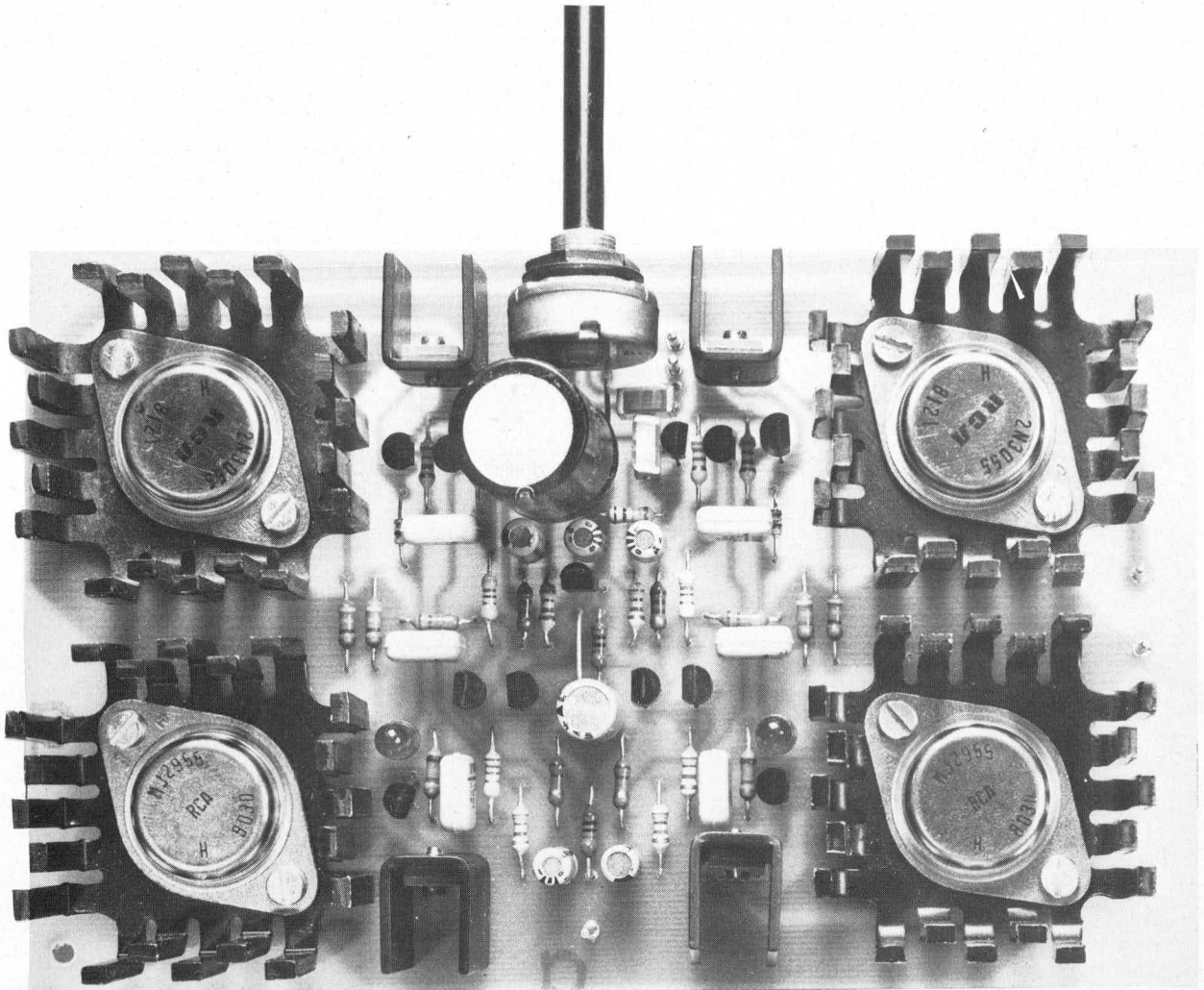
Widerstände

R 1	2,2 kΩ
R 2	100 kΩ, Poti, lin, 6 mm-Achse
R 3	100 kΩ

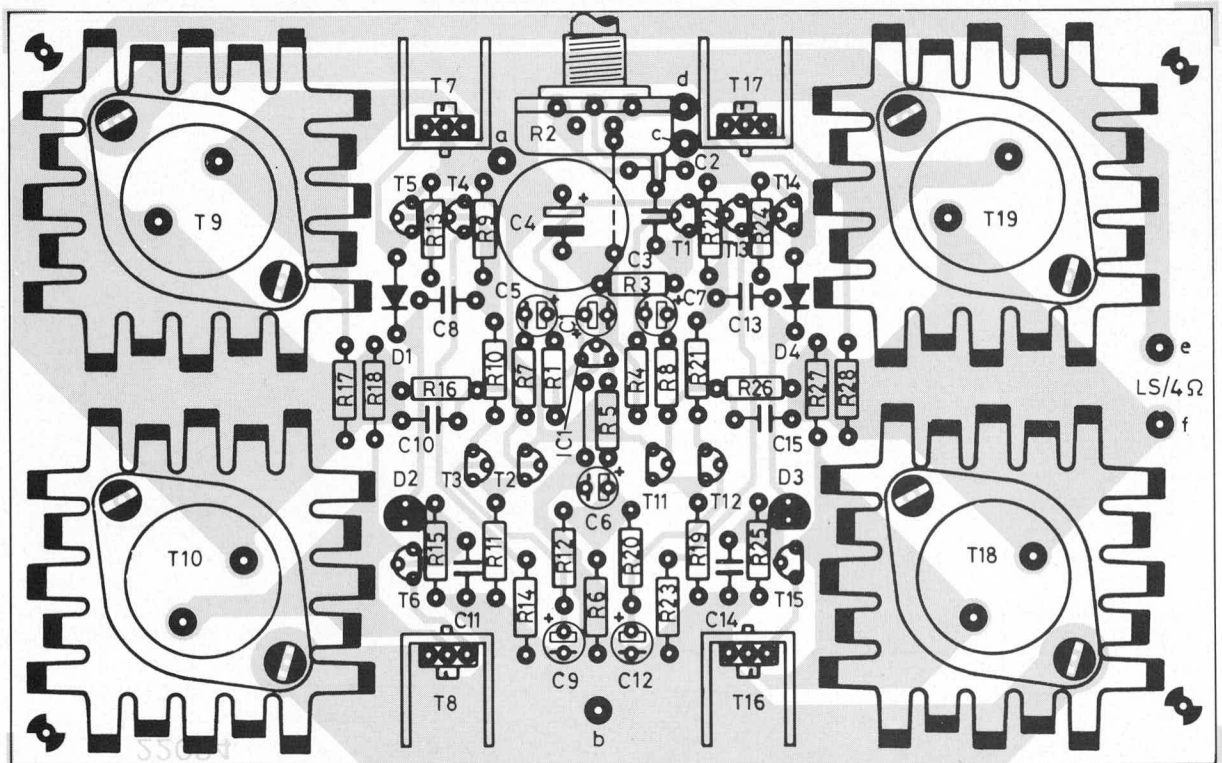
R 4	2,2 kΩ
R 5, R 6	1 kΩ, 1%
R 7, R 8	2,2 kΩ
R 9	3,3 kΩ
R 10	4,7 kΩ
R 11	8,2 kΩ
R 12	22 kΩ
R 13, R 14	2,2 kΩ
R 15	1,5 kΩ
R 16	22 kΩ
R 17, R 18	470 Ω
R 19	8,2 kΩ
R 20	22 kΩ
R 21	4,7 kΩ
R 22	3,3 kΩ
R 23, R 24	2,2 kΩ
R 25	1,5 kΩ
R 26	22 kΩ
R 27, R 28	470 Ω

Sonstiges

- 4 Fingerkühlkörper für TO 3
- 4 U-Kühlkörper SK 12 für TO 32
- 8 Schrauben M 3 x 10 mm
- 8 Muttern M 3
- 4 Schrauben M 2,6 x 10mm
- 4 Muttern M 2,6
- 6 Lötstifte



Ansicht der fertig bestückten Platine des 12 V-Leistungsverstärkers



Bestückungsseite der Platine des 12 V-Leistungsverstärkers