

ELV *journal*

Nr. 25

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

Elektronische Schachuhr SU 2000



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

Mit
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:

**ELV-Serie 7000:
Hochspannungs-
Netzteil
HNT 7000**

Meßgleichrichter

Elektronische Schachuhr

Bildmuster-generator

Automatische Lautstärke
für Autoradios

Inhaltsverzeichnis der Hefte 1-24

OPAMP-Tester

Zufallsgenerator
für Beleuchtung

Elektronische Schachuhr



Die Schachfreunde unter unseren Lesern werden sich über diese Schaltung sicherlich besonders freuen. Sie wurde zur komfortablen, selbstverständlich digitalen Zeitmessung bei Schachspielen entwickelt, wobei sowohl die jeweilige Einzelzeit eines jeden Spielers als auch die Gesamtzeit ständig angezeigt wird.

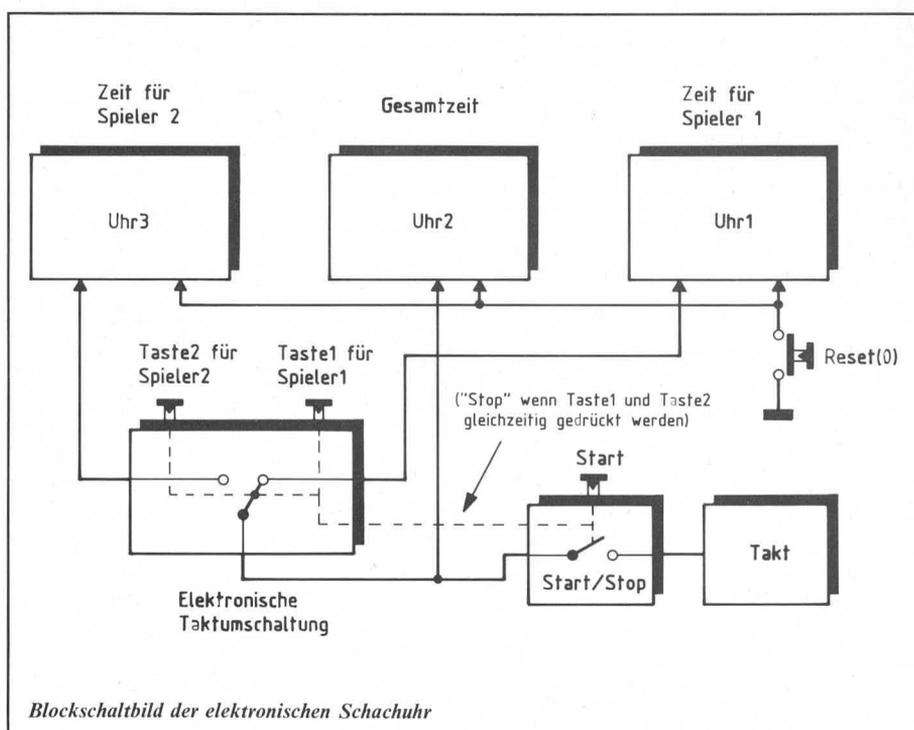
Allgemeines

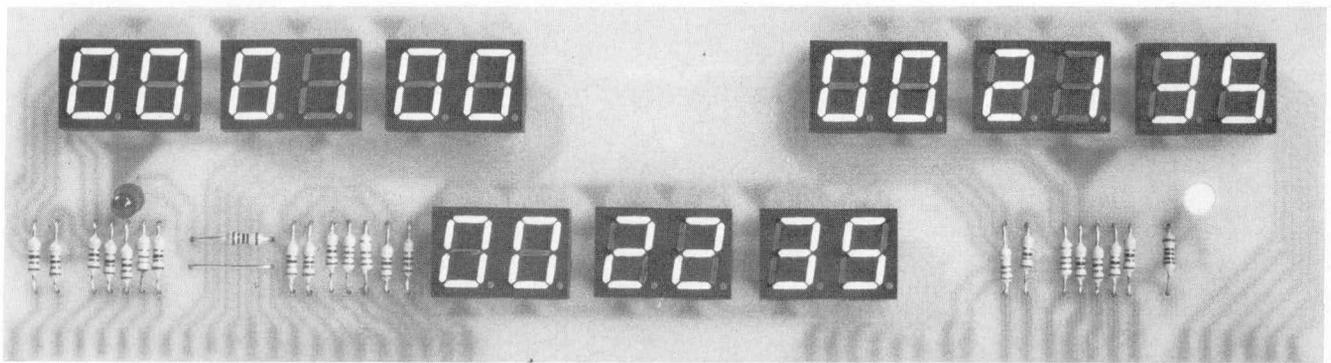
Das Hobby des Elektronikbastelns als auch das des Schachspielens dürfen wohl mit zu den anspruchsvollsten Freizeitbeschäftigungen zählen. Da für beide Hobbys, sofern diese intensiver betrieben werden, das Verständnis für etwas kompliziertere Zusammenhänge Voraussetzung ist, können wir sicherlich eine große Zahl von Schachfreunden auch zu unseren Lesern zählen. Mit der hier vorgestellten Schaltung lassen sich nun beide Hobbys auf nahezu ideale Weise miteinander verbinden.

Die hier vorgestellte elektronische Schachuhr besteht aus drei voneinander unabhängigen 24 Std. Digitaluhren, mit einer Auflösung von jeweils einer Sekunde, die über Taster mit nachgeschalteten logischen Verknüpfungen gesteuert werden.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung der elektronischen Schachuhr erfolgt über 4 Taster, von denen 2 ergonomisch günstig am besten auf der Gehäuseoberseite angeordnet werden und die beiden anderen, vor unbeabsichtigtem Berühren gesichert, an der Gehäuserückwand befestigt werden sollten.





Frontansicht der elektronischen Schachuhr vor dem Einbau ins Gehäuse

Vor Spielbeginn wird der Netzstecker in die Steckdose gesteckt und danach der Einschalter S 1 betätigt. Im selben Moment leuchtet eine der beiden LED's für die Spielzeit des Spielers 1 oder des Spielers 2 auf. Mit der Taste Ta 4 werden die drei Uhren gemeinsam auf „0“ gesetzt. Anschließend wird entweder der Taster Ta 1 oder der Taster Ta 2 betätigt, und zwar so, daß diejenige Leuchtdiode aufleuchtet, die demjenigen Spieler zugeordnet ist, der mit dem Spiel beginnt. Wird anschließend die Taste Ta 3 „Start“ gedrückt, beginnt sowohl die Gesamtzeit als auch die betreffende Einzelzeit zu laufen.

Hat beispielsweise der Spieler 1 die weißen Figuren und somit das Spiel eröffnet, müssen nach Betätigen des Start-Tasters (Ta 3) sowohl die Uhr für den Spieler 1 (aufgebaut mit dem IC 1) als auch die Uhr zur Gesamtzeit (aufgebaut mit dem IC 2) laufen.

Sobald der Spieler 1 jetzt seinen Zug vollendet hat, betätigt er seine Taste (Ta 1), wodurch seine Uhr zur Einzelzeitanzeige stoppt und automatisch im selben Moment die Uhr zur Einzelzeitanzeige für den Spieler 2 (aufgebaut mit dem IC 3) startet. Die Gesamtzeitanzeige läuft ohne Unterbrechung weiter, d. h., daß sich die Gesamtzeitanzeige als Summation der Einzelzeiten der Spieler 1 und 2 ergibt. Hat nun der Spieler 2 seinerseits seinen Zug beendet, betätigt er die ihm zugeordnete Taste (Ta 2), wodurch seine Uhr stoppt und die Zeitanzeige für den Spieler 1 zu laufen beginnt.

Soll das Spiel unterbrochen werden, müssen alle 3 Uhren, von denen selbstverständlich nur 2 gleichzeitig laufen, gestoppt werden. Dies erreicht man dadurch, indem beide Spieler ihre Taste gemeinsam betätigen (Ta 1 und Ta 2 gleichzeitig drücken).

Hierdurch wird die Schachuhr gestoppt. Je nachdem welcher Spieler mit der Fortsetzung des Spiels beginnt, ist entweder Ta 1 oder Ta 2 zu drücken, wodurch eine der beiden zugehörigen Spieler-LED's aufleuchtet. Ein Starten der Uhr erfolgt hierdurch jedoch nicht. Erst nach Betätigen der Starttaste (Ta 3) laufen sowohl die Gesamtzeit als auch die betreffende Spielerzeit wieder an.

Bei einem Stromausfall wird über den Transistor T 40 in Verbindung mit dem Widerstand R 26 eine Dunkelsteuerung der 18 Sieben-Segment-Anzeigen herbeigeführt, wodurch die Stromaufnahme erheblich gesenkt wird. Gleichzeitig übernimmt der Batteriesatz die Notstromversorgung. Erkennbar ist ein Stromausfall daran, daß die Anzeigendisplays erlöschen, eine der beiden Leuchtdioden für die Spieler-Anzeige jedoch weiter leuchtet. Aufgrund der Ruhestromaufnahme von ca. 30 mA ist die Notstromversorgung nur für tatsächliche Stromausfälle von max. einigen Stunden gedacht und nicht, um das Ergebnis über Nacht zu speichern. Aus diesem Grunde ist auch immer der Einschalter S 1 auszuschalten, bevor der Netzstecker gezogen wird, da bei geschlossenem Schalter S 1, ein Ziehen des Netzsteckers von der Elektronik als Notstrombetriebsfall erkannt würde. Dies wird aber, wie bereits vorstehend erwähnt, durch Aufleuchten einer der beiden Spieler-LED's signalisiert.

Zur Schaltung

Die drei Uhren zur Anzeige der beiden Einzelzeiten sowie der Gesamtzeit, sind identisch aufgebaut, so daß die Beschreibung dieses Schaltungsteiles nur anhand einer Uhr aufgezeigt werden soll.

Das Herzstück stellt das IC 3 (bzw. IC 1, IC 2) des Typs MM 5309 dar. C 1 und R 8 dienen zur Festlegung der Taktfrequenz des internen Oszillators. Dieser ist u. a. erforderlich, um die im Multiplex betriebene Anzeige ansteuern zu können. Die Transistoren T 1 bis T 7 in Verbindung mit den Widerständen R 1 bis R 7, steuern die sieben Segmente der jeweils sechs Display Di 1 bis Di 6 an, während T 8 bis T 13 die entsprechenden Digits schalten.

Die 50 Hz Taktfrequenz wird über Pin 19 auf die IC's 1 bis 3 gegeben, und zwar über die Gatter N 1 bis N 3. Über Pin 16 werden die IC's auf Null gesetzt, während über Pin 28 die Ausblendung der Anzeige erfolgt, und zwar mit Hilfe des Transistors T 40 in Verbindung mit R 26.

Das Starten und Stoppen der Uhren geschieht mit Hilfe der als Speicher geschalteten Gatter N 7 und N 8. Sobald die Starttaste (Ta 3) gedrückt wird, geht der Ausgang des Gatters N 7 (Pin 11) auf „high“,

wodurch das Gatter N 2 sowie vorbereitend ein Eingang der Gatter N 1 und N 3 freigegeben werden. Je nachdem, ob nun die Taste Ta 1 oder Ta 2 betätigt wurde, wird über die Ausgänge der ebenfalls als Speicher geschalteten Gatter N 5 und N 6 entweder N 1 oder N 3 gleichzeitig mit N 2 freigegeben. Die Gesamtzeit und eine der beiden Einzelzeiten beginnen zu laufen.

Werden die Tasten Ta 1 und Ta 2 gleichzeitig betätigt, gehen die Ausgänge der Gatter N 5 und N 6 beide auf „high“, wodurch der Ausgang des Gatters N 4 (Pin 11) auf „low“ geht. Die als Speicher geschalteten Gatter N 7 und N 8 sperren die Gatter N 1 bis N 3, da Pin 11 des Gatters N 7 auf „low“ geht.

Die Dioden D 5, D 6 sowie D 10, D 11 dienen der Erweiterung von 2 auf 3 Eingängen der Gatter N 1 und N 3. Auf diese Weise konnte ein zusätzliches IC mit 3fach Gattern eingespart werden.

Durch Betätigen der Reset-Taste (Ta 4) wird sowohl der Speicher (N 7/N 8) auf „stopp“ geschaltet als auch gleichzeitig die Reset-Eingänge (Anschlußbeinchen 16 der IC's 1 bis 3) angesteuert. Damit nun bei gleichzeitigem Betätigen der Tasten Ta 1 und Ta 2, zwecks Stoppen der Uhr, nicht auch die Reset-Funktion ausgelöst wird, findet eine Entkoppelung über die Diode D 8 statt.

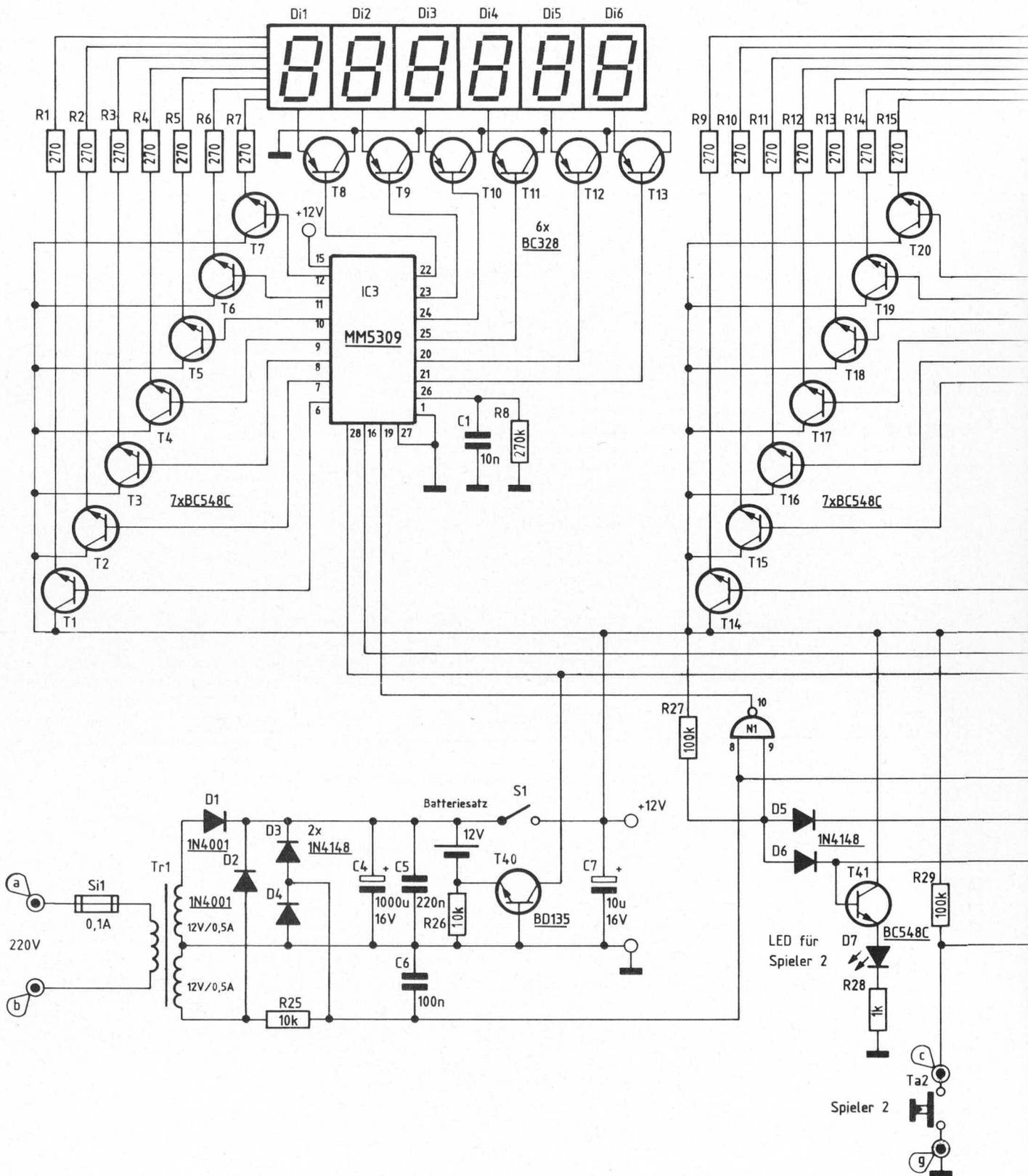
Das Netzteil ist mit einem Zweiweggleichrichter aufgebaut, wozu allerdings zwei Sekundär-Wicklungen erforderlich sind. Dies hat jedoch den Vorteil, daß gleichzeitig über die Kombination D 3, D 4 in Verbindung mit R 25/C 6, ohne nennenswerten zusätzlichen Aufwand das 50 Hz Taktsignal zur Ansteuerung der Uhrenbausteine gewonnen werden kann. Dieses wird dann über die Gatter N 1 bis N 3, je nach deren Freigabe, auf die Uhrenbausteine IC 1 bis IC 3 gegeben.

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich weitgehend problemlos, da sämtliche Bauelemente, einschließlich Trafo, ohne zusätzliche aufwendige Verdrahtung auf den beiden Platinen untergebracht werden konnten.

Zunächst werden die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren, Dioden usw. in gewohnter Reihenfolge eingelötet.

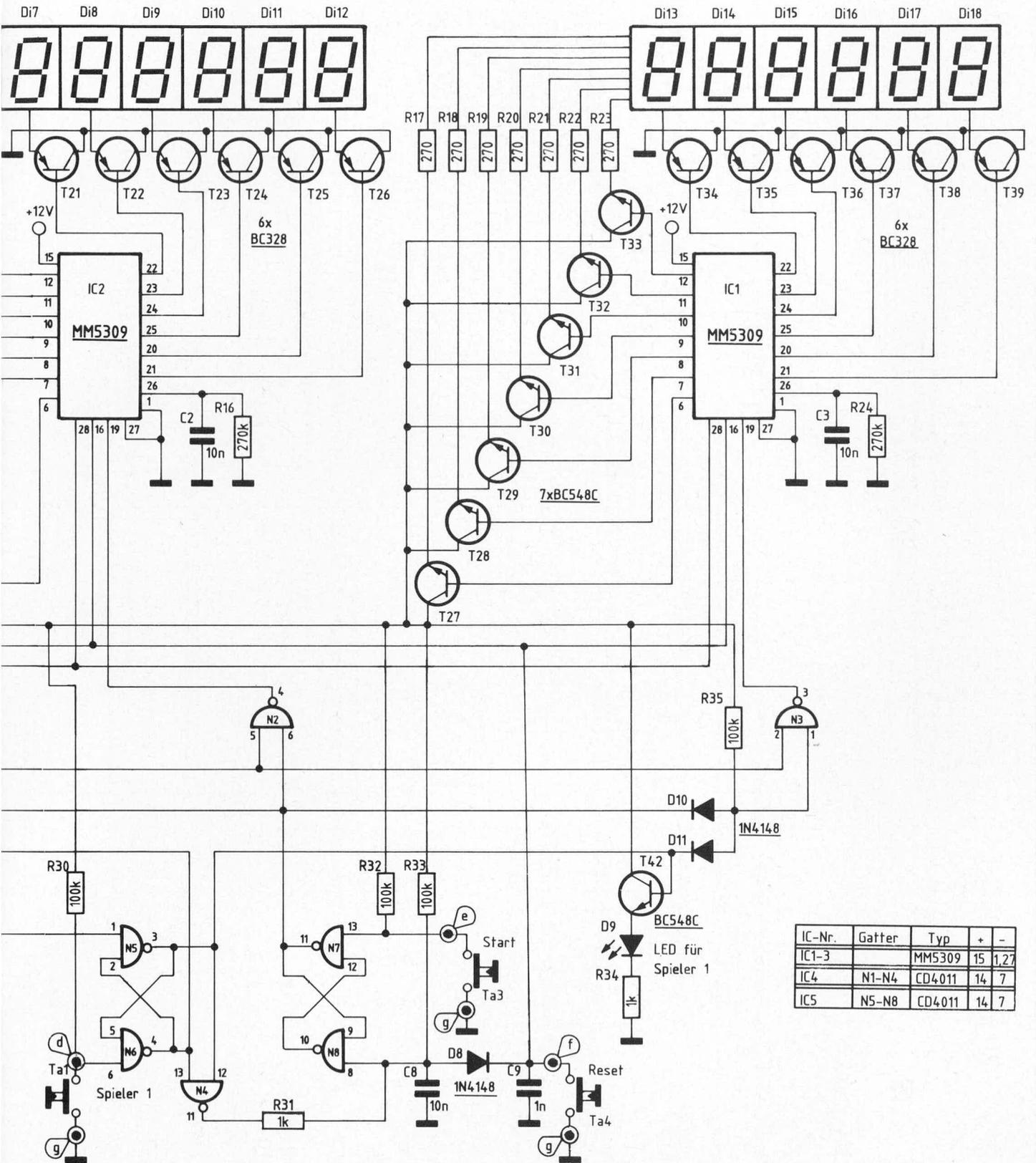
Spieler 2

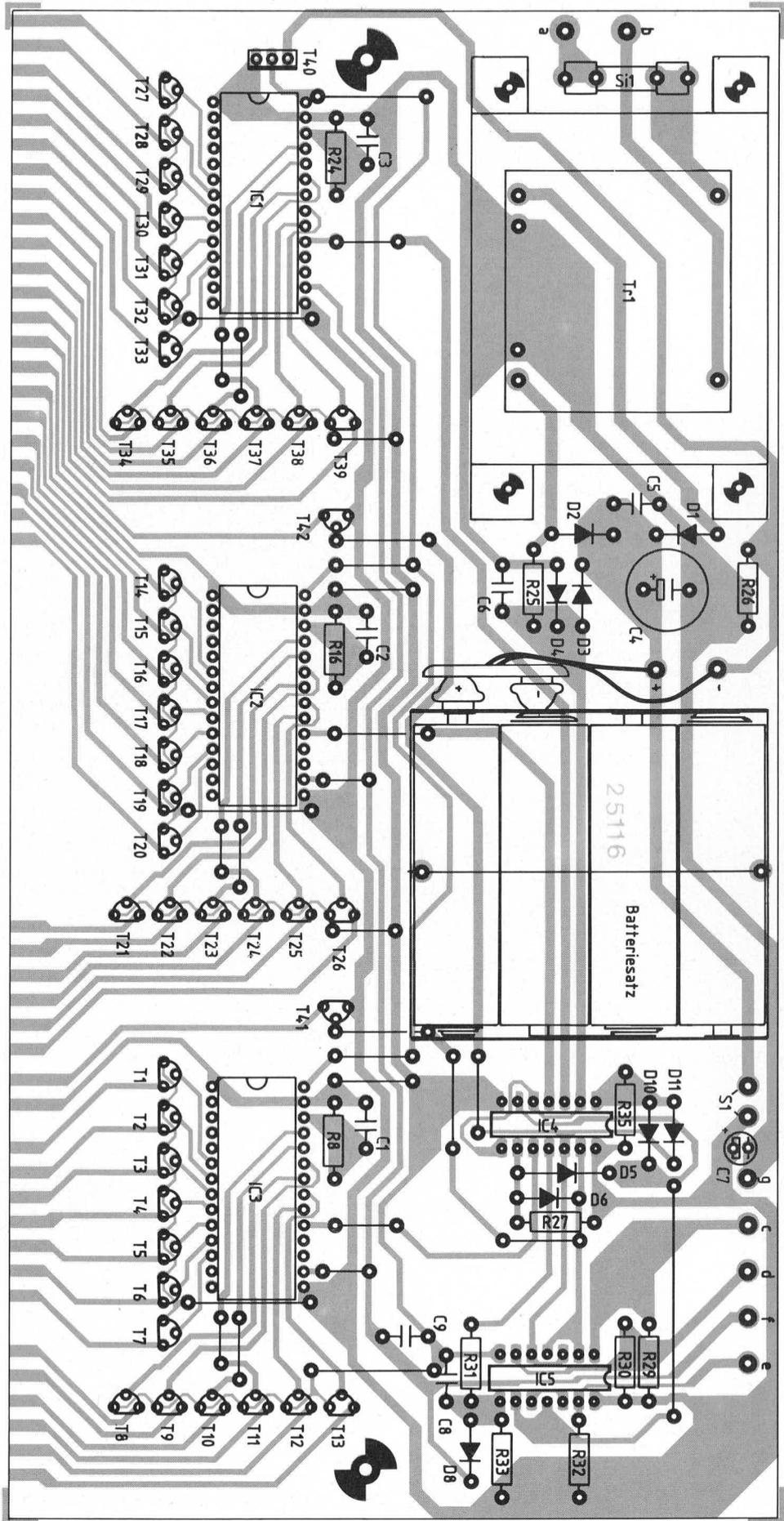


Schaltbild der elektronischen Schachuhr SU 2000

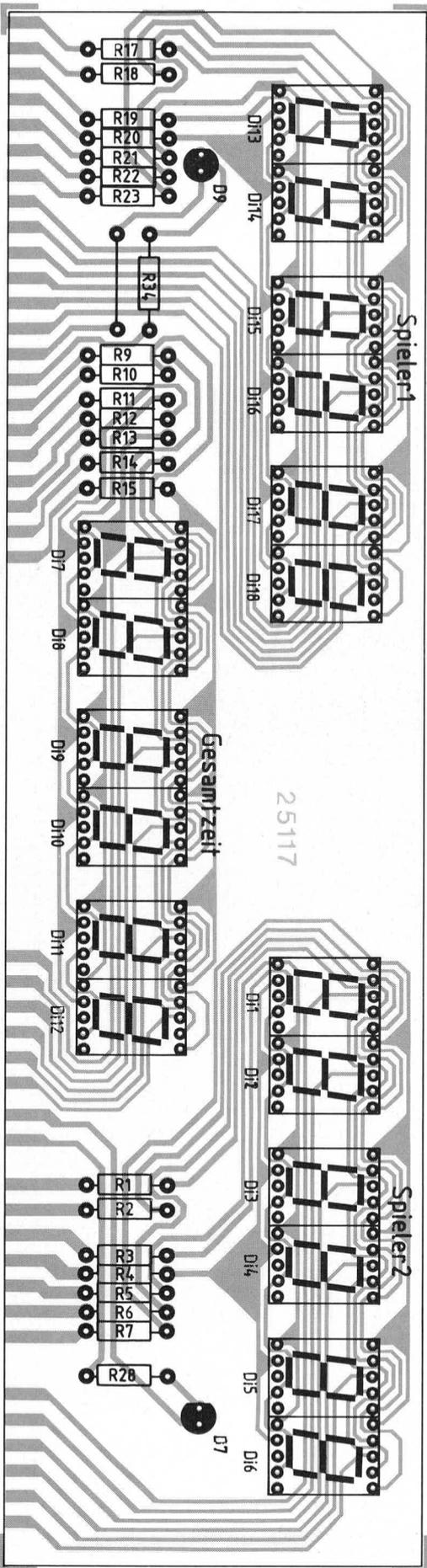
Gesamtzeit

Spieler 1

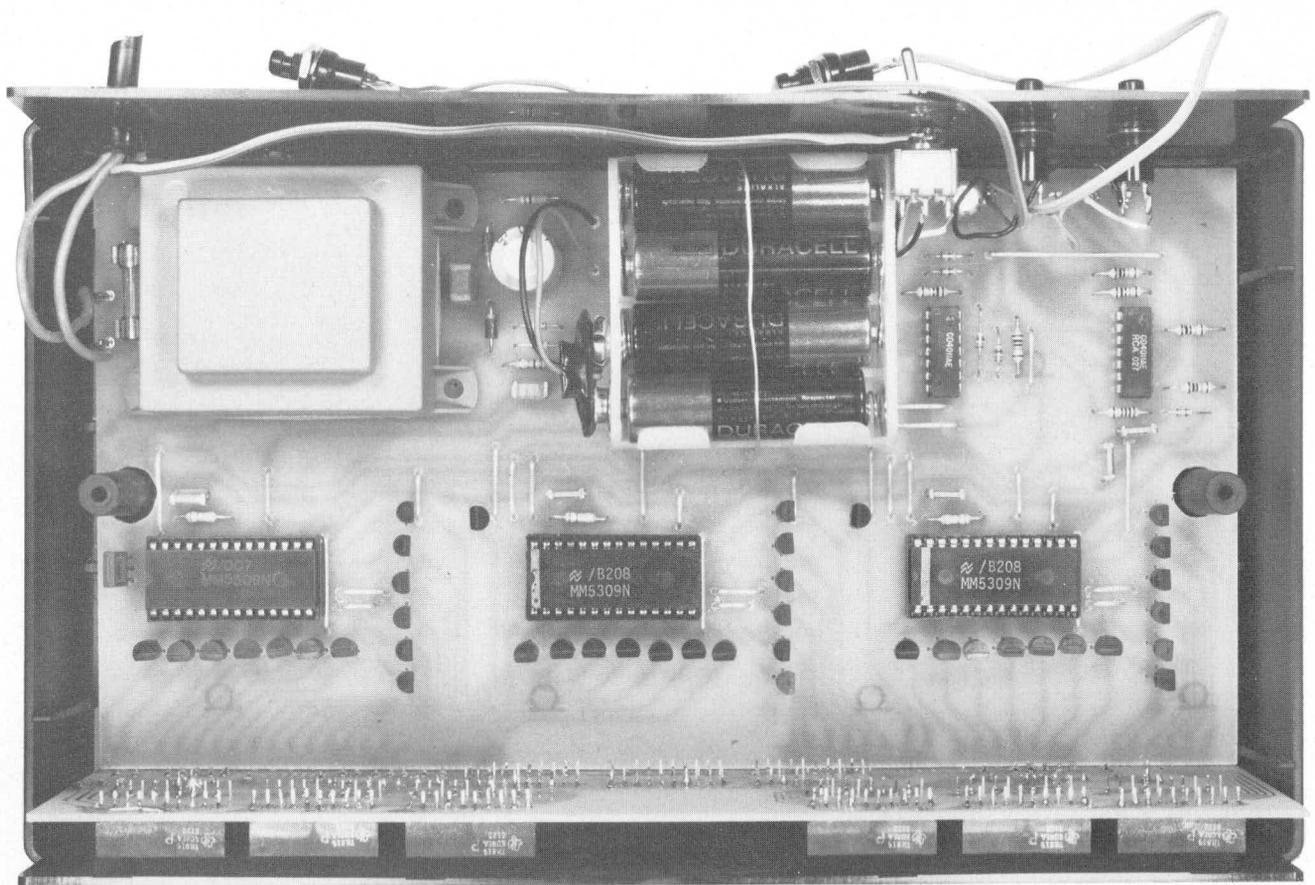




Bestückungsseite der Basisplatte der elektronischen Schachuhr SU 2000



Bestückungsseite der Anzeigenplatte der elektronischen Schachuhr SU 2000



Ansicht der fertig bestückten und in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platinen der elektronischen Schachuhr SU 2000

Ist die Bestückung vollendet, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine gelötet, und zwar so, daß sie ca. 3 mm unter ihr hervorragt. Hierbei ist besonders sorgfältig vorzugehen, damit keine Lötzinnbrücken zwischen den eng nebeneinander verlaufenden Leiterbahnen entstehen können. Außerdem ist darauf zu achten, daß bei der Selbstherstellung von Leiterplatten keine feinen Kupferrückstände an den äußeren Platinenrändern stehen bleiben, die zwar für das Auge kaum sichtbare, jedoch durchaus leitende Verbindungen herstellen können.

Von den vier zum Steuern der Schachuhr erforderlichen Taster, werden zwei (Ta 1 und Ta 2) zweckmäßigerweise auf der Gehäuseoberseite befestigt und die beiden übrigen an der Gehäuserückwand.

Der Einschalter als auch die vier Taster werden mit einer Lötöse von 6 mm Innendurchmesser versehen, bevor sie durch die entsprechenden Bohrungen geführt werden. An die Lötösen ist der Schutzleiter des 3adrigen Netzkabels anzuschließen. Die beiden anderen Netzkabeladern sind mit den entsprechenden Netzanschlüssen neben dem Sicherungshalter zu verlöten. Vor dem Anlöten des Netzkabels ist dieses selbstverständlich durch die Rückwand mit der Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung zu führen.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist zu achten.

Stückliste: Schachuhr

Halbleiter

IC 1-IC 3	MM 5309
IC 4, IC 5	CD 4011
T 1-T 7	BC 548
T 8-T 13	BC 328
T 14-T 20	BC 548
T 21-T 26	BC 328
T 27-T 33	BC 548
T 34-T 39	BC 328
T 40	BD 135
T 41, T 42	BC 548
D 1, D 2	1 N 4001
D 3-D 6	1 N 4148
D 7, D 9	LED, rot, 5 mm
D 8, D 10, D 11	1 N 4148
Di 1-Di 18	TIL 702

Widerstände

R 1-R 7	270 Ω
R 8	270 kΩ
R 9-R 15	270 Ω
R 16	270 kΩ
R 17-R 23	270 Ω
R 24	270 kΩ
R 25	10 kΩ
R 26	10 kΩ
R 27	100 kΩ
R 28	1 kΩ
R 29, R 30	100 kΩ

R 31	1 kΩ
R 32, R 33	100 kΩ
R 34	1 kΩ
R 35	100 kΩ

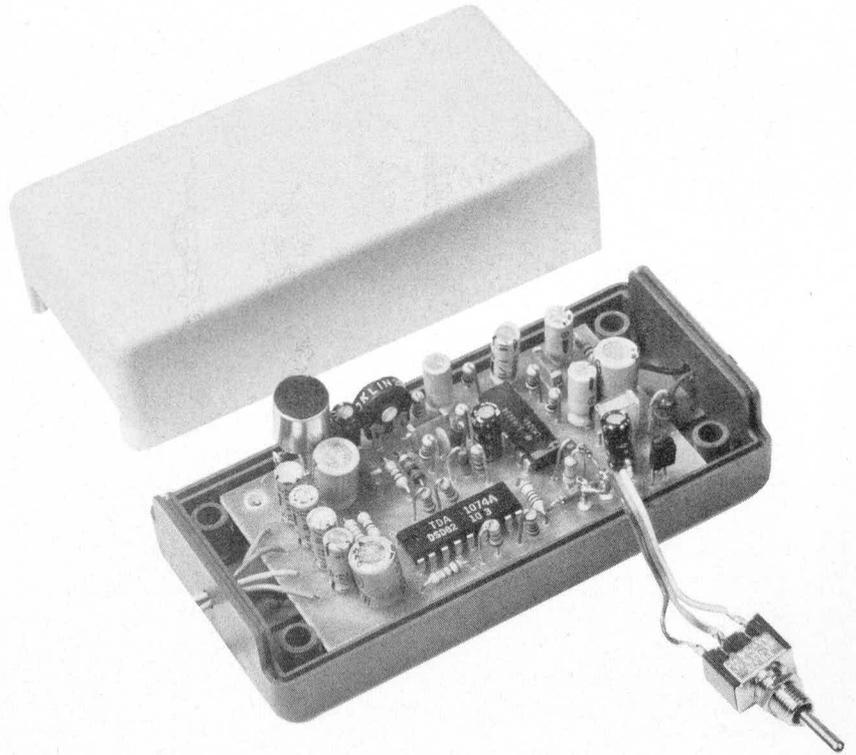
Kondensatoren

C 1-C 3	10 nF
C 4	1000 µF/16 V
C 5	220 nF
C 6	100 nF
C 7	10 µF/16 V
C 8	10 nF
C 9	1 nF

Sonstiges

S 1	Kippschalter, 1 x um
Si 1	100 mA
Tr. 1	prim. 220 V/12 VA sek. 2 x 12 V je 0,5 A
4 Taster	1 x Ein
1 Batteriekasten	8 x UM 3 Q
1 Batterie-Clips	
7 Lötstifte	
1 Platinensicherungshalter	
50 cm Silberschalt draht	
1 m Schalt draht, isoliert	
5 Lötösen 6,5 mm Ø	(für Schalter + Taster)

Automatische Lautstärkeregelung für Autoradios



Mit wechselnder Geschwindigkeit eines Fahrzeuges ändern sich im allgemeinen auch die Fahrgeräusche. Wie oft kommt es vor, daß man sich dann bewegt fühlt, auch die Lautstärke des Autoradios zu ändern. Mit der hier vorliegenden Schaltung geschieht die Lautstärkenachführung automatisch, so daß erhöhte Außengeräusche auch eine erhöhte Lautstärke herbeiführen, ohne daß jedesmal am Lautstärkeknopf gedreht werden muß.

Zur Schaltung

Die eigentliche Lautstärke-Steuerungsschaltung wird mit dem IC des Typs TDA 1074 durchgeführt, das wir bereits aus unserer Ausgabe ELV Nr. 23 kennen und dort zur Lautstärke und Klangeinstellung eingesetzt wurde.

Die Ansteuerung dieses IC's, wie weit die Abschwächung bzw. Anhebung des Signalpegels zu erfolgen hat, geschieht mit Hilfe der Operationsverstärker OP 1 bis OP 4.

Der im Kfz vorhandene Geräuschpegel wird über das Elektret-Kondensator-Mikrofon aufgenommen und auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 10) des OP 1 gegeben. Dieser verstärkt das Signal je nach Stellung des 10 k Ω -Trimmers um 10 bis 100fach.

Der anschließende OP 2 nimmt eine weitere 10fache Verstärkung vor.

OP 3 ist als reiner Einweggleichrichter geschaltet, der in Verbindung mit dem am Ausgang anschließenden R/C-Glied einen Spitzenwert-Meßgleichrichter darstellt.

OP 4 dient lediglich der Pufferung und Pegelanpassung.

Je nach Stellung des an dem Ausgang des

OP 4 (Pin 14) anschließenden Umschalters wird entweder die positive Versorgungsspannung über den 47 k Ω Widerstand auf Pin 9 (Steuereingang) des TDA 1074 gegeben, wobei dann das vom Autoradio kommende Eingangssignal mit einer Verstärkung von ca. 1 : 1 weitergegeben wird, oder aber der Schalter liegt am Ausgang des OP 4 (Pin 14), wobei dann eine mehr oder weniger ausgeprägte Absenkung der Lautstärke des Autoradios vorgenommen wird. Diese Absenkung ist dann von der Umgebungslautstärke (Fahrgeräusche) abhängig.

Damit die Lautstärke des Autoradios selbst ohne nennenswerten Einfluß auf die Regelung bleibt, sollte das Mikrofon an einem Ort montiert werden, der möglichst weit von den Lautsprechern entfernt ist, oder aber noch besser evtl. im Handschuhfach oder an einer anderen Stelle, die zwar die Fahrgeräusche entsprechend auswerten läßt, wobei die Lautstärke des Autoradios weitgehend unberücksichtigt bleiben sollte, um eine „Aufschaukelung“ der Schaltung zu vermeiden.

Die Stromversorgung geschieht mittels eines Festspannungsreglers mit vorgeschalteter Filter-Induktivität.

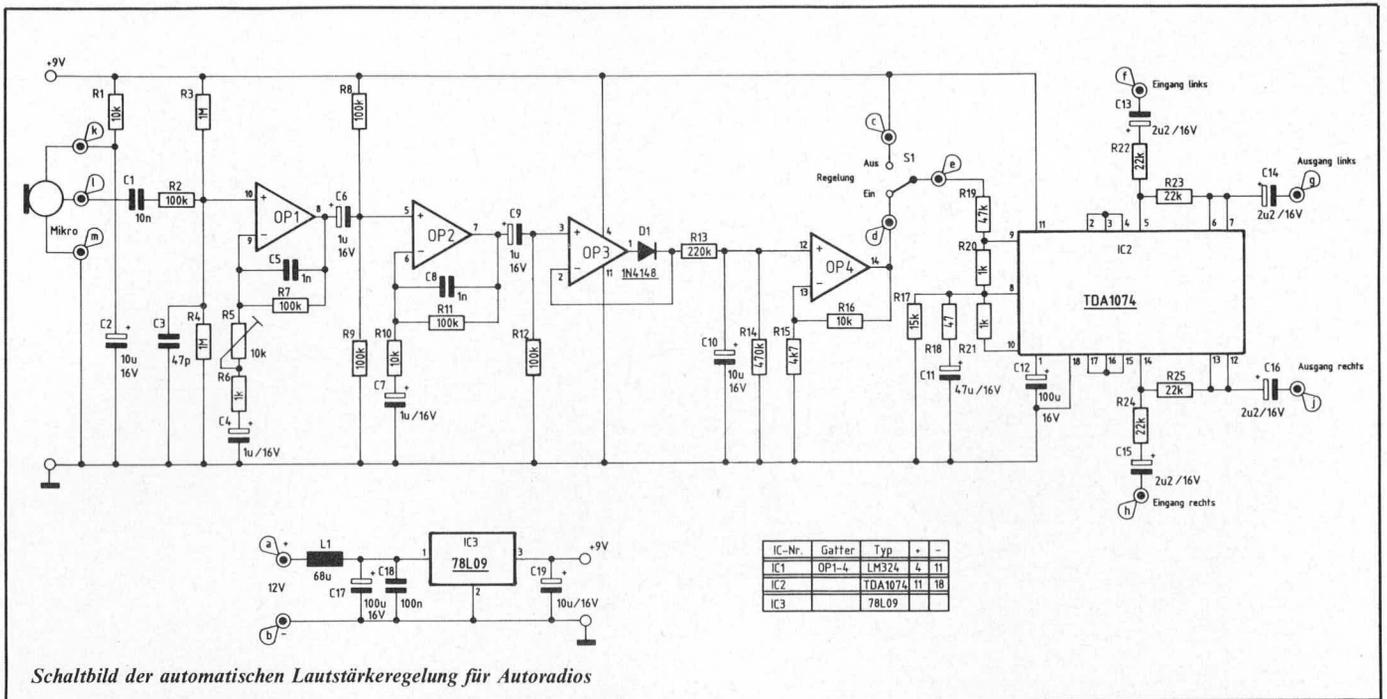
Zum Nachbau

Zunächst sind die passiven, dann die aktiven Bauelemente in gewohnter Reihenfolge einzulöten. Die Stromversorgung erfolgt direkt aus dem Kfz-Bordnetz.

Das Mikrofon kann über eine möglichst abgeschirmte Leitung durchaus ein bis zwei Meter von der Schaltung entfernt angebracht werden. Es ist darauf zu achten, daß keine nennenswerten Störeinflüsse durch Einstreuungen auf die Mikrofonleitung gelangen können, wodurch die Schaltung unter Umständen gestört werden könnte.

Die restlichen vier Platinenschlußpunkte dienen dem Anschluß der Schaltung in den NF-Leitungsweg des Autoradios. Dieser ist an einer beliebigen Stelle (evtl. vor dem Lautstärkereglere-Poti) aufzutrennen. Es ist allerdings darauf zu achten, daß die hier vorgestellte Schaltung lediglich Kleinsignale von einigen 100 mV (max. 2 V) zu übertragen in der Lage ist.

Die Schaltung ist so in den aufgetrennten NF-Leitungsweg des Autoradios einzufügen, daß die Eingänge mit der Signalquelle und die Ausgänge mit der zur Endstufe hin weiterführenden Seite zu verbinden sind. Bei Mono-Autoradios ist ein Ausgang und ein entsprechender Eingang mit Masse zu verbinden, da die Schaltung grundsätzlich für zwei Kanäle ausgelegt ist.



Stückliste:

Automatische Lautstärkeregelung für Autoradios

Halbleiter

- IC 1 LM 324
- IC 2 TDA 1074
- IC 3 78 L 09
- D 1 1 N 4148

Kondensator

- C 1 10 nF
- C 2, C 10, C 19 10 μ F/16 V
- C 3 47 pF
- C 4, C 6, C 7, C 9 1 μ F/16 V
- C 5, C 8 1 nF
- C 11 47 μ F/16 V
- C 12, C 17 100 μ F/16 V
- C 13-C 16 2,2 μ F/16 V
- C 18 100 nF

Widerstände

- R 1, R 10, R 16 10 k Ω

- R 2, R 7, R 8, R 9, R 11, R 12 100 k Ω
- R 3, R 4 1 M Ω
- R 5 10 k Ω , Trimmer
- R 6, R 20, R 21 1 k Ω
- R 13 220 k Ω
- R 14 470 k Ω
- R 15 4,7 k Ω
- R 17 15 k Ω
- R 18 47 Ω
- R 19 47 k Ω
- R 22-R 25 22 k Ω

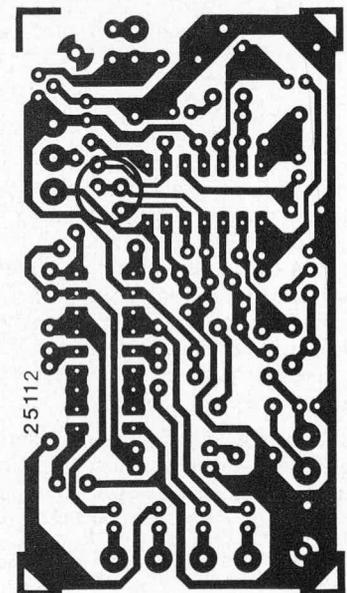
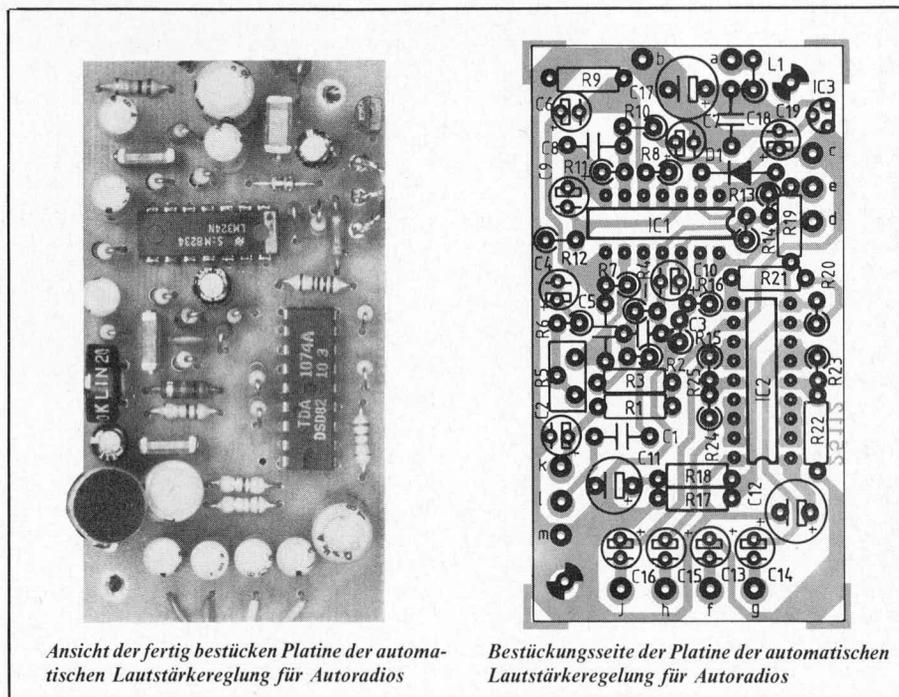
Sonstiges

- L 1 68 μ H
- S 1 Kippschalter 1 x um 1 Elektretmikrofon
- 2 Abstandsrollchen 5 mm
- 12 Lötstifte 2 Schrauben M 3 x 10 mm

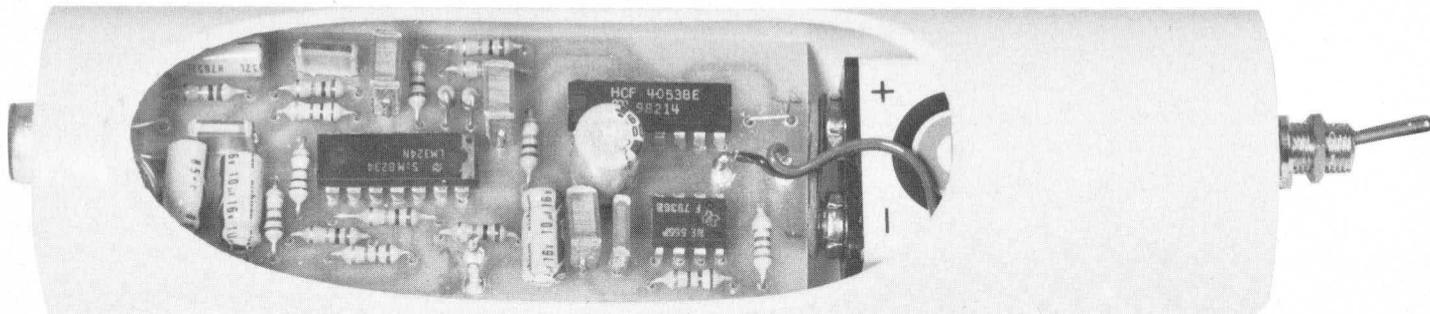


Bei dem unten abgebildeten Layout ist uns leider ein Fehler unterlaufen (auch auf der Platinenfolie).

Die richtige Leiterbahnführung ist als Ausschnitt oben dargestellt.



Roboterstimme



Die Verfremdung von Musik und Geräuschen, insbesondere aber auch von Sprache, fasziniert Musiker, Tonbandamateure und Elektroniker gleichermaßen. Das Eingangssignal wird so behandelt, daß sich am Ausgang ein roboterhaft knarrender Sound ergibt.

Zur Schaltung

Die Schaltung besitzt ein eingebautes Mikrofon, das die Signale (Sprache oder Musik) aufnimmt und über C2 auf den Eingang des ersten Operationsverstärkers (OP 1) gibt. Dieser ist als 100facher Wechselspannungsverstärker geschaltet, an dessen Ausgang das Signal über C5 angekoppelt wird. R5 dient zur Elimination des Gleichspannungsanteils. Das hier anstehende Signal gelangt auf die eine Seite des als Umschalter arbeitenden IC's 2 (Pin 12). Außerdem wird dieses Signal über den OP 2 um 180° gedreht und gelangt über C8 auf den zweiten Eingang (Pin 13) des IC 2. Auch hier wird mit R12 der Gleichspannungsanteil entfernt.

Das IC 3 ist als Multivibrator geschaltet und gibt über seinen Ausgang (Pin 3) ein Steuersignal auf das IC 2 (Pin 11), so daß der Umschalter, dessen Ausgang Pin 14 darstellt, ständig zwischen Pin 12 und Pin 13 des IC 2 hin- und herschaltet.

Auf diese Weise steht am Ausgang (Pin 14) ein Signal an, das mit einer Frequenz von ca. 500 Hz umgeschaltet wird, und zwar

einmal ohne Phasenverschiebung und einmal um 180° gedreht. Hierdurch entsteht der typische „Robotersound“.

Der OP 3 dient lediglich als Pufferverstärker.

Mit Hilfe des OP 4 wird ein künstlicher Versorgungsspannungsmittelpunkt erzeugt (Masse).

Sollte die Empfindlichkeit des Mikrofons zu groß sein, kann durch Erhöhen von R3 die Verstärkung des OP 1 gesenkt werden. Ist die Empfindlichkeit des Mikrofons hingegen zu klein, kann R3 bis auf Werte von 3,3 k Ω verkleinert werden, um die Verstärkung des OP 1 so zu erhöhen.

Zum Aufbau

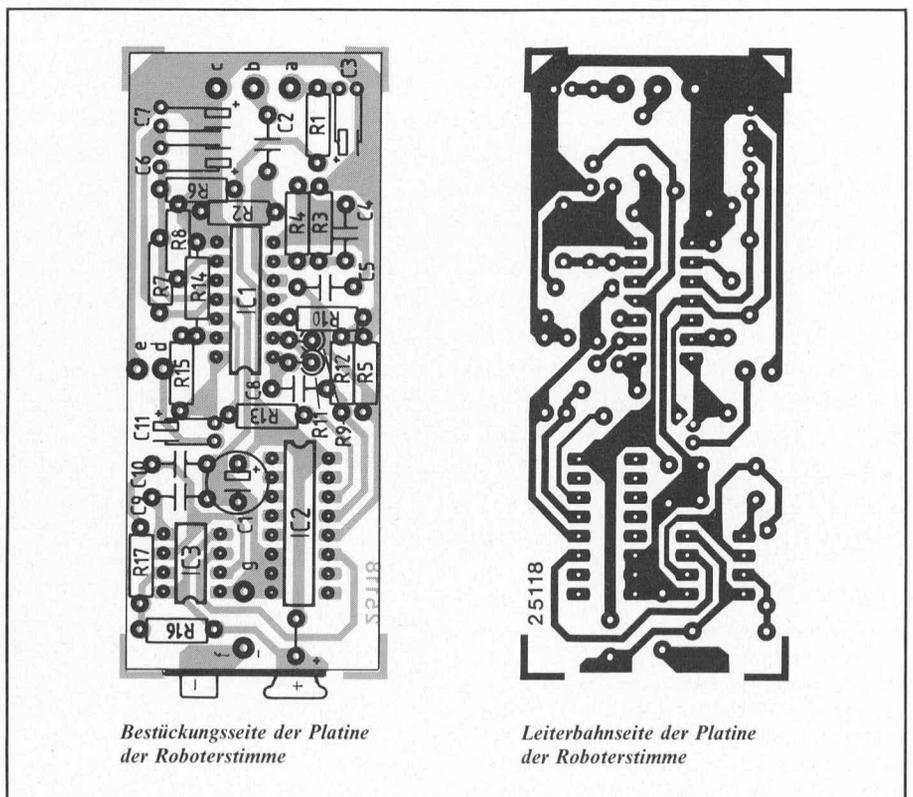
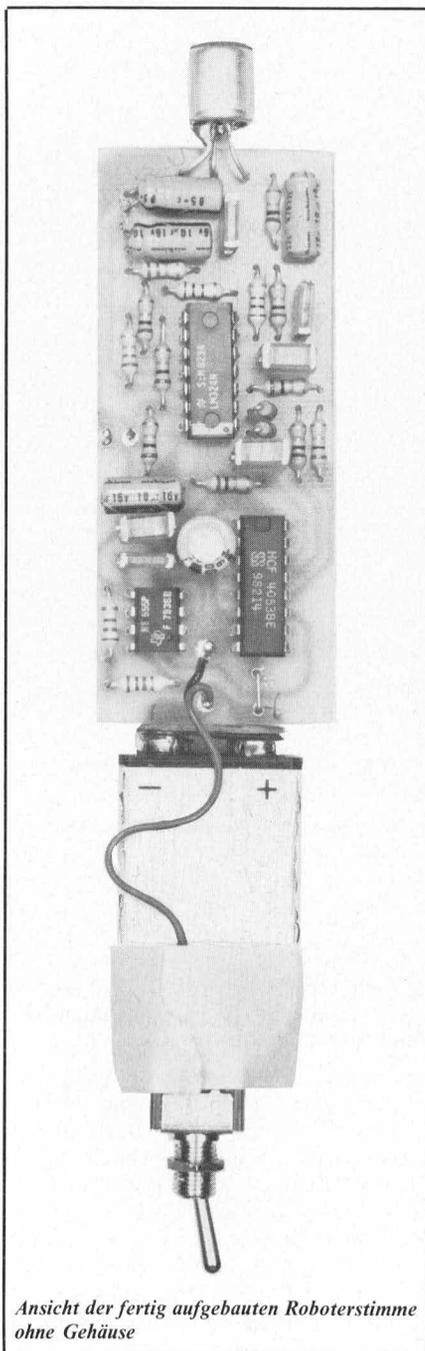
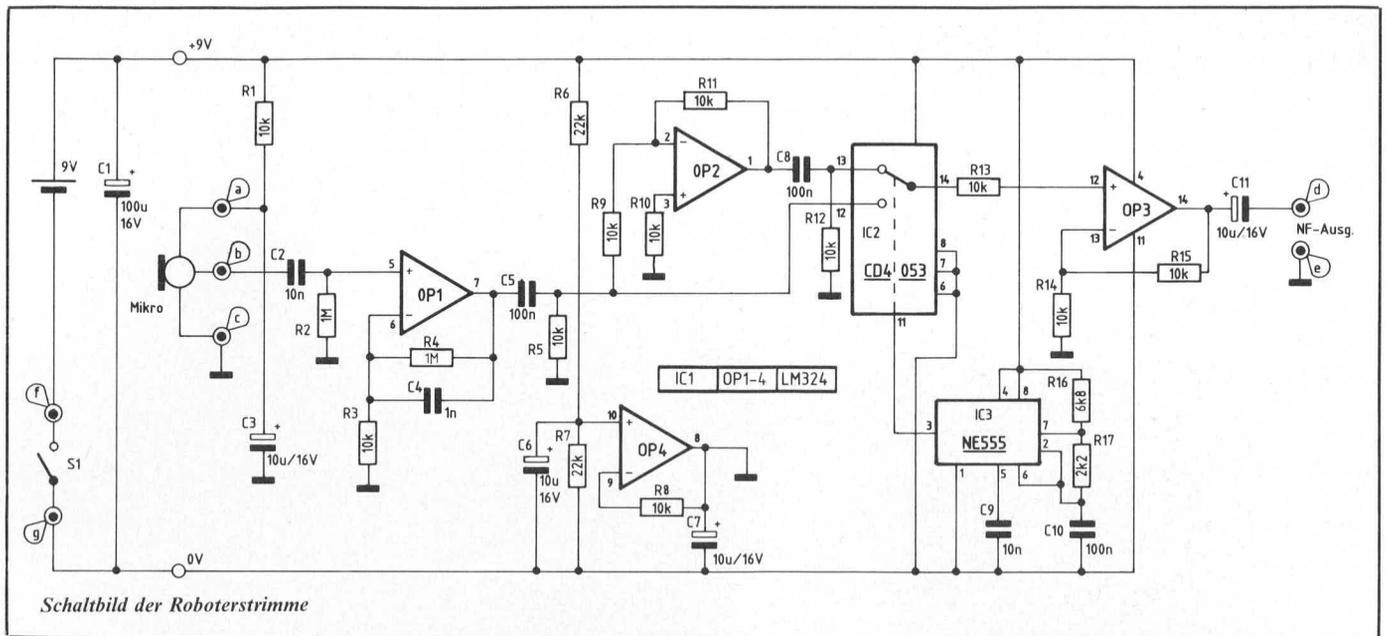
Damit die Schaltung möglichst komfortabel als Roboterstimme mit eingebautem Mikrofon eingesetzt werden kann, haben wir das Platinenlayout so ausgeführt, daß die Leiterplatte in ein Kunststoffrohr mit ca. 35 mm Innendurchmesser eingebaut werden kann. Aus diesem Grunde ist der Aufbau etwas gedrängt vorgenommen worden. Beim Lötten ist daher besondere

Sorgfalt anzuwenden, damit keine Lötzinnbrücken entstehen.

Zunächst werden die Bauteile in gewohnter Weise bestückt. Der Batterieclip wird an die entsprechende Seite der Platine angelötet, und zwar möglichst ohne die flexiblen Drähte. Hierzu ist der Batterieclip vorsichtig zu zerlegen, so daß lediglich die kleine Trägerplatte mit den beiden Clips übrigbleibt. Diese sind dann direkt senkrecht an die Leiterplatte anzulöten. Die Batterie ist bei ihrem Anschluß dann starr mit der Platine verbunden.

Auf der anderen Seite wird über kurze flexible Drähte das Elektret-Kondensator-Mikrofon angeschlossen.

Die gesamte Schaltung kann, wie bereits vorstehend erwähnt, in ein entsprechendes Kunststoffrohr eingebaut werden. Für die Abdeckung der Front- und Rückseite kann man z. B. aus Leiterplattenmaterial entsprechende Scheiben mit der Laubsäge aussägen, wobei an der Mikrofonseite selbstverständlich einige Löcher in diese Scheibe gebohrt werden müssen, um den Schalldurchtritt nicht unnötig zu behindern.



Stückliste:

Roboterstimme

Halbleiter

IC1.....LM 324
 IC2.....CD 4053
 IC3.....NE 555

Kondensatoren

C1 100 µF/16 V
 C2 10 nF
 C3, C6, C7, C11 10 µF/16 V
 C4 1 nF
 C5, C8, C10 100 nF
 C9 10 nF

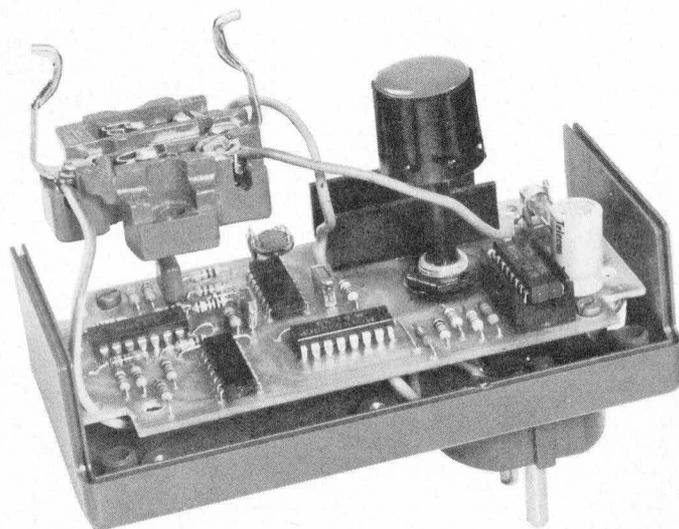
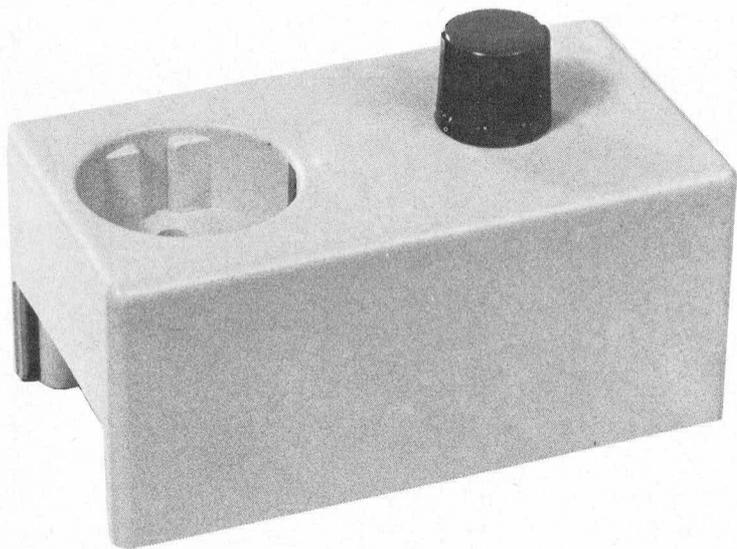
Widerstände

R1, R3, R5 10 kΩ
 R2, R4 1 MΩ
 R6, R7 22 kΩ
 R8–R15..... 10 kΩ
 R16 6,8 kΩ
 R17 2,2 kΩ

Sonstiges

1 Kippschalter 1 x um
 1 Elektretmikrofon
 7 Lötstifte
 1 Batterieclips

Zufallsgenerator für Beleuchtung



Unter dem Gesichtspunkt „Vorbeugen ist besser als Heilen“ haben wir ein Gerät entwickelt, das als vorbeugende Maßnahme gegen Einbruch-Diebstahl eingesetzt werden kann.

Es handelt sich bei diesem Gerät, wie aus der Überschrift bereits hervorgeht, um einen Zufallsgenerator für Beleuchtungen. Sobald es dunkelt, wird ein angeschlossener Verbraucher (z. B. Stehlampe) innerhalb eines bestimmten voreinstellbaren Zeitraumes (z. B. 5 Stunden) ein- und wieder ausgeschaltet, wobei die Einschaltphasen völlig dem Zufall überlassen sind. Hierdurch entsteht für Außenstehende der Eindruck, daß sich jemand in der Wohnung aufhält.

Das Gerät findet in einem kleinen Gehäuse mit angespritztem Schuko-stecker sowie integrierter Schukosteckdose Platz. Die Handhabung vereinfacht sich dadurch erheblich.

Allgemeines

Bei dem hier vorgestellten Zufallsgenerator für Beleuchtung handelt es sich um eine verhältnismäßig aufwendige Schaltung, die innerhalb eines voreinstellbaren Zeitintervalls von 1 Stunde bis 10 Stunden, die Beleuchtung per Zufall ein- und wieder ausschaltet. Der Beginn des eingestellten Zeitintervalls startet automatisch bei Eintreten der Dunkelheit. Wird z. B. eine Zeit von 5 Stunden eingestellt, beginnt das Gerät erst dann für 5 Stunden zu arbeiten, nachdem der eingebaute lichtabhängige Widerstand (LDR) die eintretende Dunkelheit registriert hat. Innerhalb dieser 5 Stunden wird nun durch einen Zufallsgenerator das Licht in unregelmäßigen Abständen ein- und ausgeschaltet. Die Schaltung erfolgt aus Gründen der langfristigen Betriebssicherheit über einen Triac, so daß auch bei ständigem Einsatz keine Verschleißerscheinungen in Form von Kontaktabbund bei Relais zu befürchten ist.

Zur Schaltung

Das IC 5 des Typs TCA 280 A dient lediglich zur Ansteuerung des Triacs Tri 1. Die Steuerbefehle erhält das IC 5 über sein An-

schlußbeinchen Pin 5. Sobald dieser Anschluß auf „high“ liegt, wird der Triac Tri 1 angesteuert und die angeschlossene Lampe leuchtet auf. Wird Pin 5 des IC 5 auf „low“ gezogen, sperrt der Triac und die Lampe verlöscht.

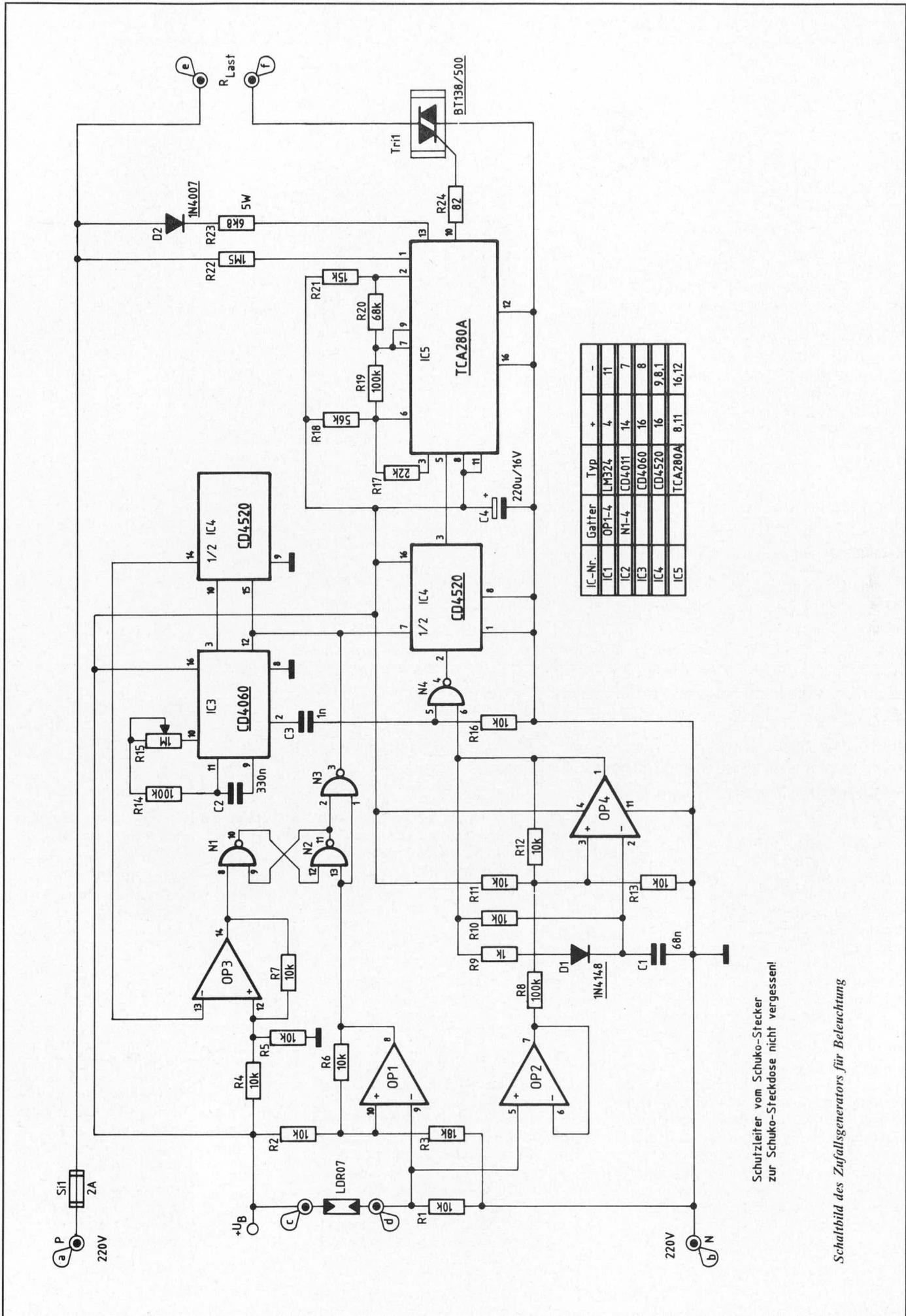
Das IC 3 stellt in Verbindung mit R 14, R 15 und C 2 einen Oszillator mit anschließenden mehrfachen Teilern dar. An Pin 2 wird nun in längeren regelmäßigen Zeitabständen ein Potentialwechsel erfolgen; der mit C 3/R 16 zu einem schmalen Impuls differenziert wird, d. h., daß immer dann, wenn Pin 2 des IC 3 von „low“ auf „high“ geht, für wenige Mikrosekunden Pin 5 des Gatters N 4 ebenfalls auf „high“ geht. Der zweite Gatteranschluß (Pin 6 von Gatter N 4) wird von einem Oszillator, der mit dem Operationsverstärker OP 4 aufgebaut wurde, angesteuert. Am Ausgang von Gatter N 4 (Pin 4) steht dann ein kurzer Impuls an, wenn beide Eingänge (Pin 5 und Pin 6 von Gatter N 4) gleichzeitig „high“ sind, wobei dieses vom Zufall abhängig ist. Ein Impuls am Ausgang des Gatters N 4 (Pin 4) steuert den Eingang des als „Teiler durch zwei“ geschalteten IC 4 über Pin 2 an, wodurch bei jedem Impuls der Ausgang (Pin 3 des IC 4) einen Wechsel herbeiführt. Hierdurch

schaltet das IC 5 beim ersten Impuls ein und beim nächsten wieder aus usw.

Die Zufälligkeit wird dadurch erhöht, daß der mit OP 4 aufgebaute Oszillator in seinem Puls/Pausenverhältnis über den OP 2 gesteuert wird, der wiederum die Lichtintensität des auf den LDR auftreffenden Lichtes auswertet.

Die zweite Hälfte des IC 4 teilt die aus dem IC 3 kommenden Impulse noch weiter herunter, und zwar so, daß sich der Ausgang (Pin 14 des IC 4) nach der mit R 15 eingestellten Zeit von 1 Stunde bis 10 Stunden umschaltet, wodurch über OP 3 der mit den Gattern N 1 bis N 3 aufgebaute Speicher gesetzt wird und an seinem Ausgang (Pin 3 von Gatter N 3), die als Teiler geschalteten IC's 3 und 4, auf „0“ setzt (Pin 12 des IC 3 sowie Pin 7 und Pin 15 des IC 4). Gleichzeitig sperrt auch das IC 5 den Triac Tri 1.

Die Schaltung wird automatisch wieder für die mit R 15 eingestellte Zeit in Betrieb genommen, nachdem der LDR einer „normalen“ Tagesbeleuchtung ausgesetzt wurde, wodurch über OP 1 der mit N 1 bis N 3 aufgebaute Speicher (über Pin 1 und Pin 13 des IC 2 wieder freigegeben wird und die IC's 3 und 4 wieder arbeiten können.



Schutzleiter vom Schuko-Stecker zur Schuko-Steckdose nicht vergessen!

Schaltbild des Zufallsgenerators für Beleuchtung

Aufgrund dieser schaltungstechnischen Gegebenheit wiederholt sich also die mit R 15 eingestellte Einschaltphase jeden Tag aufs neue, und zwar immer mit vom Zufall abhängigen Schaltzeiten. Lediglich die Gesamtbetriebsdauer eines Tages bleibt unverändert, sofern mit R 15 keine neue Einstellung vorgenommen wird.

Zum Nachbau

Der Nachbau dieser Schaltung gestaltet sich recht einfach.

Die Bestückung der Platine wird anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste in gewohnter Weise vorgenommen.

Die fertig aufgebaute Platine, bei der die IC's als letztes eingelötet werden, erhält ihre Festigkeit mittels 10 mm langen Abstandsröhrchen und den dazugehörigen 16 mm langen M3 Schrauben, mit deren Hilfe die Platine im Steckergehäuse festgesetzt wird. Zuvor sind selbstverständlich noch die erforderlichen Verbindungen von der Steckdose zur Schaltung und zum Stecker des Gehäuses zu ziehen.

Durch den Verzicht auf einen Netztrafo steht im Betrieb die gesamte Schaltung unter lebensgefährlicher Netzspannung, so daß für die Messungen am eingeschalteten Gerät unbedingt ein Trenntrafo zu verwenden ist. Besonders ist zu beachten, daß der Schutzleiter vom Schuko-Stecker zur Schuko-Steckdose nicht vergessen wird.

Die VDE-Bestimmungen sind sorgfältig zu beachten.

Stückliste: Zufallsgenerator für Beleuchtung

Halbleiter

IC 1.....	LM 324
IC 2.....	CD 4011
IC 3.....	CD 4060
IC 4.....	CD 4520
IC 5.....	TCA 280 A
D 1	1 N 4148
D 2	1 N 4007
Tri 1.....	BT 138/500

Widerstände

R 1, R 2	10 k Ω
R 3	18 k Ω
R 4-R 7.....	10 k Ω
R 8	100 k Ω
R 9	1 k Ω
R 10-R 13.....	10 k Ω
R 14	100 k Ω
R 15 ..	1 M Ω , Poti, lin, 6mm Achse
R 16	10 k Ω
R 17	22 k Ω
R 18	56 k Ω
R 19	100 k Ω

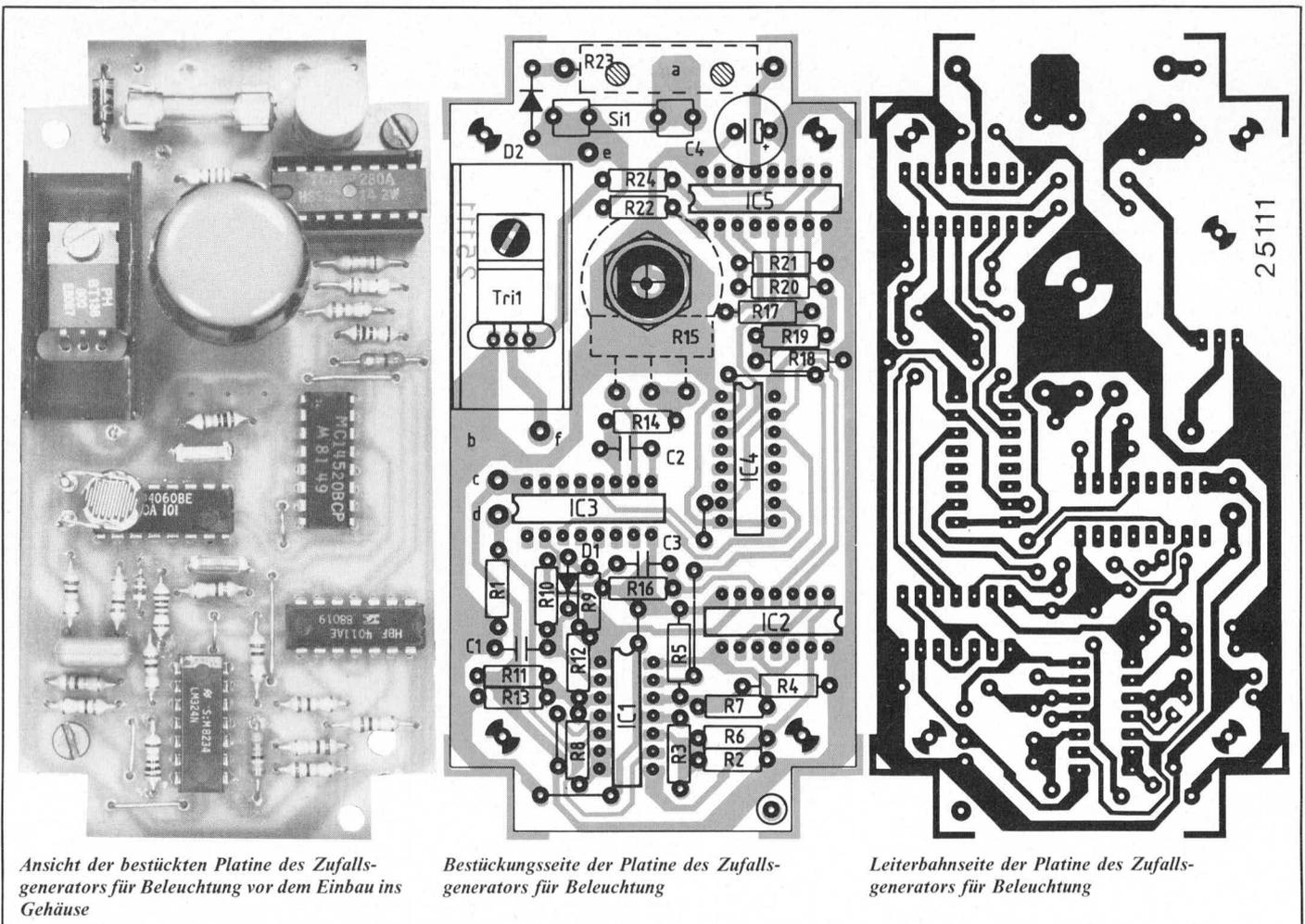
R 20	68 k Ω
R 21	15 k Ω
R 22	1,5 M Ω
R 23	6,8 k Ω , 5 W
R 24	82 Ω

Kondensatoren

C 1	68 nF
C 2	330 nF
C 3	1 nF
C 4	220 μ F/16 V

Sonstiges

- 1 LDR 07
- 1 Sicherung, 2 A, flink
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 U-Kühlkörper SK 13 für TO 220
- 1 Schraube M3 x 10 mm
- 1 Mutter M3
- 4 Abstandsröllchen 3 x 10 mm
- 4 Schrauben M3 x 16 mm
- 2 Lötstifte



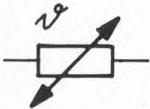
Ansicht der bestückten Platine des Zufallsgenerators für Beleuchtung vor dem Einbau ins Gehäuse

Bestückungsseite der Platine des Zufallsgenerators für Beleuchtung

Leiterbahnseite der Platine des Zufallsgenerators für Beleuchtung

Teil 2

1.1.4 Temperaturabhängige Widerstände (Thermistoren)



Diese thermisch beeinflussbaren Widerstands-Bauelemente sind aus Halbleiterwerkstoffen hergestellt, deren Leitfähigkeit den Temperaturschwankungen mit deutlichen Widerstandsveränderungen folgt. Man unterscheidet bei temperaturabhängigen Widerständen zwischen positiven und negativen Temperaturkoeffizienten.

1.1.4.1 NTC-Widerstand (Heißleiter)

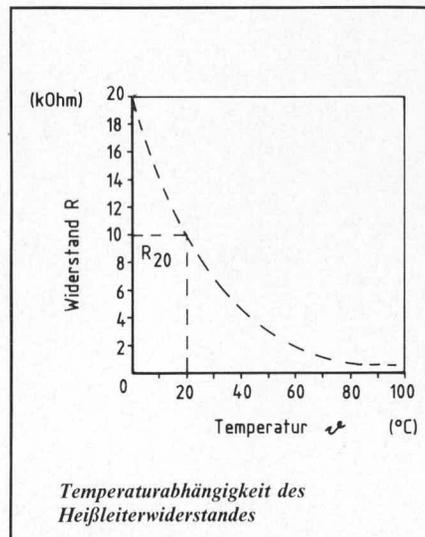
NTC-Widerstände haben einen negativen Temperaturkoeffizienten und werden auch als Heißleiter bezeichnet, da ihr Widerstand mit steigender Temperatur abnimmt. (Handelsnamen hiervon sind u. a.: Thermewid [Thermisch negativer Widerstand], Negatohm [negativer ohmscher Widerstand], Urdox [Urandoxid]).

Die Temperaturänderungen können hervorgerufen werden durch:

- Schwankungen der Außentemperatur (fremderwärmte NTC)
- innere Erwärmung durch Zufuhr elektrischer Leistung (eigenerwärmte NTC)

Bei der Herstellung werden die Metalloxyde bzw. oxydischen Mischkristalle mit einem Bindemittel vermischt und unter hohem Druck in die gewünschte Form gepreßt. Anschließend erfolgt eine Sinterung bei hoher Temperatur, wodurch ein guter Kontakt zwischen Widerstandsmaterial und Anschlußdrähten gewährleistet ist. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse werden die Widerstände mit einer Glasur überzogen, auf der ggf. die Kennwerte eingefärbt

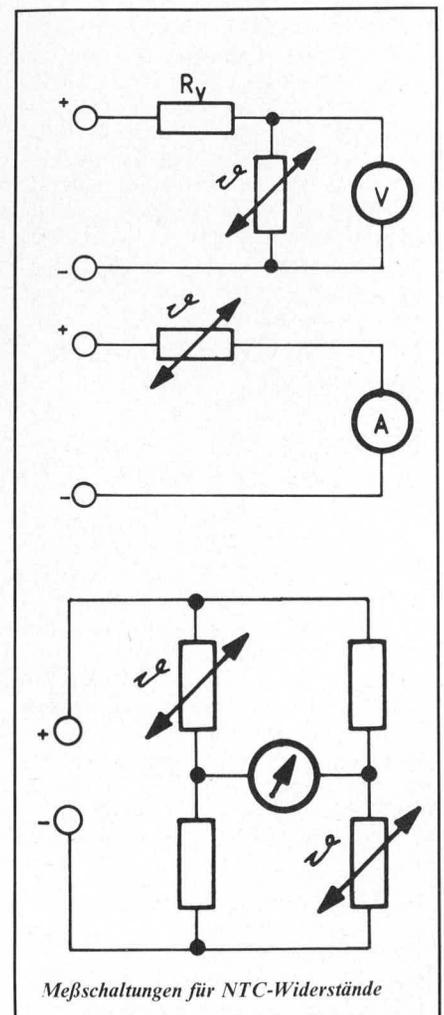
sind. Eine bessere Stabilität der Widerstandskennwerte, besonders beim Einsatz zu Meßzwecken, wird durch eine künstliche Alterung erreicht. Hierzu wird der Widerstand über einen längeren Zeitraum (z. B. 100 Std.) hohen Temperaturen (ca. 105°C) ausgesetzt.

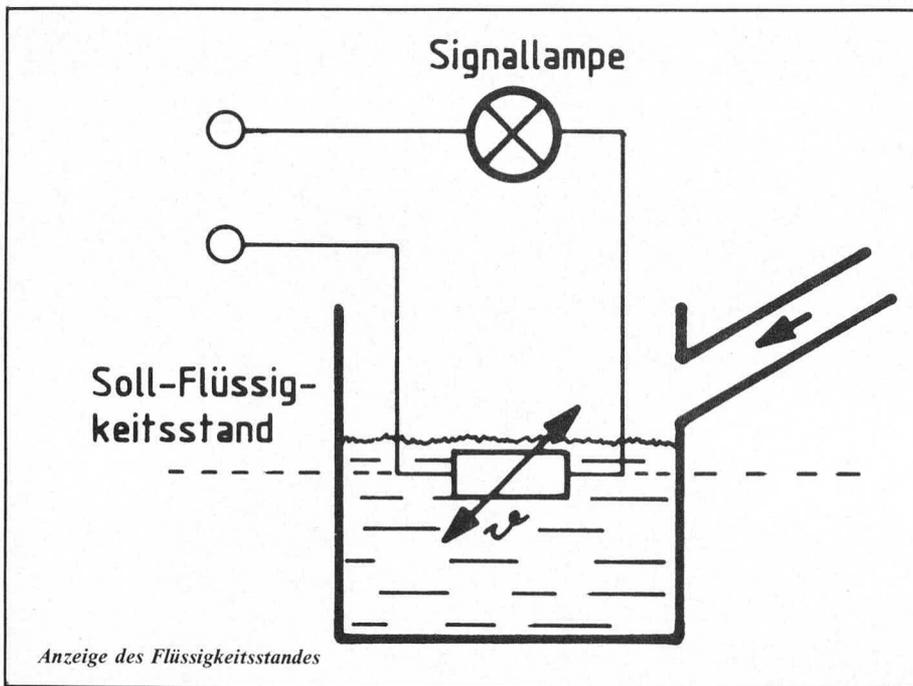


Neben den verwendeten Widerstandsmaterialien ist auch die Form des NTC-Widerstandes für sein elektrisches Verhalten ausschlaggebend. So gibt es hauptsächlich folgende Typen:

- Scheibenförmige NTC ermöglichen guten Wärmekontakt mit dem umgebenden Medium. (Anwendung z. B. zur Kühltemperaturmessung bei Verbrennungsmotoren.)
- Stabförmige NTC gleichen von der Bauform her den normalen Schichtwiderständen. (Anwendung z. B. Heizfadenchutz für Elektronenröhren.)

— Zwerg-NTC zeichnen sich aufgrund ihrer Miniaturbauweise durch eine geringe Wärmekapazität aus. (Anwendung z. B. als Temperaturfühler.)





Fremderwärmte NTC

Die elektrische Belastung dieser Heißleiter soll nur wenig Einfluß auf ihre Temperatur haben. Der Meßstrom darf den Heißleiter höchstens um 1°C erwärmen. Fremderwärmte NTC benutzt man z. B. zur Temperaturregelung (Meßheißleiter) oder zum Ausgleich der Temperaturabhängigkeit von Bauelementen mit positivem Temperaturbeiwert (Kompensations-Heißleiter). Meßheißleiter müssen sich möglichst schnell den Schwankungen der Umgebungstemperatur anpassen. Sie haben deswegen nur kleine Abmessungen (Zwerg-NTC). Man verwendet sie z. B. zur Temperaturmessung in Kühlhäusern, Wohnräumen usw. Die Temperatur kann mittels Heißleitern über die Spannung oder den Strom bestimmt werden. Mit der Spannungsmessung ergibt sich bei tiefen Temperaturen eine gedehnte Skala, die Strommessung weist bei hohen Temperaturen eine Skalendehnung auf. Eine größere Meßgenauigkeit ergibt sich durch die Brückenschaltung.

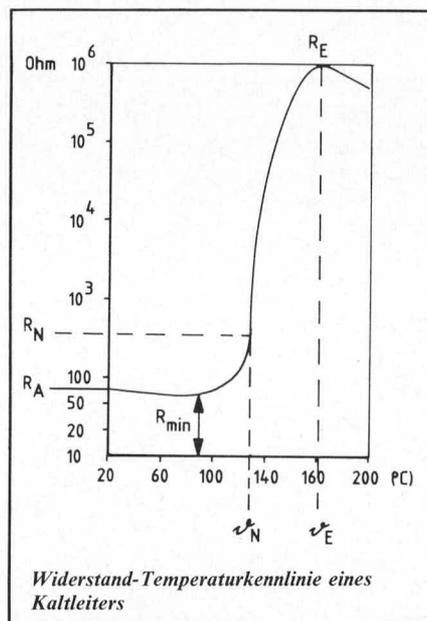
Eigenerwärmte NTC

Eigenerwärmte Heißleiter werden vom durchfließenden Strom so stark erwärmt, daß die Umgebungstemperatur nur wenig Einfluß auf den Widerstand hat. Der Widerstand des vom Strom durchflossenen NTC läßt sich durch Änderung der Kühlung beeinflussen. Leitet man von einem Heißleiter die Wärme schneller ab, so vergrößert sich sein Widerstand. Diese Abhängigkeit verwendet man z. B. zur Anzeige eines Flüssigkeitsstandes. Hierbei ist ein Heißleiter über eine Signallampe an einer Stromquelle angeschlossen. Sinkt der Flüssigkeitsspiegel, so wird der NTC nicht mehr von der Flüssigkeit gekühlt. Hierdurch nimmt seine Temperatur zu und somit der Widerstand ab. Die Lampe leuchtet dann auf.

1.1.4.2 PTC-Widerstand (Kaltleiter)

PTC-Widerstände besitzen einen positiven Temperaturkoeffizienten und werden auch als Kaltleiter bezeichnet, da ihr Widerstand mit steigender Temperatur zunimmt.

Bei Raumtemperatur ist der Widerstand klein (R_A). Mit zunehmender Erwärmung nimmt der Widerstand noch geringfügig ab, erreicht seinen kleinsten Wert (R_{\min}) und steigt dann bis zum Nennwiderstand R_N ($R_N = 2 \cdot R_A$) an. Oberhalb der zum Nennwiderstand gehörenden Nenntemperatur ϑ_N nimmt der Widerstand sehr stark zu. Der Endwiderstand R_E ist etwa 10 000 mal so groß wie der Nennwiderstand R_N .

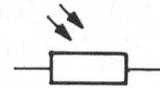


Der Endwiderstand wird bei der Endtemperatur ϑ_E erreicht. Bei noch höheren Temperaturen beginnt der Widerstand wieder zu sinken. Die Endtemperatur soll im Betrieb nicht überschritten werden.

Kaltleiter verwendet man als Temperaturfühler, z. B. für den Übertemperaturschutz von Motoren oder Transformatoren. Ein Kaltleiter kann wegen seines steilen Widerstandsanstiegs direkt ein Relais schalten.

Für PTC-Widerstände gibt es entsprechend dem NTC-Widerstand sehr viele Einsatzmöglichkeiten.

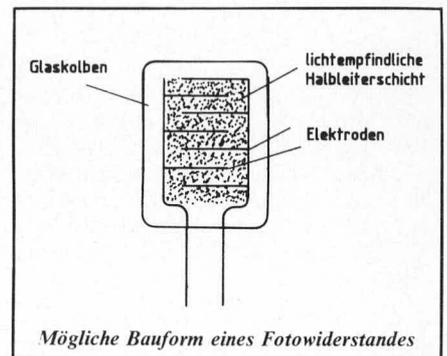
1.1.5 Fotowiderstand



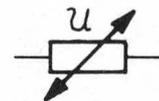
Der Fotowiderstand zählt zu den fotoelektronischen Bauelementen, bei denen das Fließen eines Stromes im Halbleitermaterial durch Einwirkung von Licht verursacht oder ermöglicht wird. Sichtbares Licht, aber auch ultraviolettes und infrarotes Licht können den Photoeffekt hervorgerufen.

Fotowiderstände sind aus gesintertem Kadmiumsulfid hergestellt. Durch Bestrahlen mit Licht entstehen in diesem Stoff neue Ladungsträger, welche die Leitfähigkeit stark erhöhen. Der Dunkelwiderstand eines Fotowiderstandes ist etwa 10 000 mal so groß wie sein Hellwiderstand. Ein Fotowiderstand hat z. B. im Dunkeln mehr als 2 000 000 Ω und bei einer Beleuchtungsstärke von 100 Lux einen Widerstand von 200 Ω .

Zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen und vor Feuchtigkeit ist der Fotowiderstand meist in einem Glaskolben untergebracht. Die hohe Lichtstromempfindlichkeit der Fotowiderstände ermöglicht auch hier das unmittelbare Umschalten mit Relais. Mit Fotowiderständen können sehr einfache Lichtsteuerungen gebaut werden, z. B. Flammenkontrolle in Ölbrennern, Dämmerungsschalter oder Lichtschranken.



1.1.6 Spannungsabhängige Widerstände



Diese Widerstände, auch als Varistoren oder kurz VDR (voltage dependent resistor) bezeichnet, haben die Eigenschaft, ihren Widerstand, beim Anlegen einer variablen Spannung, entsprechend stark zu verändern.

Varistoren werden meist in Scheibenform hergestellt, wobei als Widerstandsmaterial Silizium-Karbid-Pulver verwendet wird.

Diese Scheiben können zwecks Reihen- oder Parallelschaltung zu Säulen zusammengesetzt werden.

Spannungsabhängige Widerstände werden z. B. zur Spannungsstabilisierung oder in der Fernsprechtechnik als Gehörschutz verwendet.

ELV-Serie 7000: Hochspannungs-Netzteil HNT 7000 0-500 V, 0-300 mA mit elektronischer Trafoumschaltung



Als vierzehntes Gerät in der ELV-Serie 7000 stellen wir Ihnen ein Hochspannungs-Netzteil vor, das eine ähnlich komfortable Steuerelektronik besitzt, wie das inzwischen weit verbreitete ELV-Super-Netzgerät SNT 7000.

Die Ausgangsspannung des neuen Hochspannungs-Netzgerätes reicht von 0-500 V, bei einem max. entnehmbaren Strom von 300 mA.

Achtung: Aufgrund der in diesem Gerät auftretenden und im höchsten Maße lebensgefährlichen Spannungen ist der Nachbau nur für Profis geeignet, die zudem mit den entsprechenden, einschlägigen Sicherheitsvorschriften vertraut sind.

Allgemeines

Daß vom Ingenieur-Team des ELV-Labors Maßstäbe gesetzt werden, haben wir bereits mehr als einmal bewiesen, so z. B. beim digitalen Induktivitätsmeßgerät DIM 7000, beim digitalen Kapazitätsmeßgerät ohne Abgleich DCM 7000 sowie beim 1 GHz Frequenzzähler FZ 7000. Ebenfalls in diese der teilweise bahnbrechenden Entwicklungen reiht sich das Super-Netzgerät SNT 7000 ein, das jetzt mit der hier vorgestellten Schaltung einen Bruder für die Hochspannungserzeugung bis 500 V erhält.

Aufbau, Daten und Eigenschaften des in diesem Artikel vorgestellten Hochspannungs-Netzgerätes HNT 7000 sind weitgehend mit denen des SNT 7000, das in unserer Ausgabe Nr. 21 ausführlich beschrieben wurde, identisch. Lediglich der Spannungsbereich erstreckt sich jetzt nicht auf 0-50 V, sondern auf 0-500 V, bei einem max. entnehmbaren Strom von 300 mA.

Bedienungs- und Funktionsbeschreibung

Auf der Frontplatte des Gerätes befinden sich zwei 3stellige digitale Meßgeräte, das eine für die Messung der Ausgangsspannung, das andere zur Anzeige des entnom-

menen Ausgangsstromes. Die Spannung wird mit den beiden ganz rechts befindlichen Potentiometern eingestellt, wobei das obere für die Grobeinstellung und das untere zur Feinregelung vorgesehen ist. Der Strom wird mit dem links daneben angeordneten Stromreglerpoti eingestellt. Darunter befinden sich die beiden Ausgangsklemmen (links -, recht +).

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

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

1. Spannungsregler in Betrieb
2. Stromregler in Betrieb
3. Trafoumschaltung über 250 V (Anzeige mittels Blink-LED)
4. Wert des Stromreglers auf elektronische Sicherung umgeschaltet (bei dem mit dem Stromreglerpoti eingestellten Wert wird nun der Strom nicht mehr wie vorher konstant gehalten, sondern es wird bei Erreichen dieses Wertes abgeschaltet. Die Umschaltung erfolgt durch S 2).

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

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

Technische Daten des ELV-Hochspannungs-Netzgerätes HNT 7000

Spannungsbereich: 0 bis 500 Volt
Strombereich: 0 bis 300 mA
Spannung und Strom getrennt einstellbar.

Brumm und Rauschen

Spannungskonstanter: ca. 1 m V_{eff}
Stromkonstanter: ca. 0,01 %

Innenwiderstand

Spannungskonstanter: typ. 10 mΩ=0,01 Ω(!)
Stromkonstanter: typ. 20 kΩ

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

Um das Gerät vor Schaden zu bewahren, zieht das Kurzschlußrelais Re 2 jedoch nicht sofort an, wenn der Schalter S 2 in Stellung „Ausgang 0 V“ gebracht wird, sondern erst dann, wenn die Ausgangsspannung mittels der Spannungseinstellpotis auf Werte unterhalb 10 V heruntergeregelt wurde.

Sobald das Relais Re 2 geschaltet hat und damit der Ausgang abgetrennt ist, leuchtet die LED „Ausgang 0 V“ zur Bestätigung auf. Vorher liegt jedoch noch die volle eingestellte Spannung an, obwohl S 2 bereits in Stellung „Ausgang 0 V“ war.

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

Zur Schaltung

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

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

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

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

Um das Gerät so kompakt wie möglich und nicht unnötig schwer aufzubauen (Gewicht und Größe werden maßgeblich vom Trafo bestimmt), ist eine elektronische Umschaltung eingebaut, die bei Ausgangsspannungen größer als 250 V die vorher in Brückenschaltung betriebenen Gleichrichterioden D 11–D 14 so umschaltet, daß sich jetzt eine Spannungsverdopplung ergibt. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß diese Umschaltung mit nur einem einzigen Relais-Arbeitskontakt möglich gemacht wurde.

Im Bereich von 250 V bis 500 V stehen bei Dauerbetrieb allerdings nur 150 mA zur Verfügung (kurzzeitig 300 mA).

Wichtig ist noch anzumerken, daß die Umschaltung bezüglich der Ausgangsspannung ohne Einfluß ist, so daß man mit dem Spannungsreglerpoti durchgehend von 0 bis 500 V die Ausgangsspannung einstellen kann, und zwar ohne Spannungssprünge und ohne Unterbrechung.

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

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

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

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

Daß es uns gelang, Spitzenqualität zu erzielen bei minimalem Verdrahtungsaufwand (selbst Trafo und Endstufentransistoren sowie Einstellregler befinden sich auf den Platinen), verdient besonders hervorgehoben zu werden. Trotz des sich hierdurch ergebenden verhältnismäßig einfachen Baues, bleibt der Nachbau dieses Gerätes nur den Profis vorbehalten, die zum einen über eine entsprechende Erfahrung im Umgang mit lebensgefährlichen, hohen Spannungen verfügen, und die zum anderen mit den einschlägigen Sicherheitsvorschriften vertraut sind.

Wie bereits vorstehend beschrieben, ist die hier vorgestellte Schaltung des Hochspannungs-Netzgerätes HNT 7000 weitgehend mit der Schaltung des Super-Netzgerätes SNT 7000, das in unserer Ausgabe Nr. 21 ausführlich beschrieben wurde, identisch. Aus diesem Grund soll auf eine detaillierte Beschreibung der Gesamtschaltung an dieser Stelle verzichtet werden. Wir wollen lediglich auf die wesentlichsten Veränderungen sowie die besonderen Merkmale der hier vorgestellten Schaltung eingehen.

Als erstes muß wohl die ungewöhnliche Anhäufung von teuren Endstufen-Transistoren begründet werden:

Die Transistoren des Typs TIPL 763 A besitzen jeder eine Spitzenstrombelastbarkeit von 14 A und eine Spannungsfestigkeit von 1000 V. Die max. zulässige Verlustleistung liegt bei 120 W.

Das hier vorgestellte Hochspannungs-Netzgerät benötigt eine Gesamtverlustleistung von ca. 90 VA, bei einem Strom von ca. 300 mA und einer Spannung von ca. 350 V. So betrachtet, sollte ein einziger Transistor ausreichen. Hochsperrende Transistoren haben jedoch die Eigenschaft, im Linearbetrieb deutlich leistungsschwächer zu sein, als ihre Daten auf den ersten

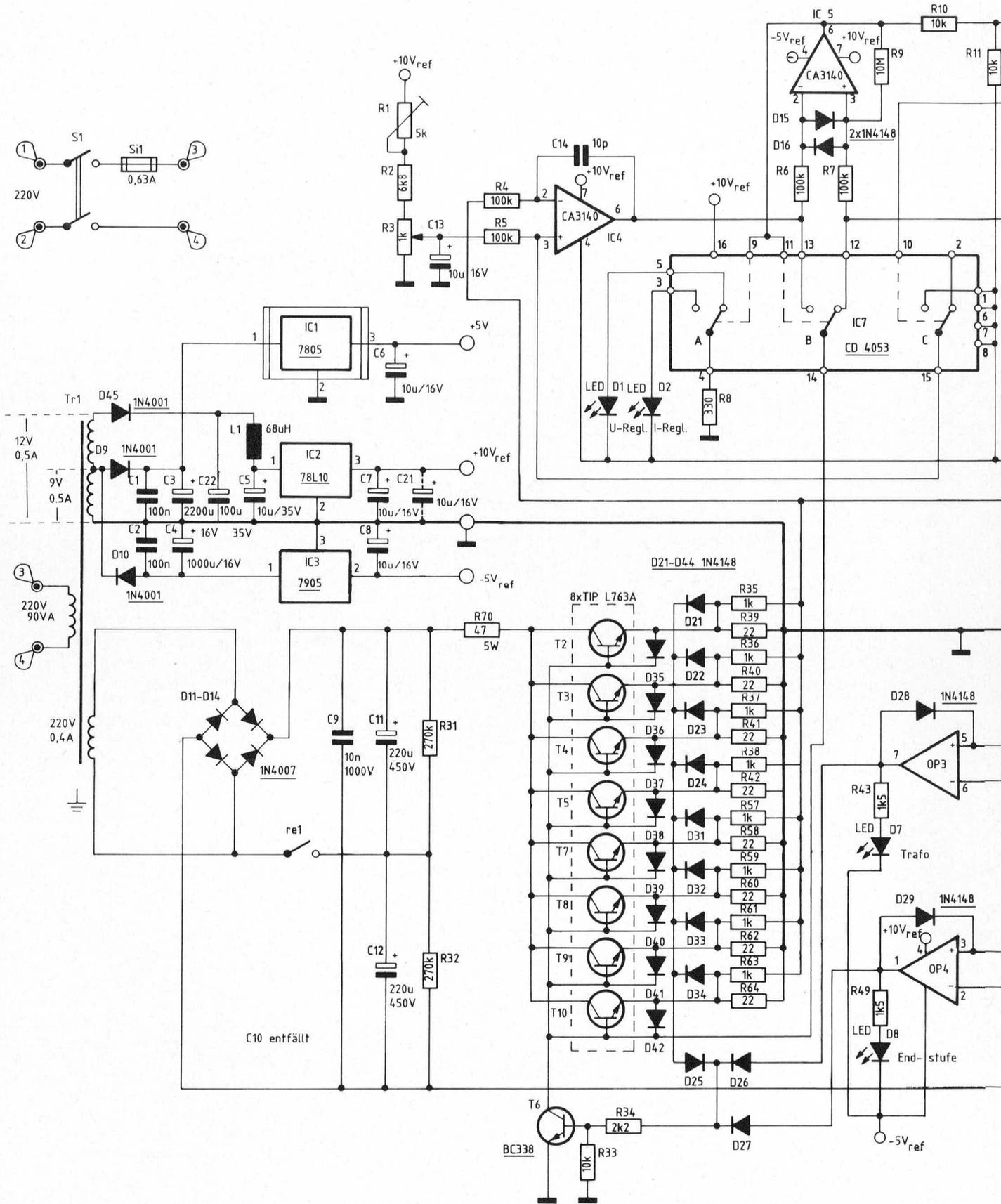
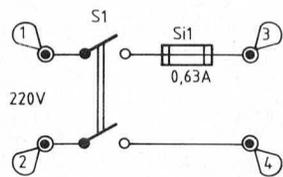
Blick vermuten lassen. Der von uns eingesetzte Transistor besitzt bei einer Kollektor-Emitter-Spannung von 400 V, die im Linearbetrieb gleichzeitig die Grenzspannung darstellt, eine Strombelastbarkeit von weniger als 50 mA, bei einer zulässigen Verlustleistung, die in der Größenordnung von 10 W liegt, unter Berücksichtigung eines realen Temperaturanstieges der Endstufe von einigen 10°K. Die vorstehend beschriebenen Daten lassen nun erkennen, daß bei einer Bestückung der Endstufe mit 8 Transistoren des Typs TIPL 763 A, diese bereits an ihrer Belastungsgrenze eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang ist noch anzumerken, daß der Transistor des Typs TIPL 763 A auch als weniger spannungsfester Typ mit der Bezeichnung TIPL 763 (ohne A) erhältlich ist, jedoch aufgrund seiner geringeren Spannungsfestigkeit im Linearbetrieb (Spannungsgrenzwerte 340 V), auf gar keinen Fall geeignet ist.

Das HNT 7000 ist nach unseren Tests kurzschlußsicher, solange die Ausgangsspannung 250 V nicht überschritten hat und das Relais Re 1 noch nicht auf den höheren Spannungsbereich umgeschaltet hat. Sobald jedoch im Spannungsbereich zwischen 250 V und 500 V gearbeitet wird, liegt an den Kollektoren der Leistungsendstufe ein Potential von ca. 700 V an. Diese Spannung kann von der Endstufe zwar im statischen Betrieb gesperrt werden, im Linearbetrieb ist eine Verarbeitung jedoch nicht mehr möglich. Daraus folgt, daß im Kurzschlußfall die Endstufe gefährdet ist, da der Linearbetrieb über die Grenzspannung hinaus (400 V) in den verbotenen Bereich gefahren wird. Eine gesicherte Kurzschlußfestigkeit bei direkten Kurzschlüssen ist daher in diesem Bereich nicht mehr gegeben.

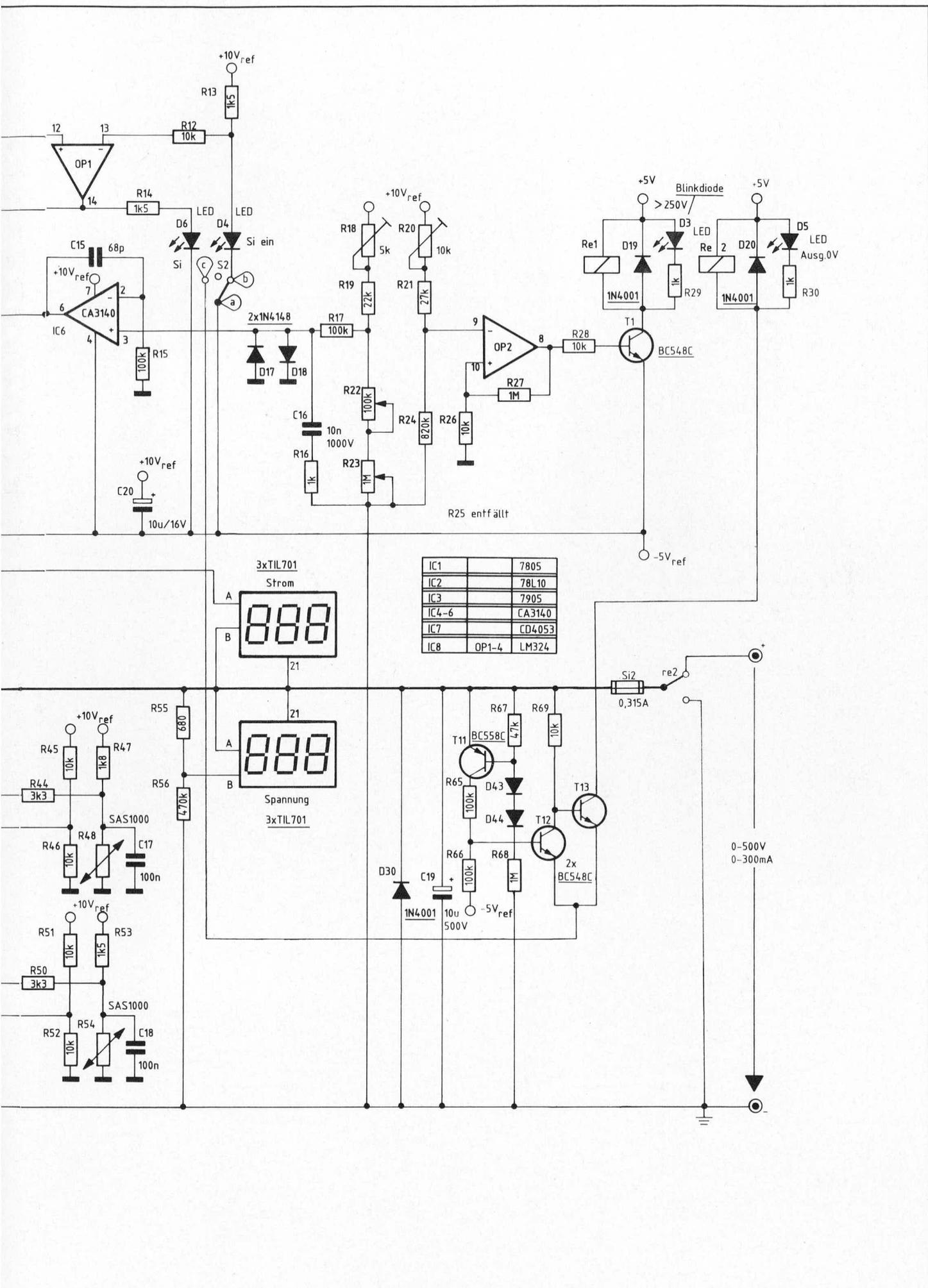
Da es außerordentlich schwierig ist, so große Spannungen, wie sie das HNT 7000 liefert, zu beherrschen, möchten wir trotz umfangreicher, erfolgreich durchgeführter Tests, auch für den unteren Spannungsbereich keine grundsätzliche Kurzschlußsicherheit garantieren. Dies sei an dieser Stelle vorsichtshalber angemerkt.

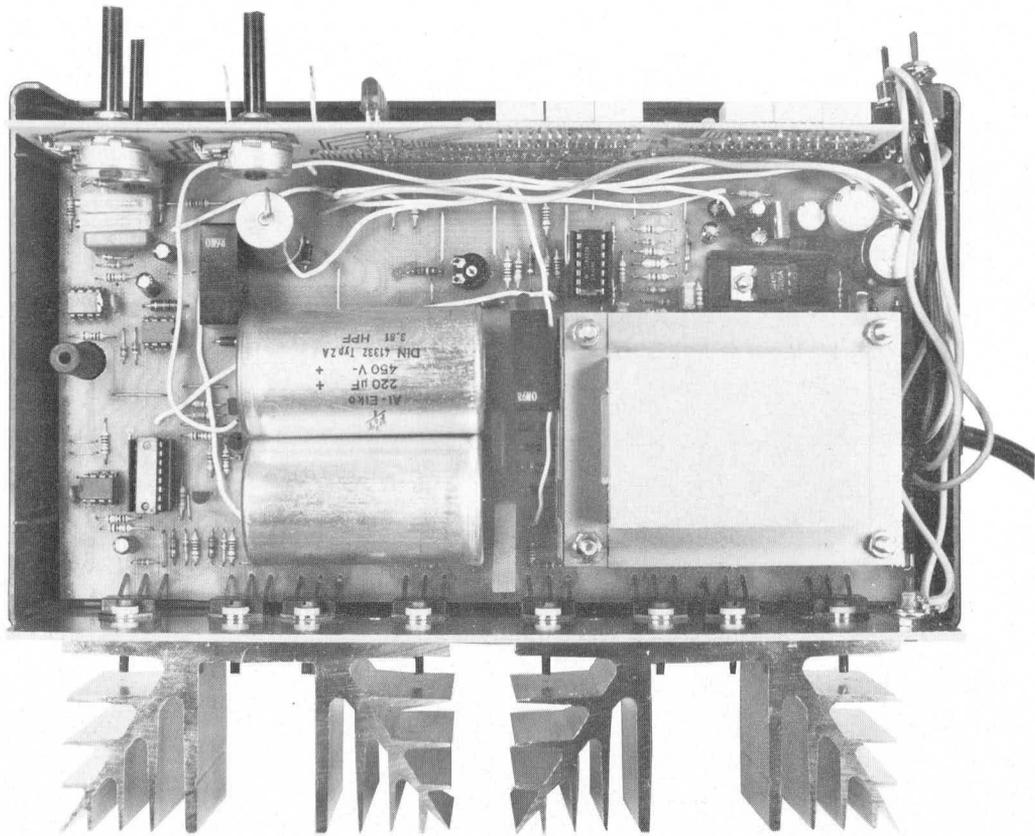
Eine besonders wichtige Maßnahme zum Schutze der Endstufentransistoren, stellen die zusätzlich eingefügten Dioden D 35 bis D 42 dar, die die Basis-Emitter-Strecken vor negativen Rückspannungen schützen. Auf die richtige Einbaulage dieser Dioden ist daher besonders großer Wert zu legen. Andernfalls werden die Endstufentransistoren unweigerlich zerstört.

Bei den Endstufentransistoren handelt es sich nicht wie beim SNT um Darlington-Transistoren, sondern um einstufige „normale“ Transistoren, die daher einen erhöhten Basis-Strom benötigen. Damit die verwendeten Ansteuer-Operationsverstärker (IC 4 für Strombereich bzw. IC 6 für Spannungsbereich) den entsprechenden Strom liefern können, wurde es erforderlich, deren + Versorgungsspannung von 5 V auf 10 V zu erhöhen. Dies machte eine zusätzliche Trafoanzapfung von 12 V erforderlich. Zwar hätte man auch die beiden anderen Spannungsregler IC's (IC 1 und IC 3) mit der erhöhten Spannung versorgen können, jedoch wäre dann die Verlustleistung besonders im IC 1 zu groß geworden.



Schaltbild des ELV Hochspannungs-Netzgerätes HNT 7000





Ansicht des fertig aufgebauten und in die untere Gehäusehalbschale eingesetzten ELV (von oben)

Stückliste:

Hochspannungsnetzteil HNT 7000

Halbleiter

IC 1	.....	7805
IC 2	.....	78L10
IC 3	.....	7905
IC 4, IC 5, IC 6	.....	CA 3140
IC 7	.....	CD 4053
IC 8	.....	LM 324
T 1	.....	BC 548
T 2-T 5, T 7-T 10	.....	TIPL 763 A
T 6	.....	BC 338
T 11	.....	BC 558
T 12, T 13	.....	BC 548
D 1, D 2, D 4-D 8	.....	LED, rot, 5 mm
D 3	.....	Blinkdiode, rot, 5 mm
D 9, D 10, D 19, D 20, D 30,	.....
D 45	.....	1N 4001
D 11-D 14	.....	1N 4007
D 15-D 18, D 21-D 29,	.....
D 31-D 44	.....	1N 4148

Kondensatoren

C 1, C 2, C 17, C 18	.....	100 nF
C 3	.....	2200 µF/16 V
C 4	.....	1000 µF/16 V
C 5	.....	10 µF/35 V
C 6, C 8, C 13, C 20, C 21	.....	10 µF/16 V
C 9, C 16	.....	10 nF/1000 V
C 11, C 12	.....	220 µF/450 V
C 14	.....	10 pF
C 15	.....	68 pF
C 19	.....	10 µF/500 V/550 V
C 22	.....	100 µF/35 V

Widerstände

R 1, R 18	.....	5 kΩ Spindeltrimmer
R 2	.....	6,8 kΩ
R 3	.....	1 kΩ, Poti, Lin, 6 mm Achse
R 4-R 7, R 15, R 17, R 65, R 66	.....	100 kΩ
R 8	.....	330 Ω

R 9	.....	10 MΩ
R 10-R 12, R 26, R 28, R 33, R 45, R 46,	.....
R 51, R 52, R 69	.....	10kΩ
R 13, R 14, R 43, R 49, R 53	.....	1,5 kΩ
R 16, R 29, R 30, R 35-R 38, R 57, R 59,	.....
R 61, R 63	.....	1 kΩ
R 19	.....	22 kΩ
R 20	.....	10 kΩ Trimmer
R 21	.....	27 kΩ
R 22	.....	100 kΩ,
		Poti, 4 mm Achse,
R 23	.....	1 MΩ,
		Poti, 6 mm Achse,
R 24	.....	820 kΩ
R 27, R 68	.....	1 MΩ
R 31, R 32	.....	270 kΩ
R 34	.....	2,2 kΩ
R 39-R 42, R 58, R 60, R 62, R 64	.....	22 Ω
R 44, R 50	.....	3,3 kΩ
R 47	.....	1,8 kΩ
R 48*, R 54	.....	SAS 1000
R 55	.....	680 Ω
R 56	.....	470 kΩ
R 67	.....	47 kΩ
R 70	.....	47 Ω/5 W

* bereits im Netztrafo enthalten

Sonstiges

L 1	.....	HF 68 µH
S 1	.....	Kippschalter, 2 x um
S 2	.....	Kippschalter, 1 x um
		mit Mittelstellung
Tr	.....	Netztrafo..... 1
		prim: 220 V/90 VA
		sek.: 220 V/0,4 A
		12 V/0,5 A
		mit eingebautem Temperaturfühler
Re 1, Re 2	.....	Kartenrelais, stehend, 1 x um, 8 A

Si 1	.....	0,63 A, Mittelträge
Si 2	.....	0,315 A flink
		2 Platinensicherungshalter
10 Lötstifte		
		1 m isolierter Schalt draht
		1 m Silberschalt draht, 0,8 mm Ø
		1 U-Kühlkörper für TO 220 (SK 13)
		2 Leistungskühlkörper SK 88
		8 Glimmerscheiben für TO 3P
		8 Isoliernippel dazu
		2 Schrauben M 3 x 6 mm
		8 Schrauben M 3 x 16 mm
10 Muttern M 3		
		4 Schrauben M 4 x 55 mm
12 Muttern M 4		
		2 Lötösen 6,5 mm
		1 Lötöse 3 mm
		1 Lötöse 4 mm

Digitales Anzeigeeinstrument (Spannungs- oder Strommesser)

Halbleiter

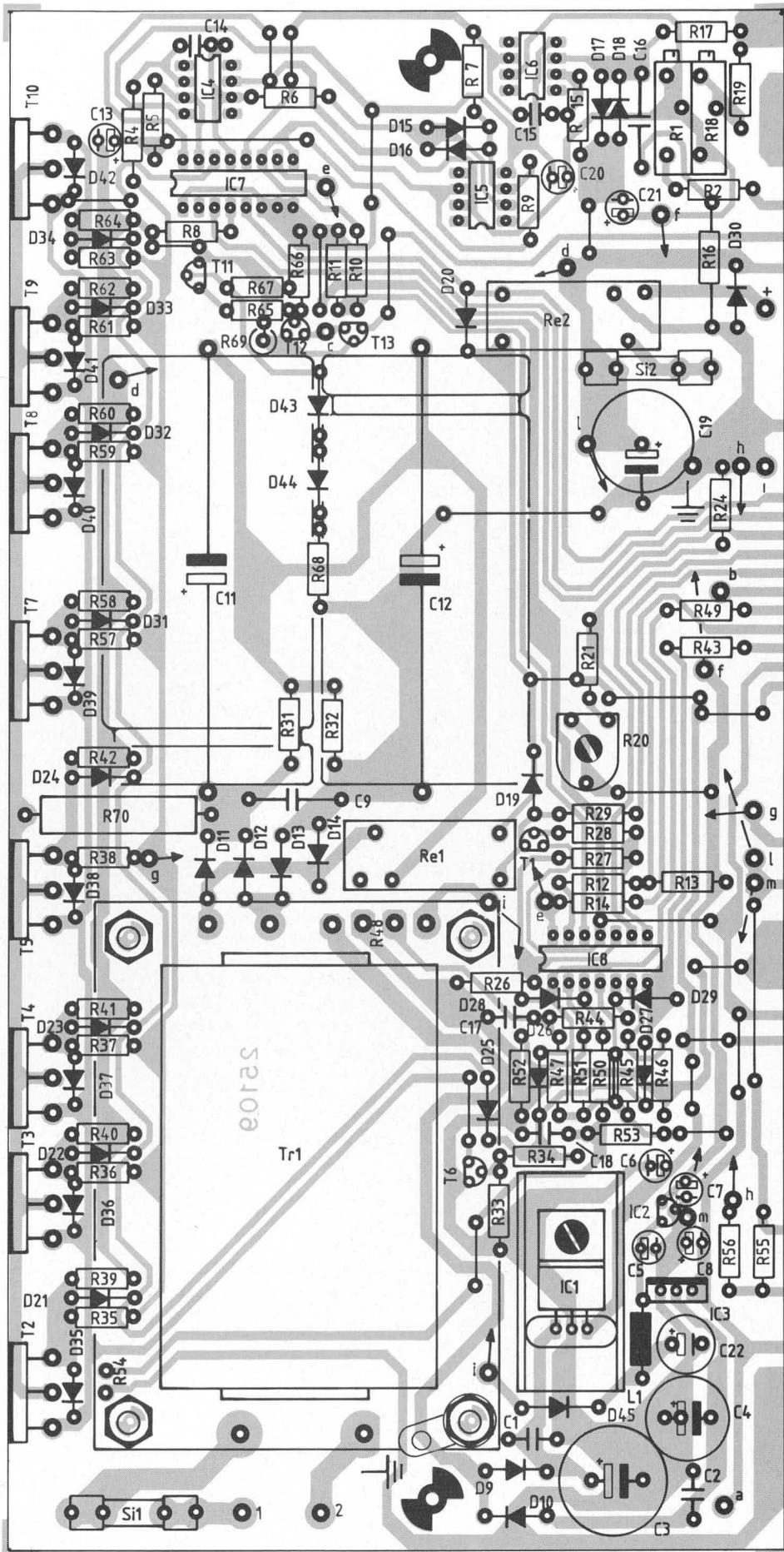
IC 101	.....	ICL 7107
Di 1010-Di 103	.....	TIL 701

Kondensatoren

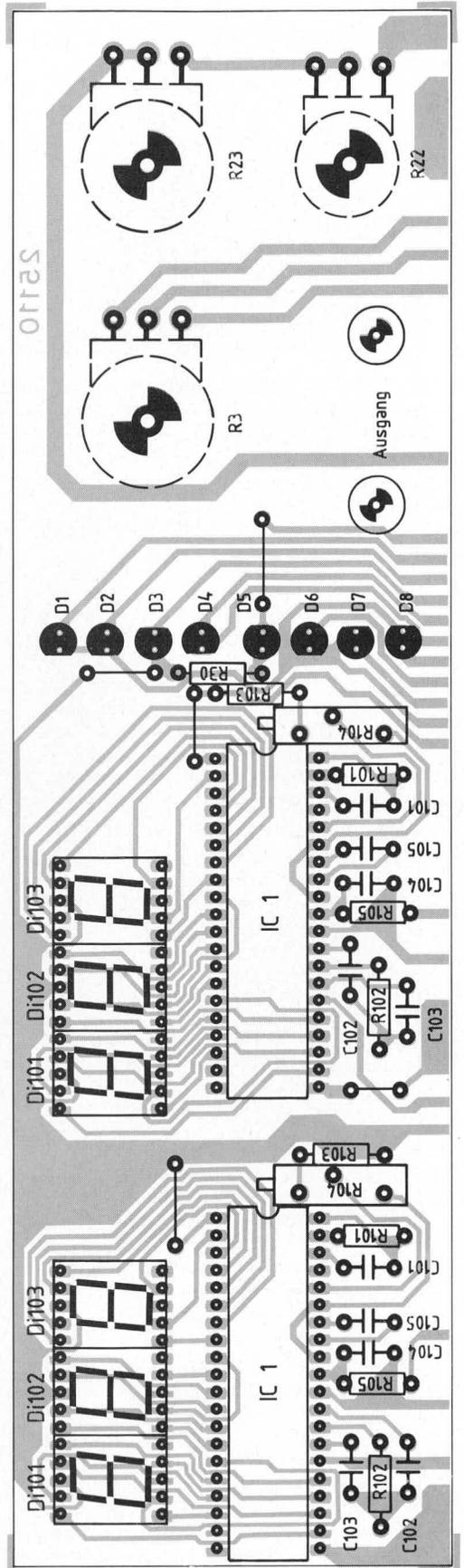
C 101	.....	100 pF
C 102, C 103	.....	220 nF
C 104	.....	10 nF
C 105	.....	100 nF

Widerstände

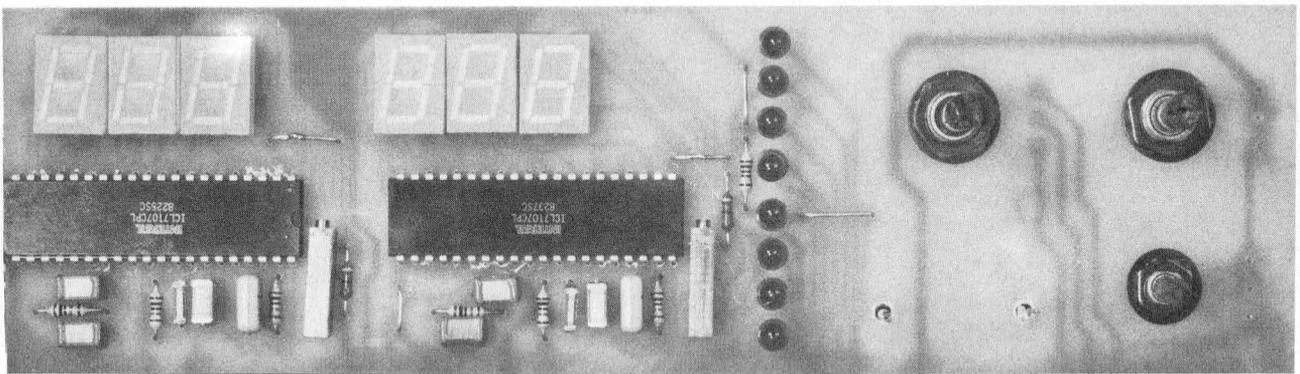
R 101, R 102, R 105	.....	100 kΩ
R 103	.....	4,7 kΩ
R 104	.....	10 kΩ Spindeltrimmer



Bestückungsseite der Basisplatine des ELV Hochspannungs-Netzgerätes HNT 7000



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des ELV Hochspannungs-Netzgerätes HNT 7000



Ansicht des ELV Hochspannungs-Netzgerätes HNT 7000 von vorne (ohne Gehäuse)

Eine weitere Veränderung der Transformatordaten ergibt sich zwangsläufig aus den Anforderungen für die Versorgungsspannung, so daß die Wicklung jetzt nicht mehr 24 V bei 3,5 A, sondern 220 V bei 0,4 A liefern muß.

Als letzte wesentliche Änderung ist die Ausgangs-Kurzschlußschaltung zu nennen. Das Relais Re 2 zieht jetzt nicht mehr sofort an, wenn der Schalter S 2 in Stellung „Ausgang 0 V“ gebracht wird, sondern erst dann, wenn die Überwachungsschaltung, die im wesentlichen aus T 11 bis T 13 besteht, eine ausreichend niedrige Ausgangsspannung festgestellt hat. Erst wenn die Ausgangsspannung mit Hilfe der Spannungseinstell-Potentiometer auf Werte von kleiner als 10 V gesunken ist, kann das Relais Re 2 anziehen und den Ausgang der Schaltung von der Ausgangsklemme abtrennen und kurzschließen. Signalisiert wird dies durch Aufleuchten der LED „Ausgang 0 V“. Auch an dieser Stelle wollen wir noch einmal ausdrücklich darauf hinweisen, daß allein die Betätigung des Schalters S 2 in Stellung „Ausgang 0 V“ keine Garantie dafür darstellt, daß der Ausgang der Schaltung kurzgeschlossen wurde.

Als letzter, jedoch sehr wesentlicher Punkt, in bezug auf das hier vorgestellte Hochspannungs-Netzgerät HNT 7000, sei angemerkt, daß der Minuspol der Ausgangsklemme mit dem Schutzleiter des Netzkabels verbunden ist. Das Gerät ist also **nicht erdfrei**. Darüber hinaus sind die Kühlkörper, die von den Endstufen-Transistoren durch Glimmerplättchen isoliert sind, ebenfalls mit dem Schutzleiter verbunden. Sobald nun die Kollektoren der Endstufen-Transistoren zu den Kühlkörpern durchschlagen und die Kühlkörper damit eine Spannung von ca. 700 V führen können, besteht im selben Moment ein Kurzschluß, da die Minus-Ausgangsbuchse ebenfalls, wie bereits erwähnt, mit dem Schutzleiter verbunden ist. Die im Eingangskreis des Transformators eingesetzte Schmelzsicherung spricht an und das Gerät ist außer Betrieb. Würden nicht sowohl die Kühlkörper als auch die Minus-Ausgangsklemme mit dem Schutzleiter gleichermaßen verbunden, bestünde die Möglichkeit, daß entweder die Kühlkörper lebensgefährliches Potential führen, oder aber, daß die Minus-Ausgangsklemme ein Potential von ca. -700 V unterhalb des Erdpotentials an-

nehmen könnte (ebenso die Plus-Ausgangsklemme, je nach Stellung des Spannungsregler-Potis). Beide Situationen sind in höchstem Maße lebensgefährlich, so daß auf die Maßnahme der Verbindung der Minus-Ausgangsklemme als auch der Endstufen-Kühlkörper mit dem Schutzleiter nicht verzichtet werden kann.

In diesem Zusammenhang wollen wir ausdrücklich darauf hinweisen, daß selbstverständlich alle erforderlichen Schutzmaßnahmen beim Arbeiten an und mit diesem Gerät getroffen werden müssen, da Spannungen ab 42 V lebensgefährlich sind. Die hier in diesem Gerät auftretenden Spannungen von teilweise über 700 V stellen daher eine besondere Bedrohung für Ihr Leben dar, sofern nicht umsichtig und vorschriftsmäßig gearbeitet wird.

Zum Nachbau

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

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

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

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

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

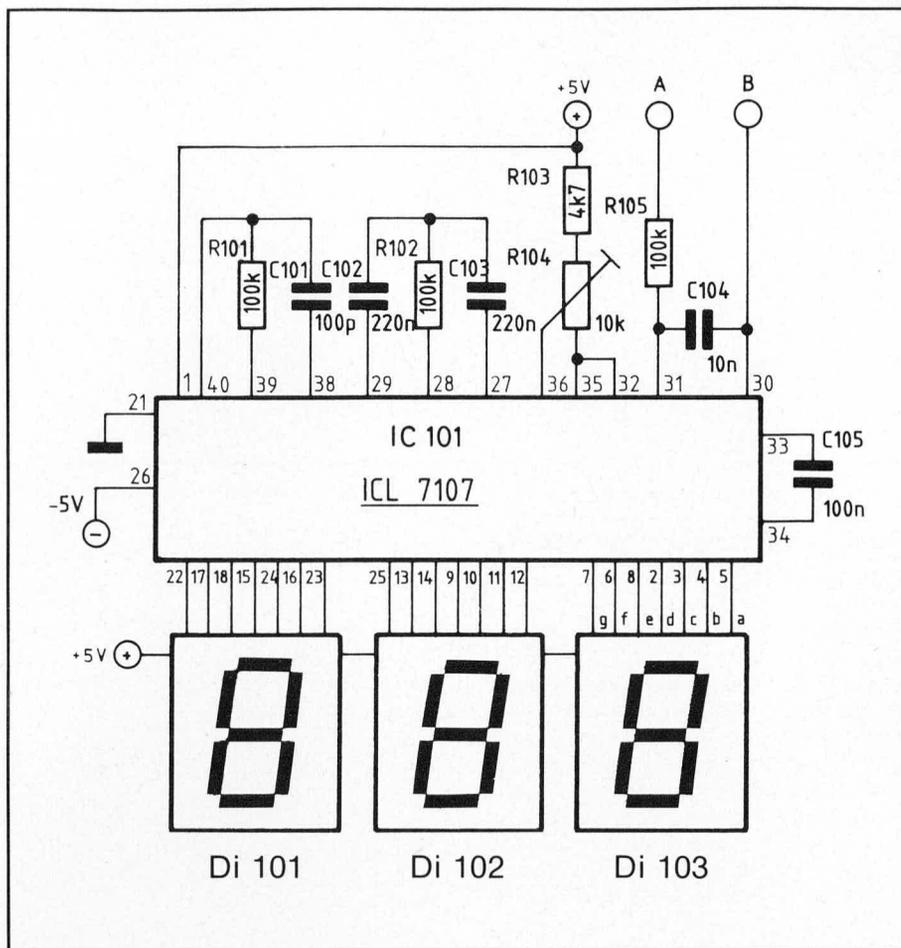
Zunächst werden die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren, Dioden etc. in gewohnter Reihenfolge eingelötet, bis auf den Haupttrafo und die Kühlkörper, die erst später eingebaut werden.

Ist die Bestückung (bis auf die eben erwähnten Bauelemente) vollendet, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatte gelötet, und zwar so, daß sie ca. 3 mm unter ihr hervorrage.

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

Die mit ungekürzten Anschlußbeinchen möglichst weit aus der Basisplatte herausragenden Endstufentransistoren T 2 bis T 5 sowie T 7 bis T 10 können jetzt mit der in Aluminium ausgeführten Gehäuserückwand verschraubt werden, wobei zwischen Rückwand und Transistor jeweils eine Isolierscheibe (Glimmerscheibe) mit zugehörigem Isolierknippel gelegt wird. Die für die Durchführung der Schrauben M 3 in Verbindung mit den Isoliernippeln erforderlichen 8 Bohrungen in der Größe von 4 mm werden in die Alu-Rückwand gebohrt. Anschließend werden die beiden Aluprofilkörper symmetrisch auf die Rückwand aufgesetzt, um hierin ebenfalls die Löcher zu bohren. Sowohl zwischen Transistoren und Rückwand als auch zwischen Rückwand und Kühlkörpern ist eine dünne, gleichmäßige Schicht Wärmeleitpaste aufzubringen, um einen möglichst guten Wärmeübergang zu gewährleisten. Als letztes werden die Transistoren mit der Alurückwand und den Kühlkörpern mit Hilfe von 8 Schrauben M 3 x 16 mm und dazugehörigen Muttern M 3 verschraubt.

An den linken, hinter dem Transformator befindlichen Endstufentransistor, wird der Temperaturfühler R 54 angebracht, indem der Fühler soweit aus der Leiterplatte hervorsteht, daß der Sensorkopf sich ungefähr in der gleichen Höhe befindet, wie der Mittelpunkt des betreffenden Transistors. Anschließend wird der Sensor mit Wärmeleitpaste eingestrichen und an das Kunststoffgehäuse des Transistors herangedrückt. Aufgrund der geringen Wärmekapazität des Fühlers ist eine weitere wärmeleitende Verbindung nicht erforderlich.



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

Kommen wir nun zum Einbau der Eingangsbuchsen (Polklemmen):

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

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

Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß sowohl die Minus-Ausgangsklemme als auch die Alu-Rückwand mit den beiden Kühlkörpern mit dem Schutzleiter des Netzkabels zu verbinden sind. Darüber hinaus sind die Befestigungshälse der beiden Kippschalter S 1 und S 2 an den Schutzleiter anzuschließen.

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

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

Zu beachten ist noch, daß sobald der Trafo mit der Basisplatine verbunden wurde, zum Bewegen der Platine immer beide Hände

benutzt werden, wobei die eine Hand immer den Trafo festhält (grundsätzlich vorher Netzstecker ziehen!).

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

Digitales Voltmeter und digitales Amperemeter

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

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

Abgleich/Einstellung

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

Für die Kalibrierung des digitalen Spannungsmessgerätes schließen wir zunächst an den Ausgang zu Kontrollzwecken ein weiteres Spannungsmessgerät an, und stellen mit dem Spannungseinstellpoti eine Spannung zwischen 100 und 200 V ein. Mit dem Spindeltrimmer R 104 wird nun die digitale Anzeige des im Hochspannungs-Netzgerät enthaltenen Spannungsmessers auf den gleichen Wert eingestellt.

Für die Kalibrierung des digitalen Amperemeters, wird jetzt zunächst der Spannungsregler auf 0 gedreht, und ein Strommeßgerät zu Vergleichszwecken an die beiden Ausgangsklemmen des Netzgerätes angeschlossen. Das Spannungseinstellpoti wird jetzt wieder ein wenig aufgedreht, um dann mit dem Stromreglerpoti einen Ausgangsstrom von 200 mA–300 mA fließen zu lassen. Mit dem Spindeltrimmer R 104, für das im HNT 7000 enthaltene digitale Amperemeter, wird nun auf der digitalen Anzeige der gleiche Wert eingestellt, wie er auf dem an die Ausgangsklemmen angeschlossen Vergleichsamperemeter abzulesen ist.

Die Einstellung des maximal möglichen Ausgangsstromes geschieht mit Hilfe des Spindeltrimmers R 1. Hierzu wird der Schalter S 2 in Stellung („Ausgang 0 V“) gebracht, und das Stromreglerpoti R 3 ganz nach rechts (im Uhrzeigersinn) gedreht. Damit auch der Stromregler einwandfrei arbeiten kann, sollte das Spannungsreglerpoti R 23 nicht gerade auf 0, sondern mindestens etwas aufgedreht sein. Mit dem Spindeltrimmer R 1 wird jetzt der Ausgangsstrom auf 300 mA eingestellt, was auch auf der digitalen Anzeige ablesbar ist.

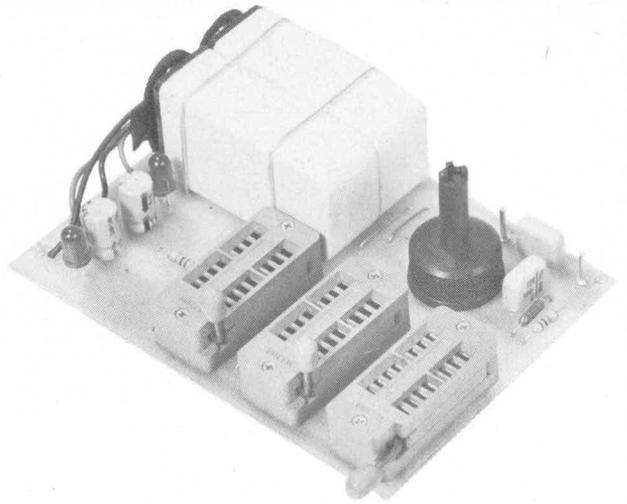
Sofern die digitale Anzeige für den Stromwert nicht im HNT 7000 eingebaut wurde, ist für den Abgleich der Schalter S 2 in Mittelstellung zu bringen und der Ausgang über ein Amperemeter kurzzuschließen, auf dem der fließende Strom abgelesen werden kann.

Für die Einstellung des maximalen Ausgangsspannungswertes werden die beiden Spannungsreglerpotis R 22 (fein) und R 23 (grob) ganz nach rechts gedreht (im Uhrzeigersinn). Die Ausgangsklemmen sind hierbei offen bzw. es kann ein Vergleichsspannungsmessgerät angeschlossen werden. Mit dem Spindeltrimmer R 18 stellt man jetzt die Ausgangsspannung auf 500 V ein.

Als letztes wird die Umschaltsschwelle, die bei 250 V liegen sollte, mit dem Trimmer R 20 eingestellt. Hierzu bringt man mit den Spannungseinstellpotis R 22 und R 23 die Ausgangsspannung auf einen Wert von 250 V und verdreht R 20 so, daß das Relais re 1 gerade schaltet. Da sich über R 21 eine geringe Hysterese ergibt, wird die Umschaltung für Spannungswerte über 250 V geringfügig über der Spannung liegen, die sich bei der Zurückschaltung auf Spannungswerte von unter 250 V ergibt.

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

OPAMP-Tester



Mit Hilfe dieser Schaltung können die am häufigsten vorkommenden Operationsverstärker auf einfache Weise überprüft werden.

Allgemeines

Die am häufigsten vorkommenden Bauformen von Operationsverstärkern sind:

1. Mini-Dip-Gehäuse (8polig) mit einem Operationsverstärker
2. Mini-Dip-Gehäuse (8polig) mit zwei Operationsverstärkern
3. Dual-In-Line-Gehäuse (14polig) mit vier Operationsverstärkern

Für diese drei Gehäusebauformen besitzt das hier vorgestellte Testgerät je einen Sockel.

Getestet werden die Operationsverstärker nun, indem je nach Stellung des Schalters S 1, der jeweils zu testende Operationsverstärker so beschaltet wird, daß er seine Eingangs-Offsetspannung mit dem Faktor 10 verstärkt. Diese Spannung ist dann am Ausgang zwischen den Klemmen a und b mit einem Volt-Meter zu messen. Bei den meist gebräuchlichen Operationsverstärkern bewegt sich dieser Wert zwischen 0 und ± 200 mV.

Aufgrund dieser einfach durchzuführenden Messung kann man eine zuverlässige Aussage über die Funktionstüchtigkeit des betreffenden Operationsverstärkers sowie dessen Offsetspannung machen. Die effektive Eingangs-Offsetspannung ergibt sich, wie vorstehend bereits erwähnt, indem man den angezeigten Wert durch 10 dividiert.

Weitergehende Messungen über Betriebsverhalten, Frequenzbereich usw. sind sehr aufwendig und sollten nicht Ziel der hier vorgestellten einfachen Schaltung sein.

Zur Schaltung

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus einem Schalter mit vier Stellungen und drei Ebenen, von denen jedoch nur zwei benötigt werden (S 1a und S 1b). Mit Hilfe dieses Schalters wird die externe Beschaltung der zu testenden Operationsverstärker, die aus den Widerständen R 1 und R 2 sowie C 1 und C 2 besteht (dienen zur Schwingneigungsunterdrückung).

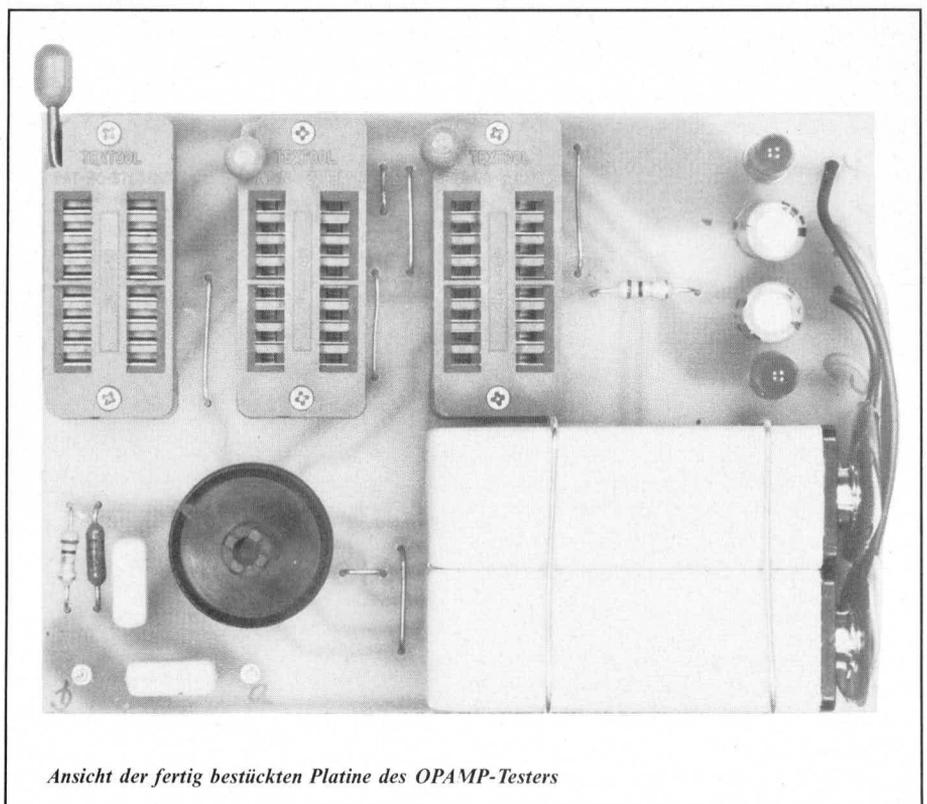
Die invertierenden (+) Eingänge aller möglichen zu testenden Operationsver-

stärker (OP 1 bis OP 7) liegen über dem gemeinsamen Widerstand R 3 auf Masse (Spannungsmittelpunkt). Während die mit dem Schalter S 1 umschaltbare externe Zusatzbeschaltung jeweils nur an dem Operationsverstärker anliegt, der gerade getestet werden soll, wobei zu beachten ist, daß immer nur ein Sockel benutzt wird und die beiden übrigen Sockel leer sein müssen. Dies ist deshalb erforderlich, da aus Vereinfachungsgründen die Operationsverstärker OP 1, OP 5 und OP 7 sowie OP 2 und OP 6 parallel geschaltet sind.

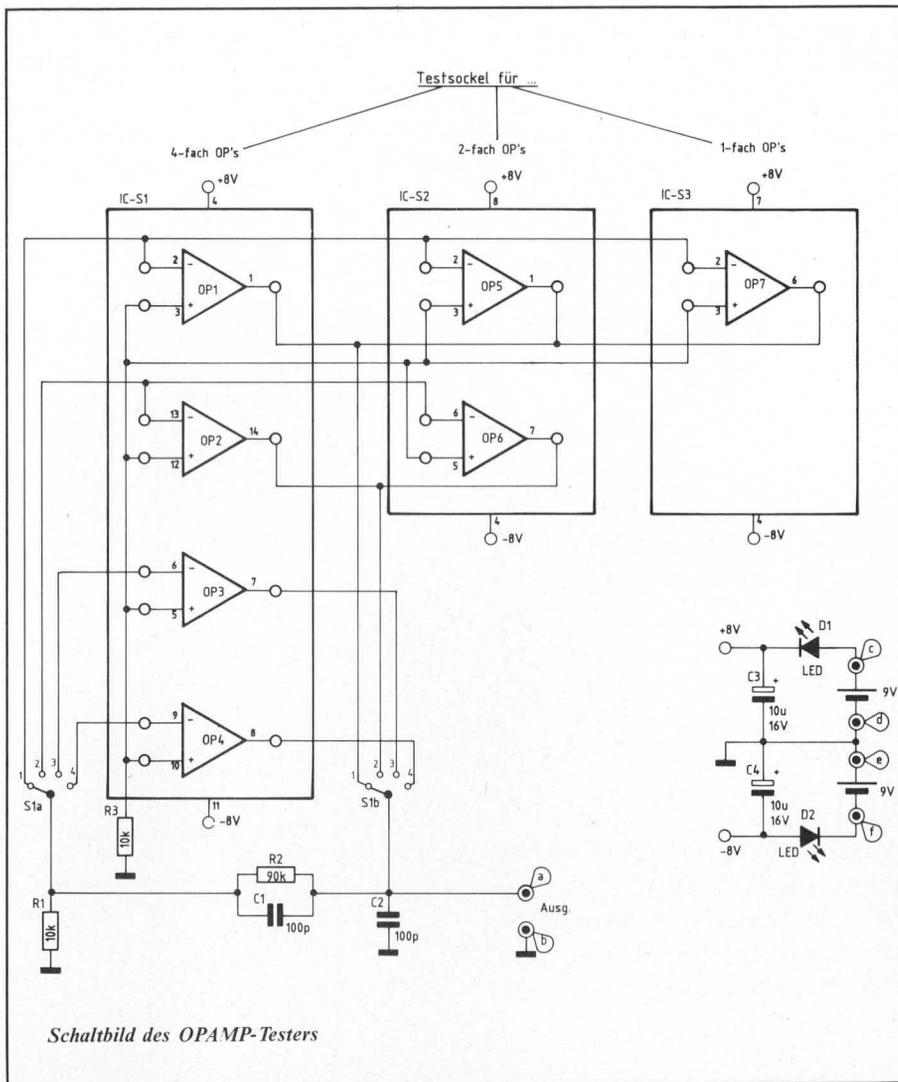
Befindet sich der Schalter S 1 in Stellung „1“, so ist entweder der OP 1 oder der OP 5 oder der OP 7 im Einsatz, je nachdem, welcher Sockel benutzt wird. In Stellung 2 kann dann entweder OP 2 oder OP 6 getestet werden, während in Stellung 3 und 4

ohnehin nur OP 3 und OP 4 in Frage kommen.

Die Versorgungsspannung wird aus zwei 9 Volt Blockbatterien gewonnen, die an die Punkte c und d sowie e und f angeschlossen werden. Die beiden Leuchtdioden D 1 und D 2 zeigen eine korrekte Stromaufnahme durch Aufleuchten an, wodurch Fehlmessungen aufgrund des Fehlens von einer Versorgungsspannung weitgehend ausgeschlossen sind. Gleichzeitig wird hierdurch die Batteriespannung von 2×9 Volt auf max. 2×8 Volt (zusammen 16 Volt) reduziert, so daß auch im Handel befindliche Operationsverstärker, die nicht wie meist üblich, eine Betriebsspannung von ± 15 V, sondern lediglich $\pm 7,5$ V aufweisen, getestet werden können (die Grenzdaten liegen normalerweise immer etwas darüber).



Ansicht der fertig bestückten Platine des OPAMP-Testers



Zum Nachbau

Über den Aufbau dieser Schaltung brauchen wohl nicht viele Worte gemacht zu werden. Für die IC-Sockel können sowohl die sehr preiswerten Typen, bei denen die IC's mit einem Keil wieder aus der Fassung herausgehoben werden, eingesetzt werden, als auch die professionellen Testsockel, bei denen der Wechsel ohne nennenswerte Kontaktkraft durchgeführt wird und ein Hebel die endgültige Verbindung während des Tests sicher stellt. Diese professionellen Sockel sind jedoch sehr teuer und lohnen nur, sofern wirklich größere IC-Mengen regelmäßig zu testen sind. Der etwas erhöhte Platzbedarf für diese Sockel ist auf dem Platinenlayout bereits vorgesehen, daher ist auch dieser Einsatz ohne weiteres möglich.

Stückliste:

OPAMP-Tester Halbleiter

D 1, D 2 LED, rot, 5 mm

Kondensatoren

C 1, C 2 100 pF

C 3, C 4 10 μ F/16 V

Widerstände

R 1, R 3 10 k Ω

R 2 90 k Ω

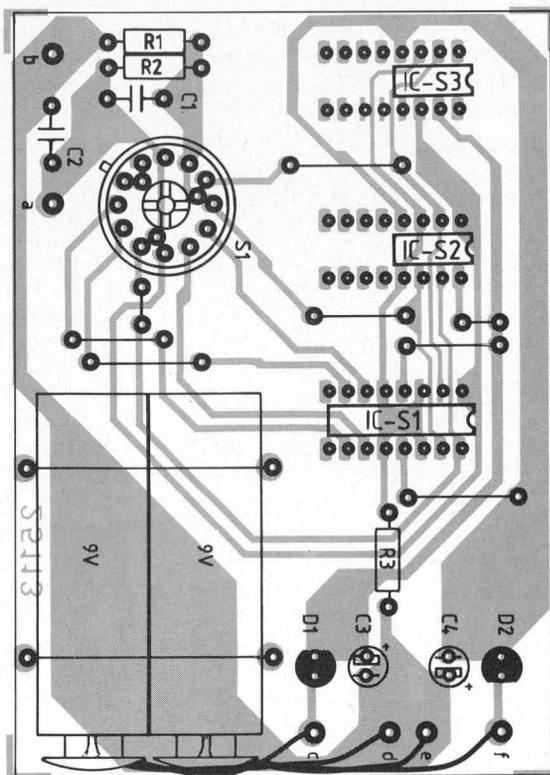
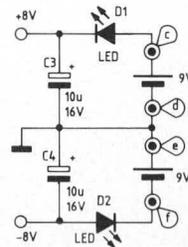
Sonstiges

1 Präzisions-Drehschalter ITT 4 x 3

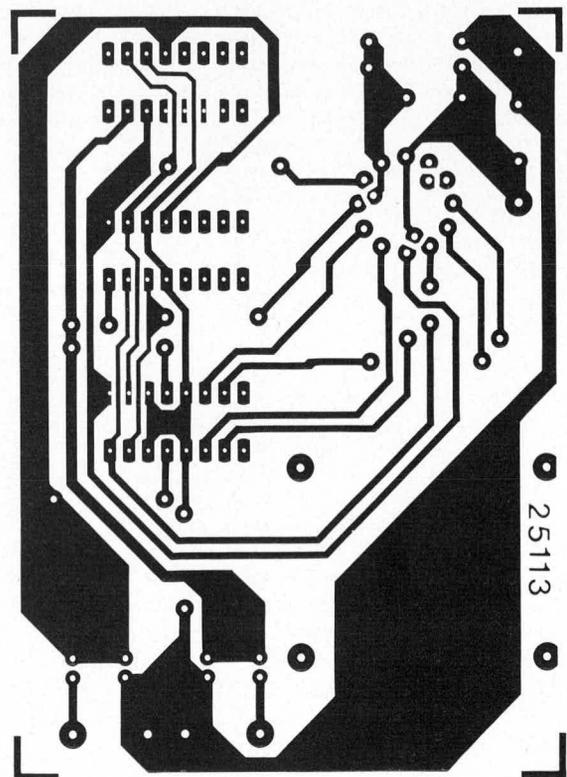
2 Batterieclips

3 IC-Testsockel

6 Lötstifte

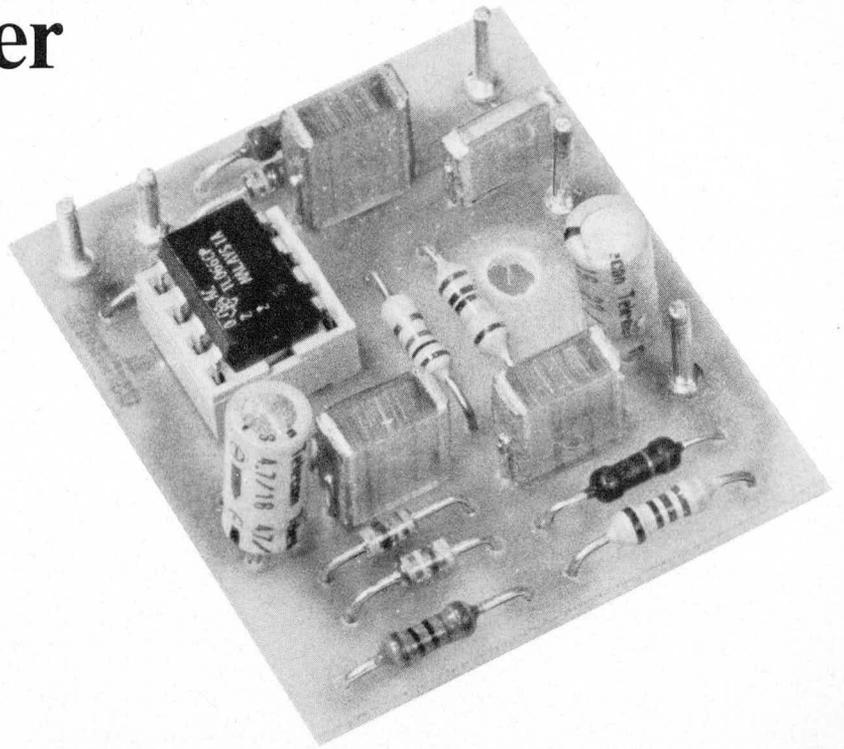


Bestückungsseite der Platine des OPAMP-Testers



Leiterbahnseite der Platine des OPAMP-Testers

Meßgleichrichter



Die in unseren Ausgaben 18 und 19 vorgestellten Digitalvoltmeter (Panalmeter) können mit Hilfe dieser kleinen Zusatzschaltung auch für Wechselspannungsmessungen eingesetzt werden. Selbstverständlich sind auch andere Gleichspannungsmesser mit einem Eingangsspannungsbereich von 0–200 mV als auch von 0–2 V anschließbar.

Zur Schaltung

Bei dem hier vorgestellten Meßgleichrichter handelt es sich um einen AC/DC-Wandler, dessen erprobte Schaltung bereits in unseren Multimetern „DMM 2000“ und „MM 31“ in ähnlicher Form eingesetzt wurde. Die Besonderheit der Schaltung liegt darin, daß kein Abgleich erforderlich ist und trotzdem eine gute Genauigkeit über einen weiten Frequenzbereich erreicht wird. Sofern 1%ige Metallfilmwiderstände eingesetzt werden, liegt die Genauigkeit im Bereich von 15 Hz bis 100 Hz bei 1%, während im Bereich von 10 Hz bis 5 kHz immerhin noch Werte von besser als –3dB erreicht werden.

Das Prinzip der Wandler-schaltung ist eine Einweggleichrichtung der Eingangsspannung, bei der die Schwellenspannung der Diode mittels der OP-Schaltung auf einige μV reduziert wird. Eine vereinfachte Darstellung der Schaltung ist Bild 1 zu entnehmen. Die in der Schaltung eingebauten, hier aber nicht eingezeichneten Bauteile, dienen zur Linearisierung der Schaltung und zur Verhinderung von Eigenschwingungen. Die teilweise gleichgerichtete Eingangsspannung U_E lädt den Kondensator C auf, dessen Spannung dann dem Meßeingang von IC 1 zugeführt wird.

Hervorzuheben ist noch, daß die Stromaufnahme der Schaltung bei weit unter 1 mA liegt. Dies ist besonders auf den eingesetzten Operationsverstärker des Typs TL066 zurückzuführen.

Zum Nachbau

Aufgrund der besonderen Hochohmigkeit ist beim Aufbau besonderer Wert auf sorgfältige Lötungen und Sauberkeit zu legen, um Kriechströme zu vermeiden. Ansonsten gibt es keine besonders hervorzuhebende Punkte zu beachten. Um eine gute Genauigkeit von 1% zu erreichen, ist es jedoch

unbedingt erforderlich, sämtliche eingesetzten Widerstände als 1%ige Metallfilm-Widerstände auszuführen. Die Genauigkeit der Kondensatoren spielt hingegen eine untergeordnete Rolle, obwohl auch hier, abgesehen von den Elektrolytkondensatoren, 10% Toleranz nicht überschritten werden sollte.

Anschluß und Einsatz des Meßgleichrichters

Die Versorgungsspannung des Meßgleichrichters wird zwischen die Platinenanschlußpunkte a und b angelegt. Diese kann zwischen 8 und 15 V liegen. In diesem Zusammenhang ist besonders darauf hinzuweisen, daß keine symmetrische Versorgungsspannung, d. h. nicht +8 V und –8 Volt, sondern nur 1 x 8 V erforderlich sind (z. B. wird der Pluspol einer 9 V Batterie an Punkt a und der Minuspol derselben Batterie an Punkt b angeschlossen).

Die Platinenanschlußpunkte d und f, die auf der Platine leitend miteinander verbunden sind, bewegen sich potentialmäßig zwischen der positiven und der negativen Versorgungsspannung, wobei immer ein Abstand von mindestens 3 V sowohl zur oberen als auch zur unteren Versorgungsspannung, gewahrt bleiben muß. Die tatsächliche potentialmäßige Lage dieses Massepunktes ist von dem jeweiligen nachgeschalteten Gleichspannungsmessgerät abhängig und ergibt sich automatisch durch

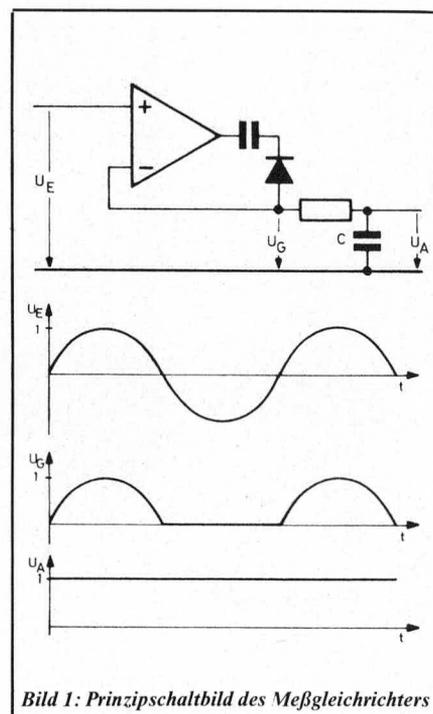


Bild 1: Prinzipschaltbild des Meßgleichrichters

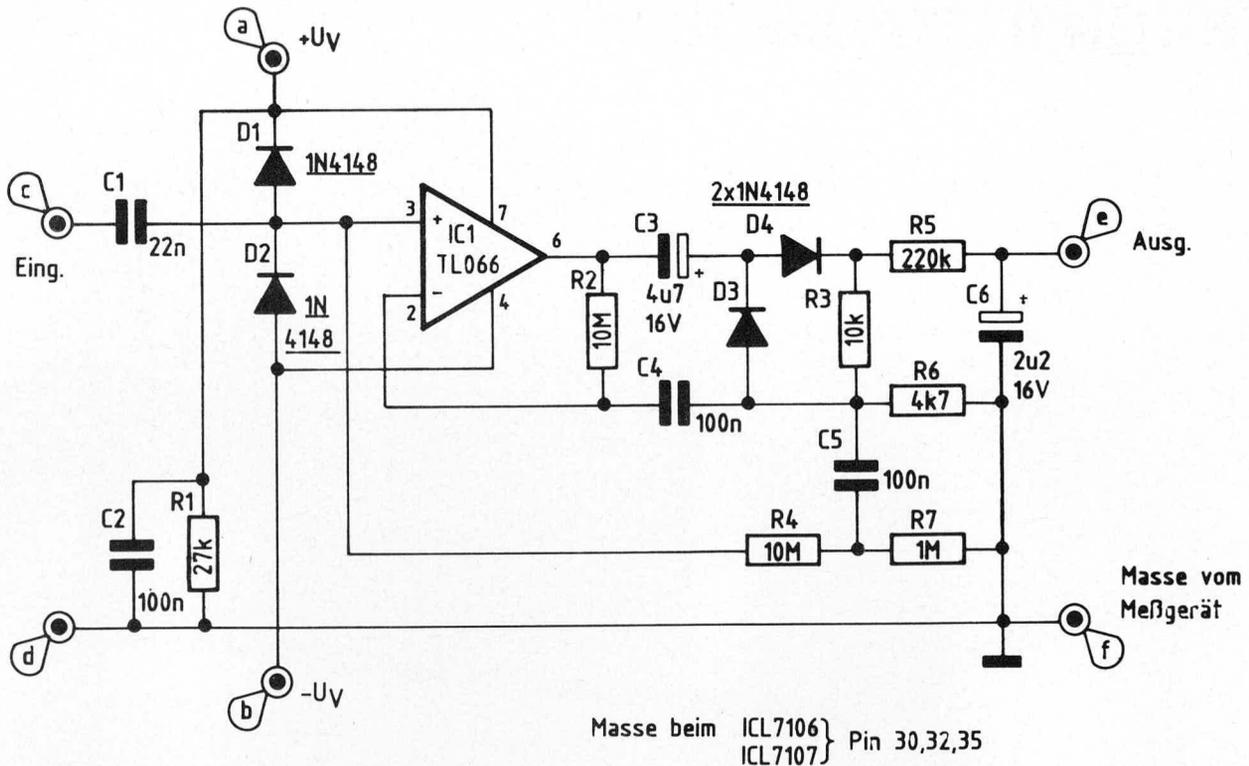


Bild 2: Schaltbild des Meßgleichrichters

Masse beim ICL7106 } Pin 30,32,35
 ICL7107 }
 bzw. ICL7106R Pin 6,9,11

den Anschluß des Platinenpunktes f an die eine Eingangsbuchse (und zwar diejenige Buchse, die mit der Meßgerätemasse verbunden ist).

In den meisten Fällen wird sich nun zwischen den Punkten a und f eine Spannung von ca. 2,8V einstellen (entspricht der internen Referenzspannung der IC's der Typen ICL 7106/07). Dies ist nicht zwingend notwendig und, wie bereits erwähnt, von dem jeweils angeschlossenen Gleichspannungsmeßgerät abhängig.

Die Eingangsspannung wird an die Platinenanschlußpunkte c und d (Masse) angelegt. Die Ausgangsgleichspannung, die dem Effektivwert der Sinuseingangsspannung entspricht, wird zwischen den Punkten e und f abgenommen, d. h. der Platinenpunkt e wird an die zweite Meßeingangsbuchse des angeschlossenen Gleichspannungsmeßgerätes angeklemt (nicht die Massebuchse).

Aufgrund der gewählten Schaltungstechnik ist ein Abgleich nicht erforderlich, so

daß der Meßgleichrichter direkt nach dem korrekten Aufbau seiner Bestimmung zugeführt werden kann.

Sofern ein hochohmiger Eingangsvorteiler dem Panelmeter und damit auch dem Meßgleichrichter vorgeschaltet wird, ist dieser, sofern auf einen etwas größeren Frequenzbereich Wert gelegt wird, die Frequenz zu kompensieren, und zwar in der Art, wie dies beim MM 31 aus unserer Ausgabe Nr. 17 im Schaltbild auf der Seite 47 vorgenommen wurde (C6/R24 sowie C7). Da diese Beschaltung jedoch sehr stark von den verwendeten Eingangswiderständen, dem ausgeführten Layout usw. abhängig ist, kann eine genaue Angabe hierüber nicht gemacht werden und ist ggf. experimentell zu ermitteln. Als grundsätzlichen Anhaltspunkt sei an dieser Stelle für Experten gesagt, daß die Zeitkonstante einer jeden Widerstands/Kondensatorkombination gleich sein muß. Beschränkt man sich jedoch auf Messungen im Bereich von 50 Hz, ist diese Frequenzkompensation normalerweise nicht erforderlich.

**Stückliste:
 Meßgleichrichter
 Halbleiter**

- IC 1..... TL 066
- D 1-D 4 1 N 4148

Kondensatoren

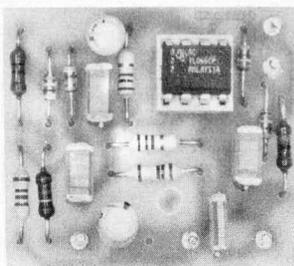
- C 1 22 nF
- C 2 100 nF
- C 3 4,7 µF/16 V
- C 4, C 5 100 nF
- C 6 2,2 µF/16 V

Widerstände

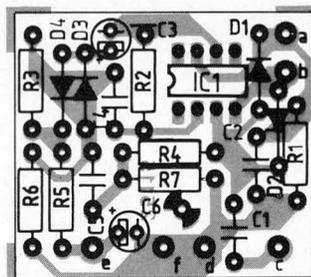
- R 1 27 kΩ
- R 2, R 4 10 MΩ
- R 3 10 kΩ
- R 5 220 kΩ
- R 6 4,7 kΩ
- R 7 1 MΩ

Sonstiges

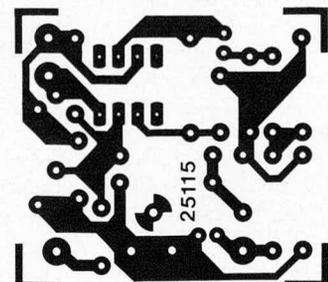
5 Lötstifte



Ansicht der fertig bestückten Platine des Meßgleichrichters



Bestückungsseite der Platine des Meßgleichrichters



Leiterbahnseite der Platine des Meßgleichrichters

Bildmustergenerator



Mit dieser zuverlässig arbeitenden und doch einfach aufzubauenden Schaltung können sowohl vertikale und horizontale Linien als auch ein Gittermuster auf dem Fernsehschirm erzeugt werden. Hierdurch wird es möglich, die Konvergenz und Bildlinearität zu überprüfen und nachzustellen.

Zur Schaltung

Im wesentlichen besteht die Schaltung aus fünf Oszillatoren:

1. HF-Oszillator zur Erzeugung der Trägerfrequenz (VHF Band III oder UHF Band IV/V). Dieser Oszillator ist mit dem Transistor T 2 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut. Er wird von den vier weiteren Oszillatoren, die im folgenden beschrieben sind, moduliert, und zwar je nach Stellung des Schalters S 2.
2. Horizontal-Oszillator mit einer Grundfrequenz von 15625 kHz. Dieser Oszillator dient der Synchronisation des Horizontal-Oszillators im Fernsehempfänger. Er ist mit den Gattern N 11 und N 12 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut und dient über das Gatter N 14 zur Synchronisation der weiteren drei, im folgenden beschriebenen, Oszillatoren.
3. Vertikal-Oszillator. Er ist für die Synchronisation des Vertikal-Oszillators des Fernsehgerätes erforderlich und ist mit den Gattern N 9 und N 10 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut. Eine Mischung der Horizontal- und Vertikalfrequenz geschieht mit Hilfe des Gatters N 14, dessen Ausgang, wie bereits vorstehend erwähnt, die unter den

Punkten 3 bis 5 beschriebenen Oszillatoren synchronisiert. Dies geschieht über Pin 8 des Gatters N 7 sowie über die Kondensatoren C 9 und C 10.

4. Oszillator zur Erzeugung der waagerechten (horizontalen) Linien. Dieser Oszillator ist mit den Gattern N 5 und N 6 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut.
5. Oszillator zur Erzeugung der senkrechten (vertikalen) Linien. Dieser Oszillator ist mit den Gattern N 7 und N 8 aufgebaut.

Die Modulation des unter Punkt 1 beschriebenen HF-Oszillators geschieht über den Kondensator C 17.

Je nach Stellung des Schalters S 2 wird entweder das Signal des Oszillators 4 nach Masse abgeleitet (Stellung „V“) oder aber in Stellung „H“ das Signal des Oszillators 5. In Mittelstellung des Schalters S 2 (Stellung „R“) gelangen beide Signale gemeinsam auf den HF-Oszillator, so daß ein Rasterlinienbild auf dem Fernsehschirm entsteht. Darüber hinaus stehen selbstverständlich auch die Frequenzen der Oszillatoren 2 und 3 zur Synchronisation (horizontal und vertikal) zur Verfügung.

Die Schaltung kann wahlweise aus dem Netz versorgt werden, wozu das eingebaute Netzteil dient. Es ist im wesentlichen mit

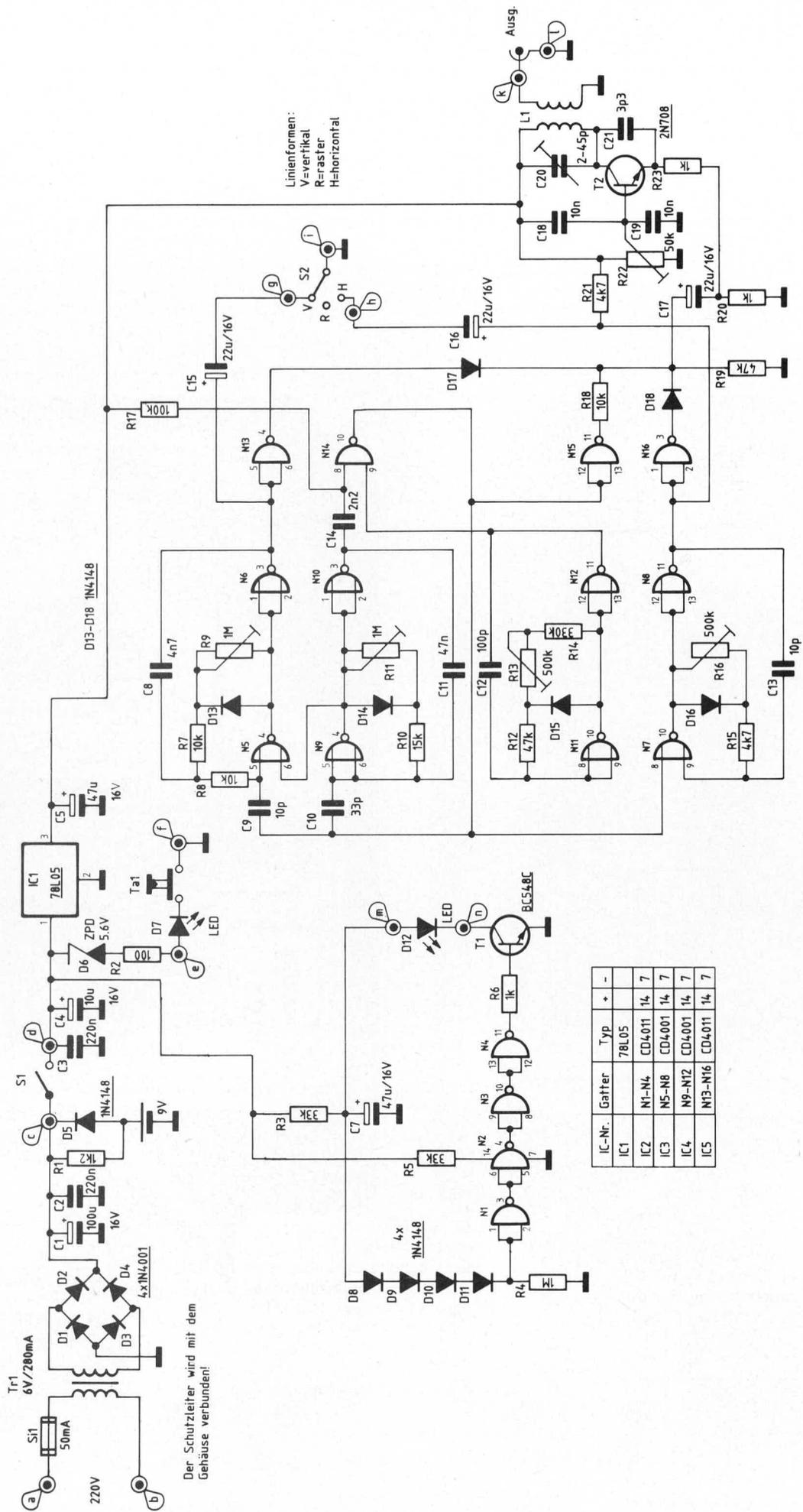
dem Transformator Tr 1, den Gleichrichterdiode D 1 bis D 4, den Kondensatoren C 1 bis C 5 sowie dem Spannungsstabilisator-IC 1 des Typs 78 L 05 aufgebaut.

Sobald der Schalter S 1 geschlossen wird, gelangt die über den Trafo heruntertransformierte, gleichgerichtete und gesieberte Spannung auf das Stabilisator-IC 1. Die am Ausgang (Pin 3) anstehenden 5 V dienen zur Versorgung des eigentlichen Bildmustergenerators.

Ist keine Netzspannung vorhanden und eine Batterie eingesetzt, fließt ein Strom über D 5 in das IC 1 und dient somit zur Versorgung der Schaltung.

Solange die Netzspannung zur Verfügung steht, wird über R 1 ein Strom in die 9 V-Batterie eingespeist, der zur Erhaltungsladung dient.

Damit das Gerät nicht unbeabsichtigt vom Netz getrennt wird, ohne daß eine Einschaltkontrolle vorhanden ist, haben wir eine Blinkdiodeschaltung mit geringem Stromverbrauch zusätzlich vorgesehen. Diese besteht im wesentlichen aus den Gattern N 1 bis N 4 mit Zusatzbeschaltung. Der Stromverbrauch dieser Schaltung liegt bei ca. 0,2 mA, wodurch im Batteriebetriebsfall eine nur unwesentliche zusätzliche Belastung der Batterie auftritt, ande-



Schaltbild des Bildmustergenerators

erseits jedoch eine gute Einschaltkontrolle vorhanden ist.

Über die Taste Ta 1, in Verbindung mit D 6, D 7 und R 2, kann eine Batteriekontrolle vorgenommen werden.

Zum Nachbau

Der Nachbau der Schaltung kann in gewohnter Weise vorgenommen werden, wobei zunächst alle passiven und dann alle aktiven Bauelemente einzulöten sind.

Bis auf die beiden Schalter und den Taster sowie die BNC-Ausgangsbuchse, finden sämtliche Bauelemente direkt auf der Platine Platz.

Abgleich und Inbetriebnahme

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, sollten Sie noch einmal eine sorgfältige Kontrolle durchführen. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf kalte Lötstellen, Leiterbahnunterbrechungen oder Lötzinnbrücken zu legen. Auch die Einbaulage von Elektrolytkondensatoren, Dioden und IC's ist sorgfältig zu beachten.

Nun bringen Sie bitte alle Trimmer (R 9, R 11, R 13, R 16, R 22) ungefähr in Mittelstellung.

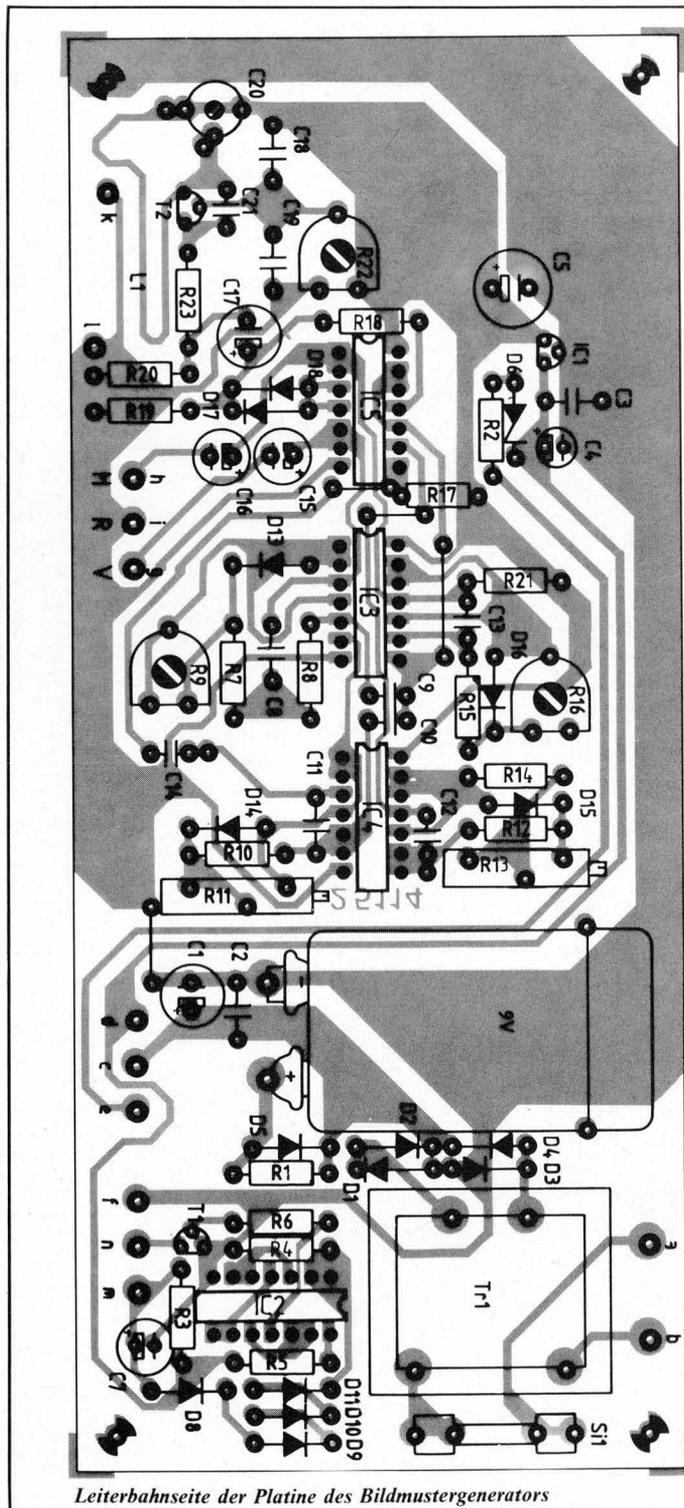
Nachdem Sie das Gerät eingeschaltet haben, suchen Sie mit dem Abstimmknopf die Trägerfrequenz Ihres Bildmustergenerators.

Mit den Trimmern R 11 (vertikal) und R 13 (horizontal) stellen Sie nun ein stehendes Bild ein.

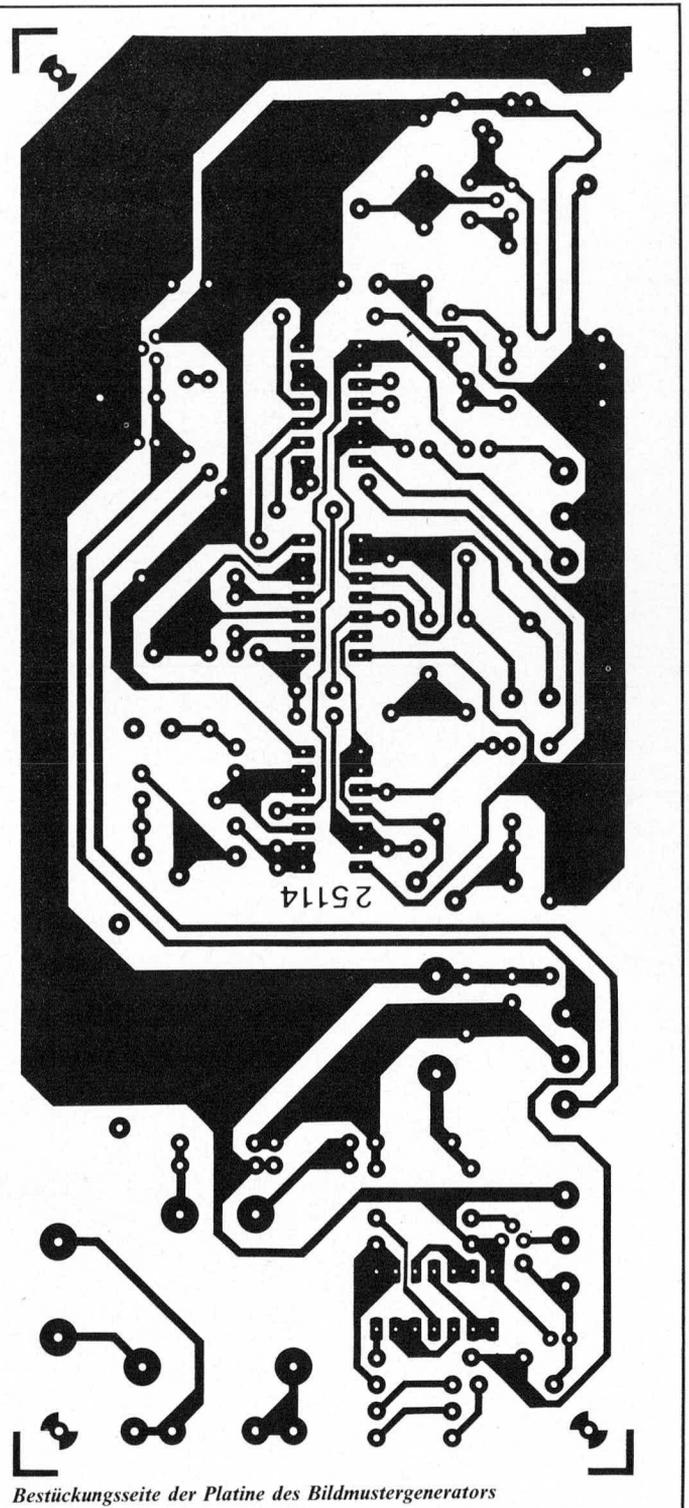
Mit R 9 und R 16 können Sie dann die Anzahl und den Abstand der Linien, die auf dem Bildschirm erscheinen, einstellen.

Der Trimmer R 22 dient zur Einstellung des Arbeitspunktes des im HF-Oszillator eingesetzten Transistors. Er ist so einzustellen, daß sich ein guter Kontrast und eine gute Schärfe der Linien auf dem Fernsehschirm ergibt.

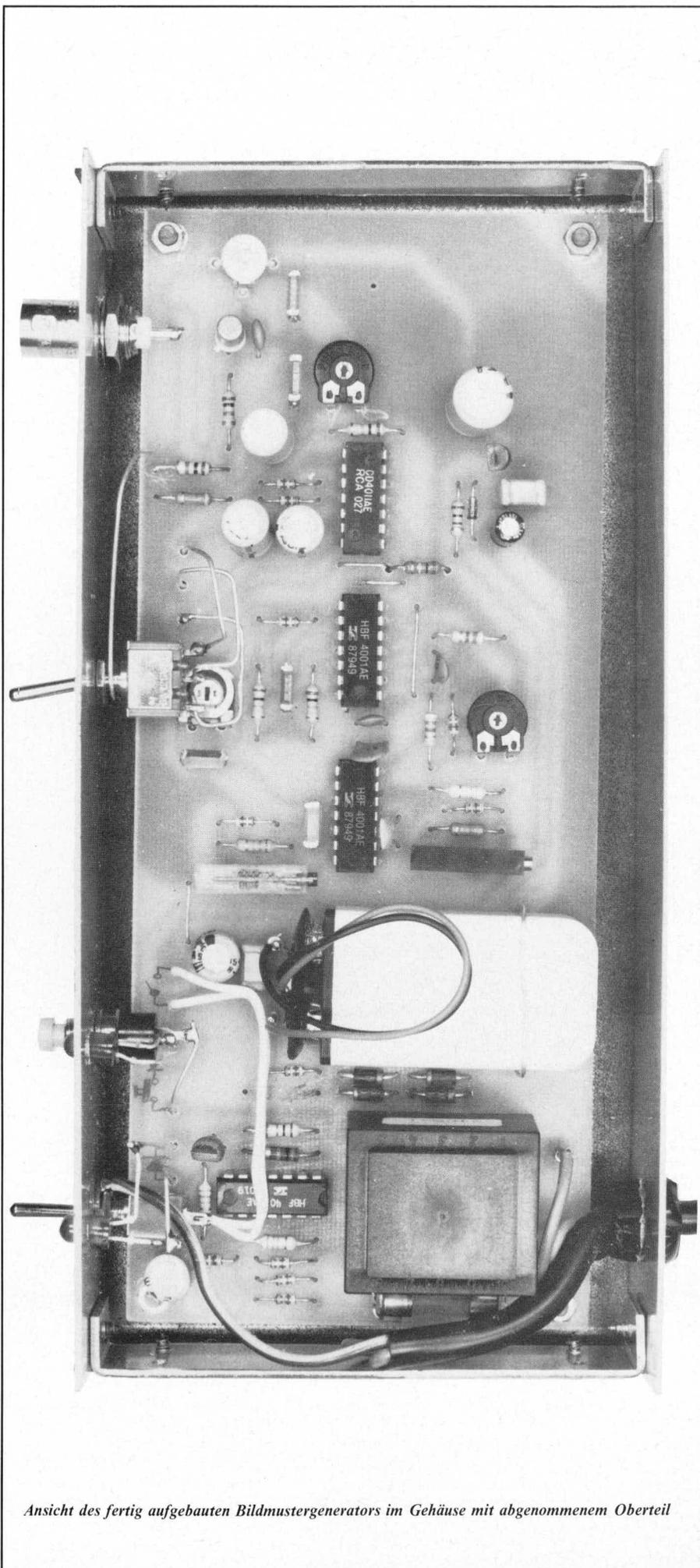
Nachdem die Schaltung einwandfrei arbeitet, sollte diese möglichst in ein Metallgehäuse, zur Vermeidung von Störstrahlung, eingebaut werden.



Leiterbahnseite der Platine des Bildmustergenerators



Bestückungsseite der Platine des Bildmustergenerators



Ansicht des fertig aufgebauten Bildmuster-generators im Gehäuse mit abgenommenem Oberteil

Stückliste:
Bildmuster-generator

Halbleiter

IC 1	78 L 05
IC 2, IC 5	CD 4011
IC 3, IC 4	CD 4001
T 1	BC 548
T 2	2 N 708
D 1-D 4	1 N 4001
D 5	1 N 4148
D 6	ZPD 5,6 V
D 7	LED, rot, 5 mm
D 8-D 11	1 N 4148
D 12	LED, rot, 5 mm
D 13-D 18	1 N 4148

Kondensatoren

C 1	100 μ F/16 V
C 2, C 3	220 nF
C 4	10 μ F/16 V
C 5, C 7	47 μ F/16 V
C 8	4,7 nF
C 9	10 pF
C 10	33 pF
C 11	47 nF
C 12	100 pF
C 13	10 pF
C 14	2,2 nF
C 15, C 16, C 17	22 μ F/16 V
C 18, C 19	10 nF
C 20	Trimmerkondensator 2-45 pF
C 21	3,3 pF

Widerstände

R 1	1,2 k Ω
R 2	100 Ω
R 3	33 k Ω
R 4	1 M Ω
R 5	33 k Ω
R 6	1 k Ω
R 7, R 8	10 k Ω
R 9	1 M Ω , Trimmer
R 10	15 k Ω
R 11	1 M Ω , Spindeltrimmer
R 12	47 k Ω
R 13	500 k Ω , Spindeltrimmer
R 14	330 k Ω
R 15	4,7 k Ω
R 16	500 k Ω , Trimmer
R 17	100 k Ω
R 18	10 k Ω
R 19	47 k Ω
R 20	1 k Ω
R 21	4,7 k Ω
R 22	50 k Ω , Trimmer
R 23	1 k Ω

Sonstiges

Tr 1	prim. 220 V/1,6 VA sek. 6 V/280 mA	
S 1	Kippschalter 1 x UM	
S 2	Kippschalter 1 x UM mit Mittelstellung	
Si 1	50 mA 1 Platinensicherungshalter	
	1 Taster	1 x Ein
	1 Batterieclips	
	15 Lötstifte	