

ELV *journal*

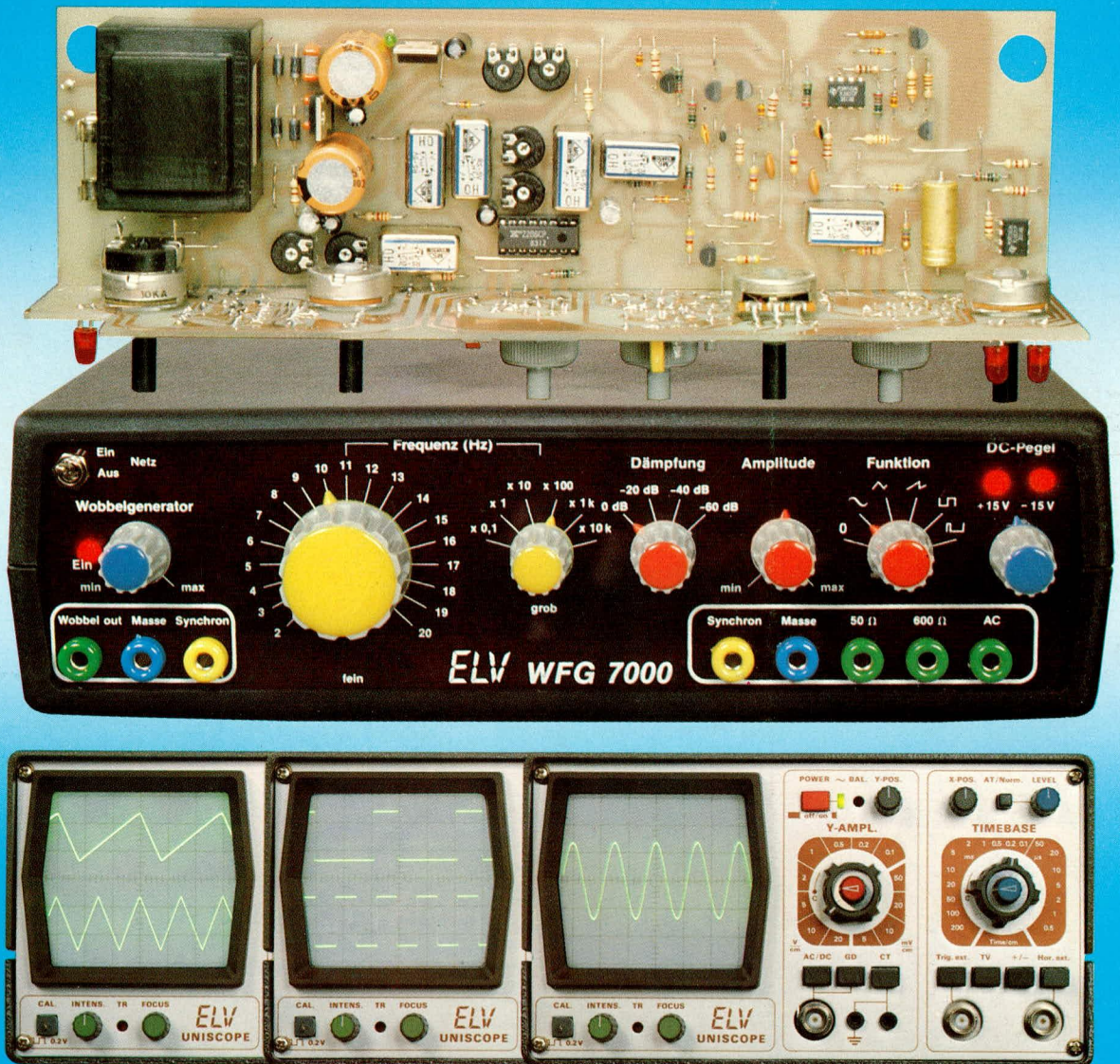
Nr. 27

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

Neu aus der ELV-Serie 7000 in dieser Ausgabe: Wobbel- und Funktionsgenerator WFG 7000



In dieser Ausgabe:

ELV-Serie 7000:

Wobbel-Funktions-Generator WFG 7000

Leistungs-Netzgerät LNT 7000, 0-20 V/0-5 A

ELV-Serie Amateurfunk:

Digitale elektronische Speichertaste DST 12

Akku-Reststrommelder

„FET“-Multimeter

Quarzstroboskop für Plattenspieler

Temperatur-Meßvorsatz für Multimeter

Mit
Platinenfolien

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

„FET“-Multimeter



Wie sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln und geringem Bauteileaufwand ein wirklich komfortables FET-Multimeter aufbauen läßt, zeigt die hier vorgestellte Schaltung. Gleich- und Wechselspannungen sowie Gleich- und Wechselströme können in 44 Meßbereichen, die in Tabelle 1 näher aufgeführt sind, angezeigt werden.

Hier die herausragenden Daten in Kurzform:

- 44 Meßbereiche
- 10 M Ω Eingangswiderstand
- voll elektronische Umschaltung von Gleich- auf Wechselspannung bzw. -strom

Allgemeines

Die wesentlichen Daten der hier vorgestellten Schaltung eines FET-Multimeters wurden bereits im Vorwort bzw. in Tabelle I aufgeführt — beeindruckend, um so mehr schaut man sich die mit verhältnismäßig wenig Bauteilen aufgebaute Schaltung an.

Mit zwei Drehschaltern werden die Spannungs- bzw. Strombereiche dekadisch (0,1 – 1 – 10 – usw.) umgeschaltet, während mit einem zusätzlichen Kippschalter die Anzeige verdreifacht wird, d. h., daß sich der Meßbereichsendwert um den Faktor 3 reduziert (z. B. anstelle von 1 A dann 0,3 A). Hierdurch wird bei Zeigerinstrumenten eine bessere Ablesbarkeit erreicht, da der Meßbereich immer so gewählt werden kann, daß sich der Zeiger immer in den letzten $\frac{2}{3}$ der Skala befindet.

Der Nullpunkt wird mit Hilfe eines entsprechenden Potis einjustiert. In den Spannungsmeßbereichen ist es empfehlenswert, aufgrund des hohen Eingangswiderstandes die Eingangsbuchsen vorher kurzzuschließen.

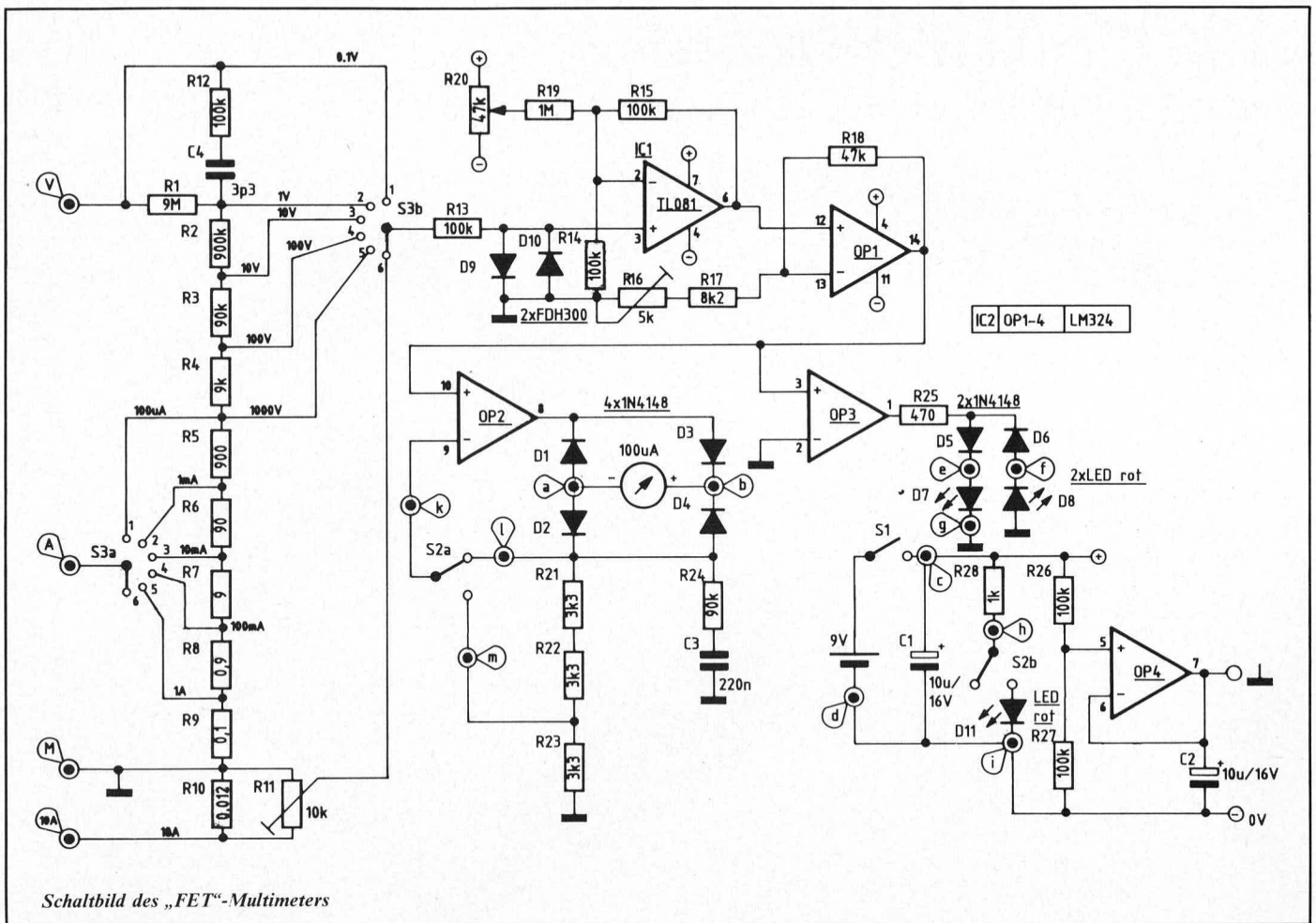
Eine Polaritätsanzeige erfolgt mittels zweier Leuchtdioden. Ein Umstecken von Eingangsklemmen kann daher entfallen.

Ebenso ist es nicht erforderlich, eine Umschaltung von Gleich- auf Wechselspannungen bzw. -ströme vorzunehmen, da dies mit Hilfe einer ebenso einfachen wie eleganten schaltungstechnischen Lösung voll elektronisch realisiert wurde.

Zur Schaltung

Einen wesentlichen Bestandteil dieser Schaltung stellt die Meßwiderstands-Eingangsteilerkette, bestehend aus den Wi-

Tabelle 1	
Meßbereichsendwerte	
Gleich- u. Wechselspannungen	Gleich- u. Wechselströme
30 mV	30 μ A
100 mV	100 μ A
300 mV	300 μ A
1 V	1 mA
3 V	3 mA
10 V	10 mA
30 V	30 mA
100 V	100 mA
300 V	300 mA
1000 V	1 A
	3 A
	10 A



Schaltbild des „FET“-Multimeters

derständen R 1 bis R 9 dar, wobei R 10 und R 11 einen 10 A-Meßbereich realisieren.

Mit dem Drehschalter S 3 wird der jeweilige Meßbereich in dekadischen Schritten gewählt, wobei mit S 3b die Spannungen und mit S 3a die Ströme umgeschaltet werden. Damit der Drehschalter nicht für 10 A-Ströme ausgelegt zu werden braucht, wird in diesem Bereich die Meßbuchse umgesteckt.

Am Mittelabgriff von S 3b liegt nun die entsprechende Meßspannung an. Sie wird über den Schutz-Vorwiderstand R 13 auf den nichtinvertierenden (+) Eingang (Pin 3) des IC 1 gegeben. Es handelt sich hierbei um einen extrem hochohmigen Eingang, wodurch sich die Bezeichnung FET-Multimeter rechtfertigt. Dieser Eingang wird durch die beiden hochsperrenden Schutzdioden D 9 und D 10 vor Überspannungen geschützt. Das IC 1 ist als nicht invertierender Verstärker mit dem Faktor 2 geschaltet, dessen Hauptaufgabe, wie bereits erwähnt, die Impedanzwandlung ist, d. h., der Eingang ist extrem hochohmig, während der Ausgang eine entsprechende Belastbarkeit aufweist. Hieran schließt sich der OP 1 mit einer Verstärkung von ca. 5fach an. Der Nullpunkt wird mit dem Poti R 20 in Verbindung mit R 19 eingestellt, während die gesamte Schaltung mit R 16 (Skalenfaktor) kalibriert wird.

Der nachfolgende OP 2 ist als Meßgleichrichter in Verbindung mit D 1 bis D 4 als Brückenschaltung geschaltet, in dessen Mitte sich das Meßwerk mit einem Vollauschlag von 100 µA befindet.

Mit Hilfe der Widerstände R 21 bis R 23 kann in Verbindung mit dem Schalter S 2a eine zusätzliche dreifache Verstärkung erreicht werden. Der Meßbereichs-Endwert wird um den Faktor 3 verkleinert, d. h., daß sich die Auflösung entsprechend vergrößert. S 2b zeigt die Umschaltung über D 11 an.

Die elektronische Umschaltung von AC auf DC geschieht mit Hilfe des Kondensators C 3, in Verbindung mit R 24. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Solange am Eingang des Multimeters eine Gleichspannung anliegt, fließt auch durch das Meßwerk ein entsprechender Gleichstrom — also auch durch R 21 bis R 23. Da C 3 für Gleichströme undurchlässig ist, hat R 24 praktisch keine Auswirkungen. Dies ändert sich, sobald Wechselspannungen verarbeitet werden.

Der Wert von C 3 ist nun so bemessen, daß bei Frequenzen von größer als 40 Hz dieser Kondensator praktisch einen Kurzschluß darstellt, so daß jetzt R 24 zu R 21 bis R 23 parallel geschaltet ist. Die Dimensionierung der Widerstände ist so ausgelegt, daß die Anzeige auf dem Meßwerk den korrekten Wert sowohl bei Gleichspannungen als auch bei sinusförmigen Wechselspannungen bzw. -strömen anzeigt. Die über C 3 bei Wechselspannungen bzw. -strömen erfolgende Parallelschaltung von R 24 zu R 21 bis R 23, ergibt sich aus den mathematischen Zusammenhängen von arithmetischen Mittelwerten zu Effektivwerten. Dies sei nur für die Experten unter unseren Lesern angemerkt, worauf jedoch an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden soll.

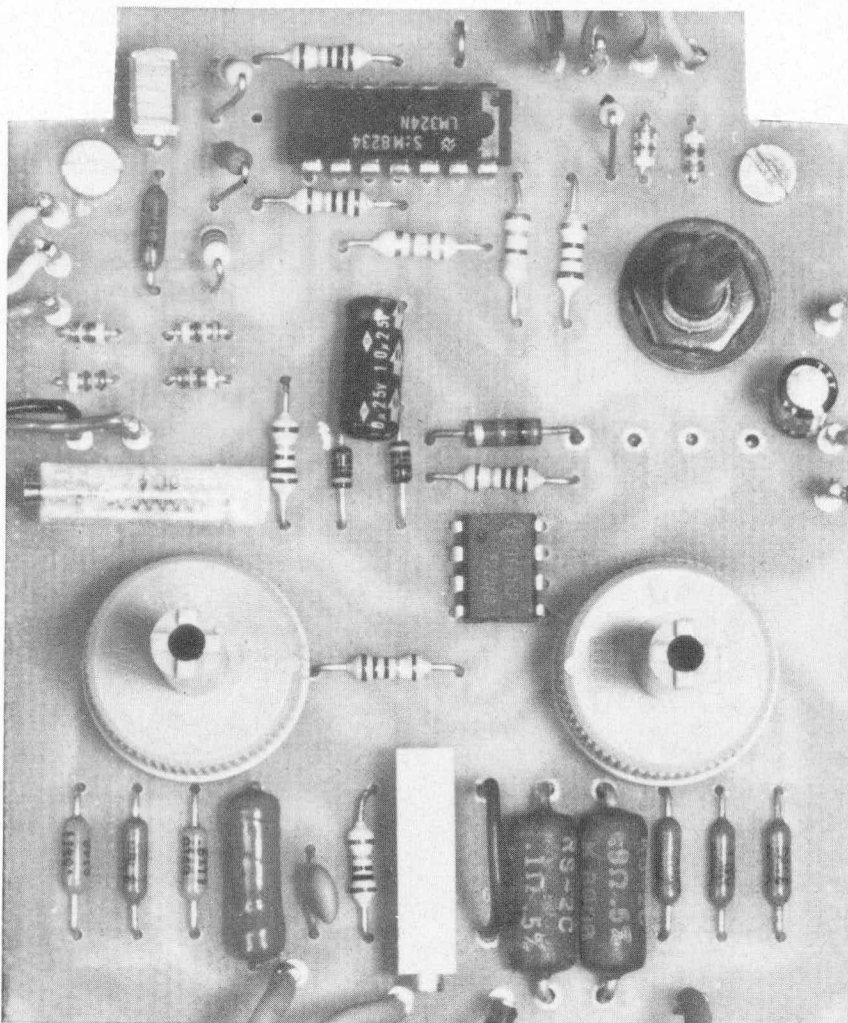
Die automatische Polaritätsanzeige erfolgt mit dem OP 3 in Verbindung mit D 7 und D 8. Liegt eine Wechselspannung an, leuchten beide LED's.

Eine Spannungsstabilisierung der Batterieversorgungsspannung ist nicht erforderlich, wohl aber ein Mittelpunkt, d. h., es wird eine Plus-/Minus-Versorgungsspannung benötigt. Damit der Spannungsmittelpunkt (bei ca. 4,5 V) möglichst verlustarm und präzise realisiert werden kann, ist hierzu OP 4 eingesetzt. Der in Verbindung mit R 26/R 27 und dem Pufferkondensator C 2 den genauen Versorgungsspannungsmittelpunkt erzeugt, der dann als Bezugspunkt (Schaltungsmasse) dient.

Zum Nachbau

Der Nachbau ist in gewohnter Weise durchzuführen. Es sind keine ungewöhnlichen Vorsichtsmaßnahmen zu beachten. Lediglich empfiehlt es sich, auf eine thermische Überhitzung der Halbleiter als auch der Meßwiderstände zu achten und diese sorgfältig zu vermeiden, da sich bei zu großer thermischer Belastung die Widerstandswerte unter Umständen geringfügig bleibend verändern können. Bei „normaler“ Lötweise besteht hier jedoch keine Gefahr.

Die Schaltung kann anschließend in ein passendes Gehäuse eingebaut werden, in dem zweckmäßigerweise auch das Meßwerk (100 µA) eingesetzt wird. Entsprechende Meßwerke sind in den einschlägigen Fachgeschäften überall erhältlich. Eine Skalen-scheibe läßt sich ebenfalls ohne großen Aufwand leicht selbst herstellen.



Ansicht der fertig bestückten Platine des „FET“-Multimeters

Stückliste FET Multimeter Halbleiter

IC1	TL 081
IC2	LM 324
D1-D6	1N4148
D9, D10	FDH 300
D7, D8, D11	LED, rot, 5 mm

Meßwiderstände 0,5%

R1	9 M Ω
R2	900 k Ω
R3	90 k Ω
R4	9 k Ω
R5	900 Ω
R6	90 Ω
R7	9 Ω
R8	0,9 Ω
R9	0,1 Ω
R10	0,012 Ω Widerstandsdraht

Widerstände

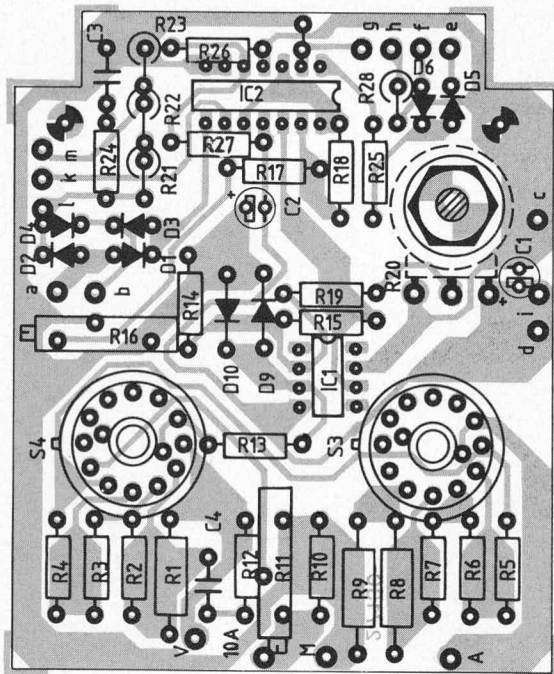
R11	10 k Ω Spindeltrimmer
R12-R15	100 k Ω
R16	5 k Ω Spindeltrimmer
R17	8,2 k Ω
R18	47 k Ω
R19	1 M Ω
R20	47 k Ω , Poti, lin, 4 mm Achse
R21-R23	3,3 k Ω
R24	90 k Ω
R25	470 Ω
R26, R27	100 k Ω
R28	1 k Ω

Kondensatoren

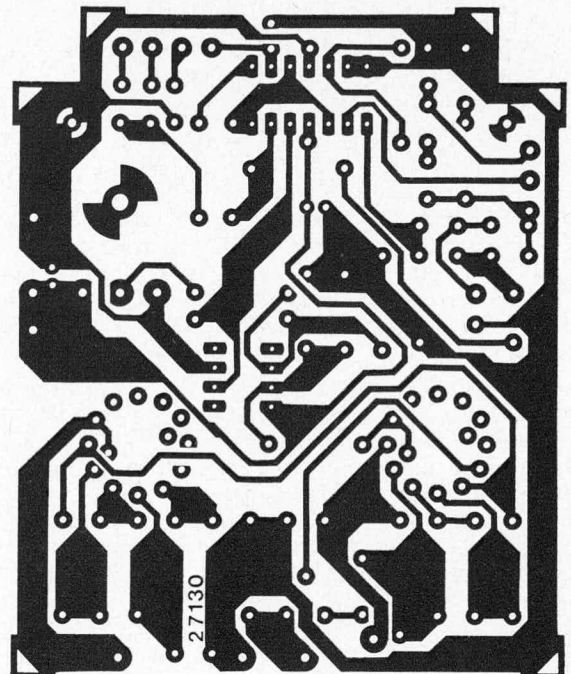
C1, C2	10 μ F/16 V
C3	220 nF
C4	3,3 pF

Sonstiges

- 2 Präzisionsschalter ITT 6.2.S
- 1 Meßwerk 100 μ A
- 1 9 V-Batterieclip
- 16 Lötstifte
- 4 Bananensteckerbuchsen
- 1 Kippschalter 1 x UM
- 1 Kippschalter 2 x UM
- 4 Distanzröllchen 20 mm

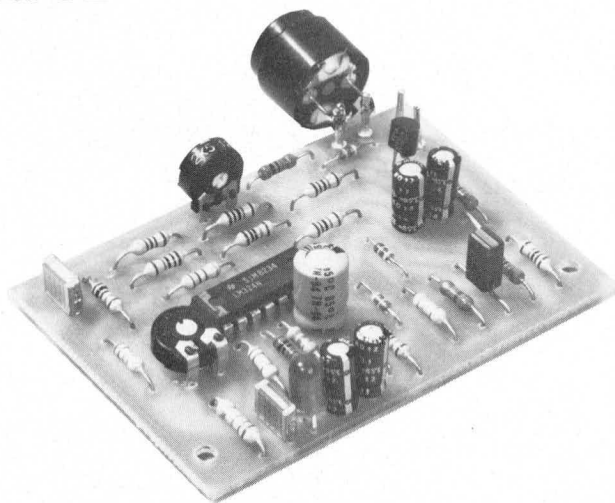


Bestückungsseite der Platine des „FET“-Multimeters



Leiterbahnseite der Platine des „FET“-Multimeters

Akku-Reststrom-Melder



Für die sehr zahlreichen Modellbauer unter unseren Lesern haben wir eine komfortable und doch einfache Schaltung entwickelt, die ihren Einsatz bevorzugt in Schiffsmodellen findet.

Sobald die Akkukapazität für die Antriebsaggregate sich dem Ende nähert, wird rechtzeitig ein Warnsignal abgegeben, damit das Modellschiff noch den Weg in den „Heimathafen“ findet.

Zur Schaltung

So kompliziert die Schaltung auf den ersten Blick auch aussehen mag, so einfach ist sie dennoch, schaut man sie sich einmal näher an. Besonders der praktische Aufbau ist leicht auszuführen, da die vier Operationsverstärker in einem preiswerten IC des Typs LM 324 enthalten sind. Da auch die übrigen verwendeten Bauelemente keinen nennenswerten Kostenfaktor darstellen, ist der Nachbau besonders einfach durchzuführen, wobei auch Newcomer sich durchaus an diese Schaltung heranwagen können.

Mit R 1/D 1 wird eine stabilisierte, von der Versorgungsspannung unabhängige, Referenzspannung von ca. 1,3 V erzeugt, die mittels C 2 gepuffert ist. Diese Spannung gelangt über R 2 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 1, in dessen Rückkopplungszweig R 6 für eine gewisse Hysterese sorgt.

Die vom Akku kommende zu überprüfende Batteriespannung gelangt über die Spannungsteilerkette R 3 bis R 5 auf den invertierenden (-) Eingang des OP 1, wobei auch hier C 3 zur Pufferung und Störunterdrückung dient.

Solange die Akku-Spannung einen hinreichend großen Wert aufweist, befindet sich der invertierende Eingang auf höherem Spannungspotential als der nicht invertierende Eingang, wodurch der Ausgang des OP 1 „low“-Potential führt. Sobald die zu überprüfende Akku-Spannung, die auch gleichzeitig die Schaltung des Akku-Reststrommelders versorgt, einen so niedrigen Wert aufweist (ca. 5 V), daß sich daraus entnehmen läßt, daß die Akku-Kapazität sich dem Ende neigt, andererseits jedoch noch eine gewisse Reserve vorhanden ist, sinkt das Spannungspotential am invertierenden Eingang von OP 1 unter das Potential, das

am nicht invertierenden Eingang anliegt und der Ausgang des OP 1 springt auf „high“, d. h., am Ausgang des OP 1 liegt jetzt eine Spannung von ca. 5 V an.

Über R 7 gelangt diese Information auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2, der als Rechteck-Oszillator beschaltet ist. Auch die beiden übrigen Operationsverstärker OP 3 und OP 4 sind als Rechteck-Oszillatoren beschaltet, jedoch mit einer anderen Frequenz. OP 2 unterscheidet sich jetzt noch darin, daß das Tastverhältnis deutlich von 1:1 abweicht. Der Ausgang befindet sich für ca. 10 Sekunden auf „high“, während er für rund 1 Minute auf „low“ Potential bleibt. Von dem mit OP 2 aufgebauten Oszillator, der also mit einer Frequenz von ca. 0,02 Hz schwingt, wird der nachfolgende Oszillator — aufgebaut mit OP 3 und Zusatzbeschaltung — für jeweils 10 Sekunden freigegeben, der wiederum mit ca. 2 Hz schwingt und den mit OP 4 aufgebauten Oszillator mit entsprechender Frequenz ansteuert, an dessen Ausgang ca. 2 kHz anliegen. Über T 1 wird dieses intermittierende Signal gepuffert und dem Sound-Transducer zugeführt, der einen entsprechenden Ton von 2 kHz abgibt.

Nachfolgend soll zum besseren Verständnis die Funktionsweise des Akku-Reststrom-Melders noch einmal in Kurzform dargestellt werden:

Sobald die Akku-Spannung zu geringe Werte annimmt, gibt OP 1 den mit OP 2 aufgebauten Oszillator frei, der wiederum für jeweils 10 Sekunden mit einer dazwischenliegenden Pause von jeweils 1 Minute den mit OP 3 aufgebauten Oszillator freigibt. Jeweils während der 10 Sekunden andauernden Freigabezeit steuert OP 3 den 2 kHz Oszillator mit einer Frequenz von ca. 2 Hz an, so daß über T 1 dem Sound-Trans-

ducer, jeweils 10 Sekunden lang ein mit 2 Hz intermittierendes 2 kHz Signal angeboten wird. Nach Ablauf von 10 Sekunden tritt eine ca. 1-minütige Pause ein. Weist hingegen die Akku-Spannung hinreichend große Werte auf, bleibt der Sound-Transducer selbstverständlich stumm.

Die Vorteile eines Sound-Transducer gegenüber einem „normalen“ Summer liegen zum einen in der verhältnismäßig großen Lautstärke bei geringer Stromaufnahme und zum anderen in der weitgehenden Unempfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse.

Zum Nachbau

Der Nachbau ist auch, wie vorstehend bereits angesprochen, für Newcomer ohne nennenswerte Probleme durchführbar.

Die Bauteile sind lt. Bestückungsplan in gewohnter Weise einzulöten, wobei wir darauf geachtet haben, daß keine besonders empfindlichen Bauteile Einsatz fanden. Je nachdem, wo die Schaltung später plaziert werden soll, ist ggf. ein Schutz vor Spritzwasser o. ä. vorzusehen, so daß der Einbau in ein möglichst wasserdichtes Gehäuse ratsam erscheint. Dies ist jedoch von dem jeweiligen Anwendungsfall und Einbau abhängig und daher von jedem Modellbauer selbst zu entscheiden.

Abgleich

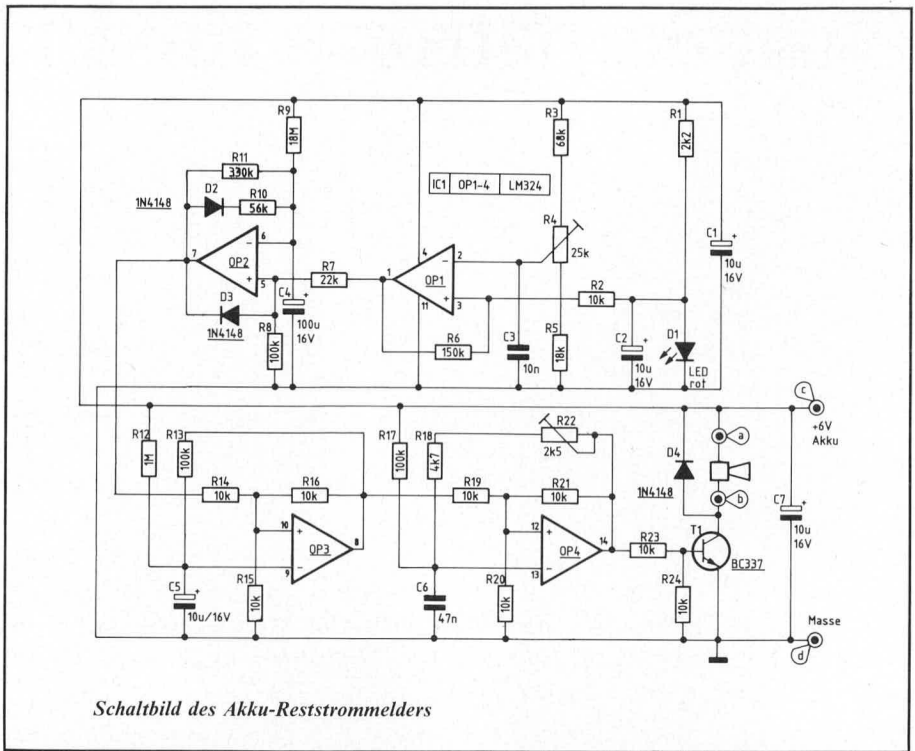
Den Abgleich nimmt man am besten mit einem regelbaren Netzgerät vor, zu dem parallel ein Spannungsmesser geschaltet wird.

Zweckmäßigerweise bringt man den Trimmer R 4 zunächst an den rechten Anschlag (im Uhrzeigersinn gedreht) und stellt die Versorgungsspannung des Akku-Reststrom-Melders, die auch gleichzeitig die zu überwachende Spannung darstellt, so ein, daß der Sound-Transducer kein Signal ab-

gibt (ca. 8–10 V — wobei auch Spannungen von 15 V der Schaltung keinen Schaden zufügen). Jetzt wird die Versorgungsspannung langsam heruntergedreht und zwar auf einen Wert, der bei dem späteren Einsatzfall der Schaltung einer Akku-Restkapazität von ca. 10 % entspricht. Diese Spannung wird bei ca. 5 V liegen, ist jedoch von verschiedenen Faktoren abhängig, so daß an dieser Stelle kein exakter Wert angegeben werden kann. Zum einen spielt der Innenwiderstand der verwendeten Akkus eine nennenswerte Rolle und zum anderen die Belastung, d. h., die Ströme, die die Antriebsaggregate ziehen. Darüber hinaus spielen auch individuelle Akku-Eigenschaften sowie die Umgebungstemperatur und das Alter des Akkus eine gewisse Rolle. Die exakte Einstellung von R 4 ist daher im späteren praktischen Einsatz ggf. noch geringfügig zu korrigieren. Nachdem nun also das Netzgerät auf eine Spannung von ca. 5 V gebracht wurde, wird R 4 so weit verdreht, daß der Sound-Transducer ein Signal abgibt, wobei das Verdrehen von R 4 besonders gefühlvoll und langsam erfolgen sollte. Wird jetzt die Spannung des Netzgerätes wieder heraufgedreht, so müßte bei einwandfreier Funktion der Schaltung der Sound-Transducer bei einer Versorgungsspannung von über 6,2 bis 6,5 V verstummen.

Durch die mit R 6 herbeigeführte Hysterese ist es erforderlich, R 4 so einzustellen, daß zunächst kein Ausgangssignal abgegeben wird, wenn die Schaltung mit dem Ansprechwert von ca. 5 V versorgt wird. D. h., R 4 befindet sich zu Beginn des Einstellvorgangs am rechten Anschlag (im Uhrzeigersinn gedreht) und wird dann langsam so weit verdreht, daß bei ca. 5 V Versorgungs- und Überwachungsspannung der Sound-Transducer ein Signal abgibt.

Zuletzt wird mit R 22 die Oszillatorfrequenz zur Ansteuerung des Sound-Transducer so eingestellt, daß dieser seine größte Lautstärke erreicht (Resonanzfrequenz).



Schaltbild des Akku-Reststrommelters

Stückliste Akku-Reststrommelder

Halbleiter

- IC1 LM 324
- T1 BC 337
- D1 LED, rot, 5 mm
- D2–D4 1N4148

Widerstände

- R1 2,2 kΩ
- R2 10 kΩ
- R3 68 kΩ
- R4 25 kΩ, Trimmer
- R5 18 kΩ
- R6 150 kΩ
- R7 22 kΩ
- R8 100 kΩ
- R9 18 MΩ
- R10 56 kΩ
- R11 330 kΩ

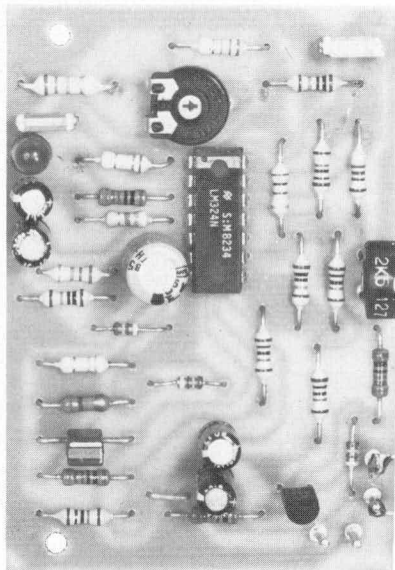
- R12 1 MΩ
- R13 100 kΩ
- R14–R16 10 kΩ
- R17 100 kΩ
- R18 4,7 kΩ
- R19–R21, R23, R24 10 kΩ
- R22 2,5 kΩ, Trimmer

Kondensatoren

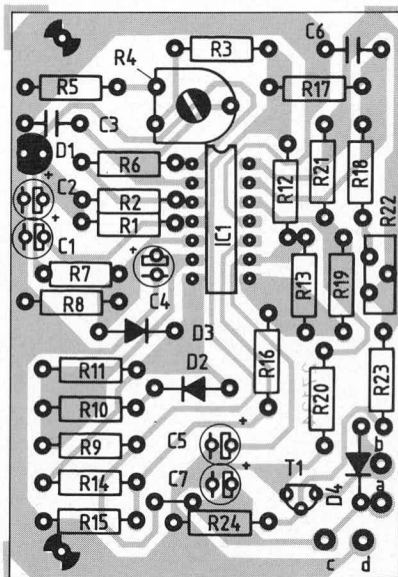
- C1, C2, C5, C7 10 µF/16 V
- C3 10 nF
- C4 100 µF/16 V
- C6 47 nF

Sonstiges

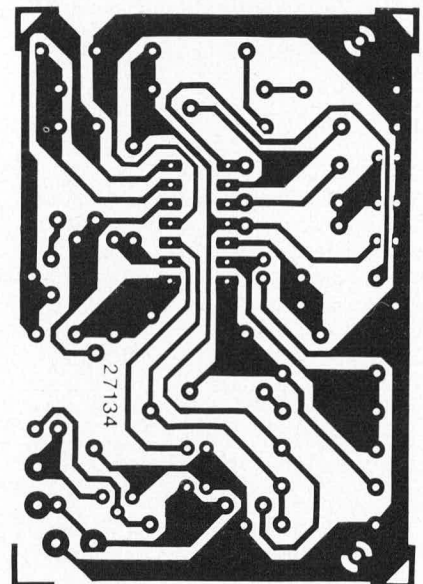
- 1 Sound-Transducer
- 4 Lötstifte



Ansicht der fertig bestückten Platine des Akku-Reststrommelters



Bestückungsseite der Platine des Akku-Reststrommelters



Leiterbahnseite der Platine des Akku-Reststrommelters

Quarzstroboskop für Plattenspieler



Mit der hier vorgestellten leicht nachzubauenden Schaltung kann die Drehzahl eines Plattenspielers quazgenau überprüft und eingestellt werden. Ein besonderer Vorteil dieser im ELV-Labor entwickelten Schaltung liegt in dem Tastverhältnis von ca. 3 : 1, wodurch sich eine besonders „scharfe Abbildung“ auf der Stroboskopscheibe ergibt.

Allgemeines

Die bekannteste und auch einfachste Möglichkeit die Drehzahl eines Plattenspielers zu überprüfen, ist die Verwendung einer Stroboskopscheibe, die mit einer mit 50 Hz Netzwechselfrequenz betriebenen Glühlampe angestrahlt wird.

Da sich die Leuchtstärke der Glühlampe, für das Auge nicht wahrnehmbar, im Rhythmus der Netzwechselfrequenz ändert, kommt auf der Stroboskopscheibe ein scheinbar stehendes Bild zustande. Diese Abbildung ist aufgrund der Trägheit des Glühfadens verhältnismäßig unscharf. Nimmt man hingegen das Licht einer Leuchtstofflampe oder Glimmlampe, so ist der Stroboskopeffekt schon wesentlich ausgeprägter, d. h., die Abbildung wird schärfer.

Vorstehend beschriebenen Möglichkeiten ist jedoch der Nachteil der Schwankungen der Netzfrequenz gemeinsam. Über einen langen Zeitraum ist das Netz zwar sehr frequenzkonstant, kurzzeitig jedoch können größere Schwankungen auftreten.

Hochwertige Plattenspieler laufen vielfach konstanter als die Netzfrequenz und sind deshalb nicht nach der altbekannten Stroboskopmethode auf exakte Drehzahl einregulierbar.

Eine Lichtquelle für Stroboskopscheiben nach der hier vorgestellten Schaltung hat diese Nachteile nicht, da zur Ansteuerung ein hochfrequenzstabiler Quarzgenerator verwendet wird. Als Lichtquelle dienen Leuchtdioden, die impulsartig angesteuert werden, und zwar mit einem Tastverhältnis von ca. 3 : 1, d. h., daß die Pausenzeiten, in denen die Leuchtdioden erloschen sind, dreimal größer als die Leuchtzeiten sind. Auf diese Weise kommt ein besonders „scharfes“ Bild auf der Stroboskopscheibe zustande.

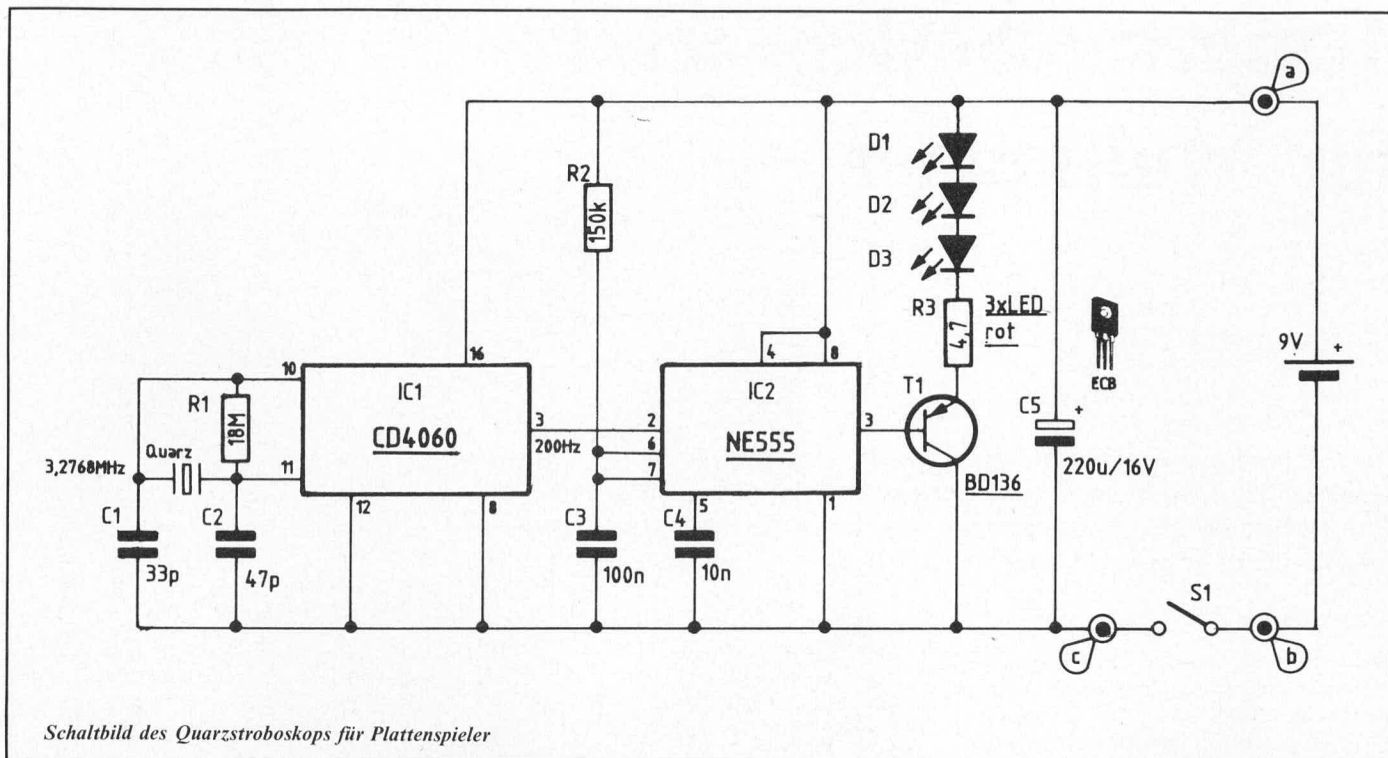
Ein weiterer Vorteil der Schaltung liegt darin, daß sie vollkommen ohne Abgleich aufgebaut werden kann.

Die Anwendung der Schaltung erfolgt derart, daß mit den Leuchtdioden die Strobo-

scheibe angestrahlt wird. Mit dem Drehzahleinstellknopf am Plattenspieler ist nun die Drehzahl so einzustellen, daß die auf der Stroboskopscheibe entstehende Abbildung nicht mehr „wandert“. Bewegt sich die Abbildung im Uhrzeigersinn, ist die Drehzahl zu hoch, während im umgekehrten Fall die Drehzahl zu niedrig ist.

Zur Schaltung

Hauptbestandteile der Schaltung des Quarzstroboskops für Plattenspieler sind der Quarzoszillator, der auf einer Frequenz von 3,2768 MHz schwingt, mit einer nachgeschalteten Teilerkette, die die Oszillatorfrequenz durch $2^{14} = 16384$ dividiert. Diese beiden Schaltungsteile sind im IC 1 des Typs CD 4060 enthalten, an dessen Ausgang (Pin 3) eine Frequenz von 200 Hz ansteht, die das nachgeschaltete Mono-Flop ansteuert. Dieses Mono-Flop wird mit Hilfe des IC 2 des Typs NE 555 aufgebaut und über den Trigger-Eingang (Pin 2) getaktet. R 2/C 3 legen hierbei die Monozeit fest,



Schaltbild des Quarzstroboskops für Plattenspieler

während C4 der Störunterdrückung dient. Die Zeitkonstante von R2/C3 ist so gewählt, daß auch aufgrund von Bauteilestreuungen ein Tastverhältnis von ca. 3:1 gewährleistet ist.

Die im IC2 des Typs NE 555 enthaltene Endstufe arbeitet direkt auf die Basis des als Emitterfolger geschalteten Transistors T1, der wiederum die drei roten LED's über den Vorwiderstand R3 ansteuert. C5 dient in diesem Zusammenhang der Pufferung.

Zum Nachbau

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 er vorsichtig zu zerlegen, so daß lediglich die kleine Trägerplatte mit den beiden Clips übrig bleibt. Diese können dann direkt senkrecht an die Leiterplatte

angelötet werden. Die Batterie ist bei ihrem Anschluß dann starr mit der Platine verbunden.

Damit die Schaltung möglichst komfortabel als Quarzstroboskop für Plattenspieler eingesetzt werden kann, haben wir das Platinenlayout so ausgeführt, daß die Leiterplatte in ein Kunststoffrohr mit ca. 35 mm Innendurchmesser eingebaut werden kann. Der Aufbau ist dadurch etwas gedrängt vorgenommen worden. Beim Lötten ist besondere Sorgfalt anzuwenden, damit keine Lötzinnbrücken entstehen.

Für die Abdeckung der Front- und Rückseite kann man z. B. aus Leiterplattenmaterial entsprechende Scheiben mit der Laubsäge aussägen, wobei an der Frontseite drei 5 mm Bohrungen für die Leuchtdioden anzubringen sind. In der rückseitigen Abdeckung ist eine Bohrung von ca. 6,5 mm für den Kippschalter vorzusehen.

Stückliste

Quarzstroboskop für Plattenspieler

Halbleiter	
IC 1	CD 4060
IC 2	NE 555
T1	BD 136
D1-D3	Leuchtdiode, rot, 5 mm

Widerstände

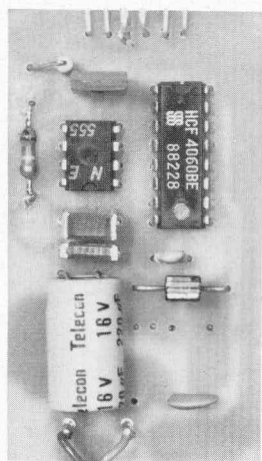
R1	18 M Ω
R2	150 k Ω
R3	4,7 Ω

Kondensatoren

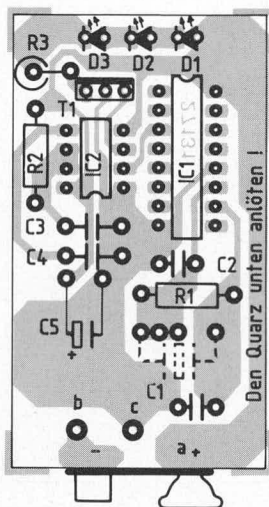
C1	33 pF
C2	47 pF
C3	100 nF
C4	10 nF
C5	220 μ F/16 V

Sonstiges

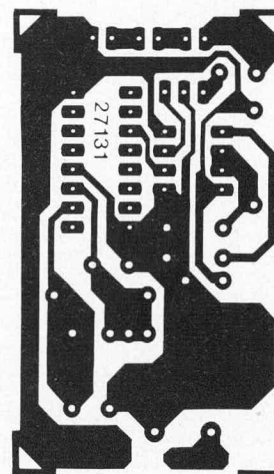
S1	Schalter 1 x um
1 Quarz	3,2678 MHz
3 Lötstifte	
1 9V Batterieclip	
1 Rohr	35 mm \varnothing 145 mm lang



Ansicht der fertig bestückten Platine des Quarzstroboskops für Plattenspieler

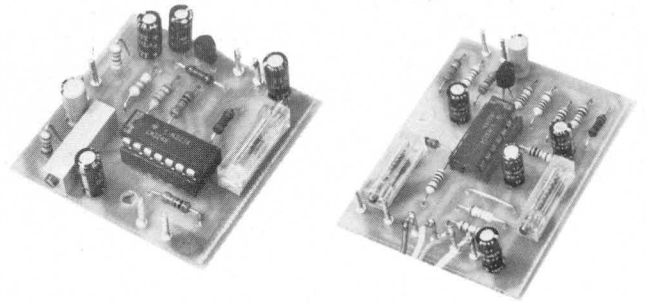


Bestückungsseite der Platine des Quarzstroboskops für Plattenspieler



Leiterbahnseite der Platine des Quarzstroboskops für Plattenspieler

Temperatur-Meßvorsatz für Multimeter



Um mit bereits vorhandenen Multimetern – digital oder analog – möglichst genaue Temperaturmessungen durchführen zu können, wurden im ELV-Labor zwei Zusatzschaltungen entwickelt, die eine genaue Temperaturmessung in weiten Bereichen zulassen.

Allgemeines

Ein elektronisches Temperaturmeßgerät besteht im einfachsten Fall aus einem Temperaturlaufnehmer (ggf. mit Linearisierungsschaltung) mit Konstant-Spannungs- bzw. Stromversorgung sowie einem Spannungsmesser, der sowohl digital als auch analog aufgebaut werden kann.

Begnügt man sich mit einem Temperaturmeßbereich von -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$, so läßt sich der Temperaturlaufnehmer mit Linearisierungsschaltung sehr preiswert aufbauen, und der Hauptkostenanteil entfällt auf den Spannungsmesser. Da dieser Spannungsmesser in den meisten Fällen in Form eines digitalen oder auch analogen Multimeters bereits vorhanden ist, haben wir zwei Zusatzschaltungen entwickelt, mit deren Hilfe jedes Multimeter, egal ob digital oder analog, zu einem Temperaturmeßgerät erweitert werden kann.

Es stehen zwei Schaltungen zur Verfügung:

1. Eine besonders preiswert nachzubauende Schaltung mit dem Temperaturlaufnehmer SAK 1000, die im Bereich von -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$ Messungen durchzuführen in der Lage ist.
2. Eine komfortablere Meßanordnung mit einem Meßfühler, der bereits in unserem beliebten T 500 (ELV journal Nr. 21) Anwendung fand. Dieser Temperaturlaufnehmer besteht aus einer Kombination eines Thermoelementes (Eisen/Konstantan) sowie einem zusätzlich in den Fühlergriffel integrierten Absoluttemperaturlaufnehmer des Typs SAS 1000. Dieser ist erforderlich, da Thermoelemente lediglich Temperaturdifferenzen zu messen in der Lage sind und die Absoluttemperatur daher separat gemessen werden muß. Dies findet jedoch ebenfalls im Temperaturmeßfühlergriffel statt. Mit Hilfe dieses Fühlergriffels können Temperaturen von -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$ gemessen werden.

Erste Schaltung

In Bild 1 ist die erste Schaltung eines Temperaturmeßvorsatzes für Multimeter für den Bereich von -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$ dargestellt.

Bei dem Meßwertaufnehmer des Typs SAK 1000 handelt es sich um einen Miniatur-Temperaturlaufnehmer, dessen Widerstandswert sich mit der Temperatur ändert. In Verbindung mit dem Linearisierungswiderstand R 1 und einer Konstant-Spannungs-Versorgung fällt über dem Meßwertaufnehmer (R 2) eine Spannung ab, die sich in weiten Bereichen linear mit der Temperatur ändert. Der OP 2 mit seiner Zusatzbeschaltung (R 3 bis R 5) verstärkt diese Spannung nun so, daß am Ausgang 10 mV/K anliegen.

Der beim Abgleich als erstes einzustellende Nullpunkt wird mittels R 7 justiert und über OP 1 gepuffert, während der Skalenfaktor mit dem Spindeltrimmer R 5 festgelegt wird.

Mit Hilfe des OP 3 in Zusammenhang mit

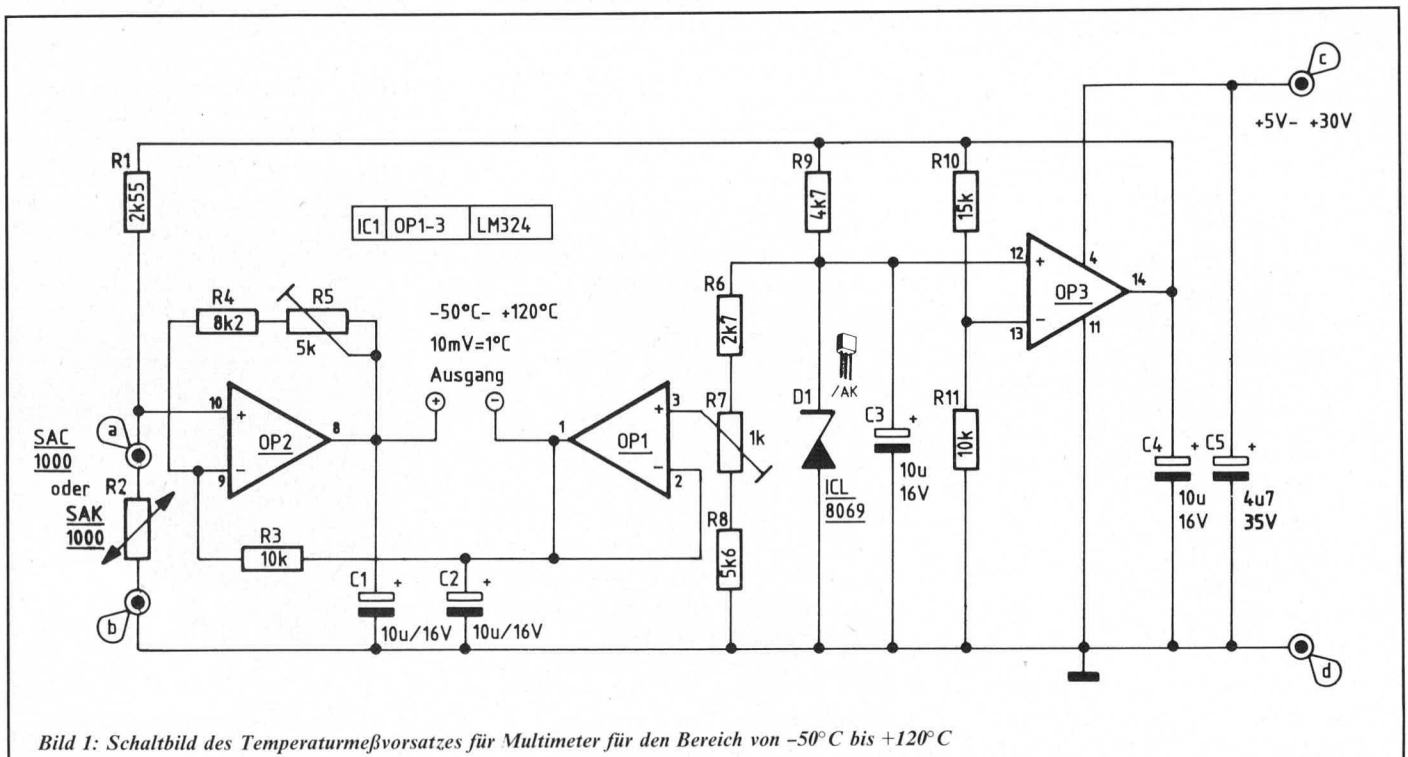


Bild 1: Schaltbild des Temperaturmeßvorsatzes für Multimeter für den Bereich von -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$

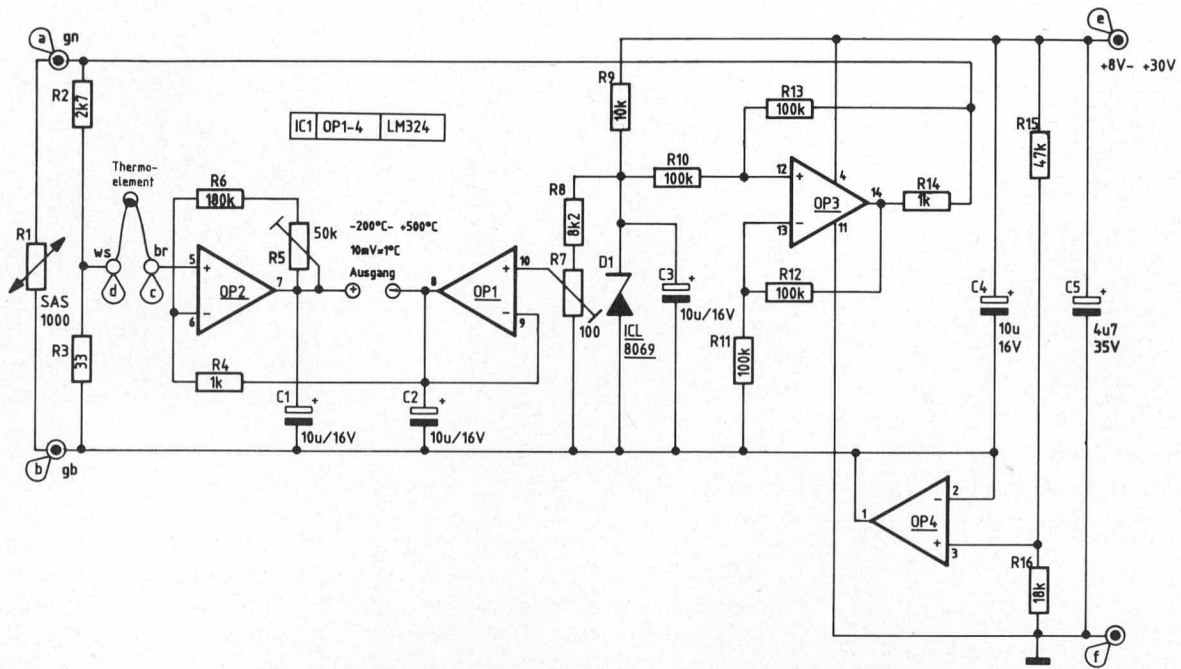


Bild 2: Schaltbild des Temperaturmeßvorsatzes für Multimeter für den Bereich von -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$

R 9 bis R 11 sowie der temperaturkompensierten Z-Diode D 1, wird eine Konstantspannung von ca. 3 V erzeugt, zur Versorgung des Meßwertaufnehmers mit Linearisierungsvorwiderstand ($R\ 1/R\ 2$).

Die Schaltung arbeitet im Bereich von $+5\text{ V}$ bis $+30\text{ V}$.

Zweite Schaltung

Eine etwas komfortablere Schaltung eines Temperatur-Meßvorsatzes für Multimeter ist in Bild 2 dargestellt. Der weite Temperaturmeßbereich von -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$ wird durch den Einsatz eines speziellen Meßfühlers erreicht, wie vorstehend bereits näher beschrieben wurde.

Die Absoluttemperatur wird mit Hilfe des im Meßfühlergriffel integrierten Aufnehmers des Typs SAS 1000 durchgeführt. Mit Hilfe der Widerstände R 2 und R 3 wird R 1 linearisiert und gleichzeitig an das Thermoelement angepaßt. Bei dem Thermoelement, dessen plasmageschweißte Meßstelle sich in der Spitze des Meßfühlergriffels befindet, handelt es sich um ein Eisen/Konstantan-Thermoelement mit einer Abgabespannung von $51\ \mu\text{V}/\text{K}$. Hiermit sind Temperaturmessungen von -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$ möglich, wobei der lineare Bereich -40°C bis $+500^{\circ}\text{C}$ überstreicht. Temperaturmessungen unterhalb der -40°C erfordern eine Korrektur, die aus Tabelle I hervorgeht, d. h., daß z. B. bei einem angezeigten Meßwert von -47°C die tatsächlich vorhandene Temperatur -50°C beträgt, während bei einem Anzeigewert von -152°C der tatsächliche Temperaturwert bereits -200°C beträgt. Da Temperaturmessungen unterhalb -40°C jedoch höchst selten vorkommen dürften, haben wir auf eine zusätzliche, sehr aufwendige Linearisierungsschaltung für diesen Temperaturbereich verzichtet.

Das vom Thermoelement kommende Meßsignal gelangt auf den nicht invertierenden Eingang des OP 2, dessen Verstärkungsfaktor mit R 4 bis R 6 so festgelegt wird, daß am

Ausgang eine Meßspannung von $10\text{ mV}/\text{K}$ ansteht.

Der Nullpunkt, der auch hier wieder als erstes einzustellen ist, wird mit R 7 festgelegt und über OP 1 gepuffert, während der Skalenfaktor mit R 5 festgelegt wird.

OP 3 stellt in Verbindung mit seiner Zusatzbeschaltung R 10 bis R 14 sowie der Konstantspannung (R 9/D 1) eine Konstantstromquelle dar, die das Absolut-Temperaturfühler-Element R 1 des Typs SAS 1000 mit seiner Linearisierungs- und Anpaßschaltung (R 2/R 3) versorgt.

Da die Schaltung eine $+/-$ - Versorgungsspannung benötigt, wird ein künstlicher Massepunkt erzeugt, der sich - in diesem Falle unsymmetrisch - zwischen der Versorgungsspannung befindet. Dieser künstliche Massepunkt wird mit Hilfe von R 15/R 16 in Verbindung mit OP 4 erzeugt. Hierdurch wird erreicht, daß die Schaltung nur mit einer Versorgungsspannung betrieben werden kann.

Zum Nachbau

Der Nachbau ist auf einfache Weise in gewohnter Reihenfolge durchzuführen, so daß hierauf nicht näher eingegangen werden soll.

Die Platinen sind bewußt klein ausgelegt worden, um einen evtl. Einbau in ein bereits vorhandenes Multimeter zu erleichtern.

Achtung: Beide Schaltungen benötigen unbedingt eine vollkommen getrennte Spannungsversorgung (z. B. separate 9 V-Batterie).

Vor dem Einbau in ein Gehäuse wird die fertig bestückte Platine abgeglichen. Hierzu ist lediglich noch der Temperatursensor sowie die Batterie anzuschließen.

Der Abgleich

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, sollte

man noch einmal die Bestückung kontrollieren.

Nach Anschluß des Fühlers und einer 9 V Batterie (die übrigens für mehrere 100 Stunden Betrieb reicht) kann die Schaltung abgeglichen werden, wobei der Abgleich für beide Schaltungen identisch ist.

Als erstes wird der Nullpunkt mit dem Trimmer R 7 eingestellt.

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

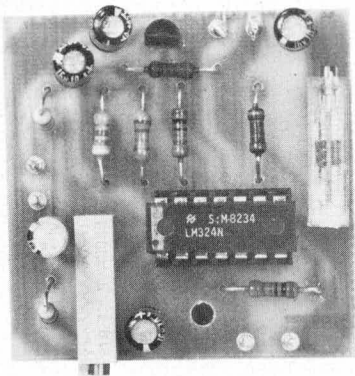
Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel möglichst klein (wenige mm Durchmesser) gehackt sind und nur verhältnismäßig wenig Wasser (möglichst weniger als 50 %) in dem Glas ist, wobei natürlich alle Eisstückchen mit Wasser bedeckt sein müssen. Mit Hilfe des Fühlers wird das Eis-Wassergemisch mehrere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

Der Skalenfaktor wird mit dem Trimmer R 5 eingestellt. Dazu hält man den Sensor in kochendes Wasser, wobei man sich die Tatsache zunutze macht, daß kochendes Wasser eine Temperatur von 100°C aufweist, die lediglich geringfügig mit dem Luftdruck schwankt. Dieser Einfluß ist jedoch vernachlässigbar, sofern man sich nicht gerade auf der Zugspitze, also in sehr großer Höhe aufhält.

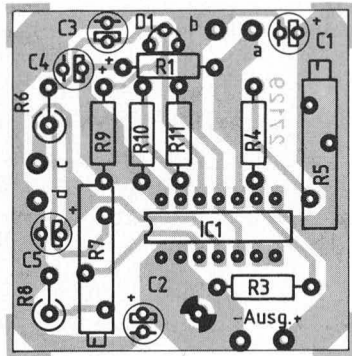
Der Temperatur-Sensor wird in das kochende Wasser (muß richtig sprudelnd kochen, Vorsicht! Verbrennungsgefahr) mindestens 1 bis 2 cm tief (eher etwas tiefer) eingetaucht.

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

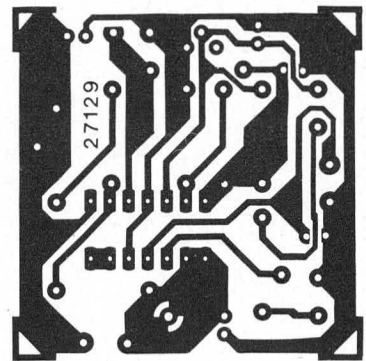
Der Abgleich ist damit beendet und das Gerät ist über den ganzen Bereich kalibriert.



Ansicht der fertig bestückten Platine des Temperaturmeßvorsatzes für den Bereich von -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$



Leiterbahnseite der Platine des Temperaturmeßvorsatzes für den Bereich von -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$



Bestückungsseite der Platine des Temperaturmeßvorsatzes von -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$

Tabelle I

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

Korrektur-Tabelle für die zweite Meßschaltung für Temperaturen unter 0°C (-40°C). Für positive Temperaturen ist keine Korrektur erforderlich.

Stückliste

Temperaturmeßvorsatz für Multimeter -50°C bis $+120^{\circ}\text{C}$ Halbleiter

IC1 LM 324
D1 ICL 8069

Widerstände

R1 2,55 k Ω
R2 SAK 1000
R3 10 k Ω
R4 8,2 k Ω
R5 5 k Ω Spindeltrimmer
R6 2,7 k Ω
R7 1 k Ω Spindeltrimmer
R8 5,6 k Ω
R9 4,7 k Ω
R10 15 k Ω
R11 10 k Ω

Kondensatoren

C1-C4 10 $\mu\text{F}/16\text{V}$
C5 4,7 $\mu\text{F}/35\text{V}$

Sonstiges

6 Lötstifte

Stückliste:

Temperaturmeßvorsatz für Multimeter -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$ Halbleiter

IC1 LM 324
D1 ICL 8069

Widerstände

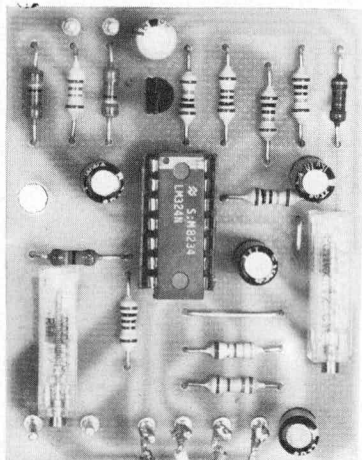
R2 2,7 k Ω
R3 33 Ω
R4 1 k Ω
R5 50 k Ω , Spindeltrimmer
R6 180 k Ω
R7 100 Ω , Spindeltrimmer
R8 8,2 k Ω
R9 10 k Ω
R10-R13 100 k Ω
R14 1 k Ω
R15 47 k Ω
R16 18 k Ω

Kondensatoren

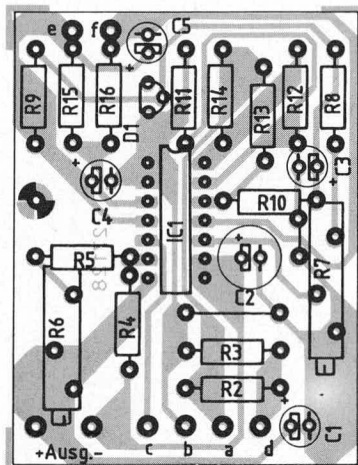
C1-C4 10 $\mu\text{F}/16\text{V}$
C5 4,7 $\mu\text{F}/35\text{V}$

Sonstiges

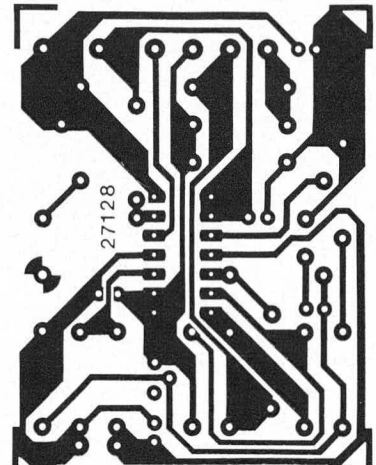
8 Lötstifte
1 Fühler mit Thermoelement und SAS 1000



Ansicht der fertig bestückten Platine des Temperaturmeßvorsatzes für den Bereich von -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$



Bestückungsseite der Platine des Temperaturmeßvorsatzes für den Bereich von -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$



Leiterbahnseite der Platine des Temperaturmeßvorsatzes für den Bereich von -200°C bis $+500^{\circ}\text{C}$

Digitale elektronische Speichertaste DST 12

mit 12 Speichern
mit insgesamt 24 k
Speicherkapazität



II. Teil

Mit dem hier vorliegenden Artikel stellen wir Ihnen den II. und damit abschließenden Teil der elektronischen Speichertaste DST 12 vor.

Von der Bestückung bis zur Endmontage der ELV-DST 12

Die „CW-YL's, n-XYL's und die -OM's“ unter den KW- und UKW-Amateuren sind es, für die die Entwicklung der ELV-DST 12 bestimmt war und ihrem Hobby dienen soll. Doch auch die Funker, die berufsmäßig mit der Telegrafie zu tun haben, dürften sich nach Kennenlernen und optimalem Ausnutzen aller ihrer Möglichkeiten (siehe Bedienungsanleitung) schnell mit der ELV-DST 12 anfreunden.

Gewiß, mit einem wesentlich geringeren Aufwand wäre eine einfachere Taste zu erstellen gewesen. Unser Ziel war es jedoch, diese Taste im Interesse der „CW-isten“ komfortabel und optimal zu gestalten.

KW-Amateure können Schaltungen lesen und mit Lötkolben und Elektronik-Werkzeug umgehen. Weil es zum anderen Freude macht, ein ihnen dienendes betriebsbereites Gerät selbst zu bauen, wird ihnen nun all dieses als komplette Nachbauanleitung in die Hand gegeben.

Es ist unmöglich, einen modernen Transceiver mit all den Forderungen, die an ihn als fertiges Gerät gestellt werden, mit „Bordmitteln“ selbst zu bauen. Man denke nur an die Beschaffung der Bauteile, Anfertigen von Platinen-Layouts, Vorhandensein einer „mechanischen Werkstatt“ und last not least den Abgleich mit dem dafür erforderlichen Gerätepark.

Anders ist es beim Bau der ELV-DST 12. Ein kompletter Bausatz, der alle Materialien bis zur letzten Schraube enthält, steht mit der Anschaffung zur Verfügung.

Auch die Tatsache, daß immer mehr Amateure aus Freude am Selbst-Bauen und dem Erfolgserlebnis dazu übergehen, Geräte, die im „shack“ als notwendiges Zubehör erforderlich sind, selbst zu bauen, ist der Anlaß dafür, daß wir die ELV-DST 12 herausbrachten. Vorher war es die „Digitale Weltzeit-Uhr WZ 2000“. Weitere Schaltungen werden folgen.

Funktionsbeschreibung der ELV-DST 12

Punkt-Strich-Generator

Die wichtigsten Bestandteile der ELV-DST 12 sind der Speicher-Block und der Impuls-generator, der als erster beschrieben wird. Der Impuls-generator besteht im wesentlichen aus einem Taktgenerator mit den Gattern N 1–N 3 sowie einem programmierba-

ren Teiler mit den Flip-Flops FF 1–FF 4. Wird eines der Paddle gedrückt, gelangt über das Gatter N 8 bzw. N 9 und N 10 ein Löschimpuls auf FF 3. Jetzt liegt an seinem Q-Ausgang 0-Signal an, das durch N 4 invertiert auf den Taktgenerator gelangt und diesen mit der durch das Poti eingestellten Frequenz anschwingen läßt. Gleichzeitig wird beim Bestätigen eines Paddles FF 4 über den I- bzw. K-Eingang gesetzt bzw. rückgesetzt. Bei Punktausgabe wird nur FF 1 freigegeben, dessen Ausgangssignal über N 5, N 7 und N 11 zum Tongenerator sowie über N 12 zum Relais-Treiber gelangt. Bei Strichausgabe sind beide Teiler aktiv. Die Teilverhältnisse von FF 1 bzw. FF 1 und FF 2 entsprechen genau dem Punkt-Strich-Verhältnis. Die Leitung von N 7 zum FF 3 bewirkt ein Rücksetzen beim Loslassen am Paddle, sobald der Ausgangsimpuls beendet ist. Sind beide Paddles gedrückt, so wird durch das Ausgangssignal von N 7 FF 4 ständig hin und her gekippt (Toggle), so daß abwechselnd Punkt und Strich gegeben werden.

Einschaltautomatik

Beim Einschalten des Gerätes ist der Kondensator C 2 entladen, so daß am Ausgang von N 17 1-Signal anliegt. Dieses gelangt über D 9 auf die Rücksetzleitung sowie über D 29 auf die Löscheingänge der beiden Zähler IC 22 und IC 20, so daß alle Zähler und Flip-Flops eine definierte Ausgangsstellung haben.

Dieses ist besonders für die Speicher und Aufruf-Flip-Flops FF 11–FF 16 wichtig, da ein undefinierter Zustand dieser FF's evtl. zur Folge hätte, daß sich zwei Speicher IC's auf die BUS-Leitung schalten, was unter Umständen eine Zerstörung dieser teuren IC's durch Kurzschluß an den Ausgängen zur Folge hätte. Nach kurzer Zeit ist C 2 über R 5 aufgeladen und der Löschimpuls fällt ab.

Speicheraufruf

Wird eine der Tasten 1–12 gedrückt, so gelangt je nach gedrückter Taste über eine der Dioden D 74–D 86 und D 50–D 53 ein positives Signal auf den Hochpaß R 94, R 95, C 23. Mit diesem Hochpaß wird ein Impuls gewonnen, der die Speicheraufruf-Flip-Flops FF 11–FF 16 in eine Löschstellung bringt und das LATCH des Anzeige-Decoders 4511 zum Übernehmen des jetzt durch die Dioden D 54–D 73 an seinen Eingängen 1, 2, 6 und 7 anliegenden BCD-Codes veranlaßt.

Der Speicher für die Zehnerstelle der Speicheranzeige wird ebenfalls gelöscht. Gleichzeitig liegt an den R-Eingängen von FF 11 und FF 12 sowie an den S-Eingängen von FF 13–FF 14 ein durch die Dioden-Matrix festgelegtes Bit-Muster an, das nach Abfall des Löschimpulses von FF 11–FF 17 übernommen wird. Dieses Bit-Muster ist von Taste zu Taste verschieden und bildet die Speicheradresse. FF 17 dient dazu, eine evtl. „1“ in der Zehnerstelle des Speicheranzeige-Displays zu speichern.

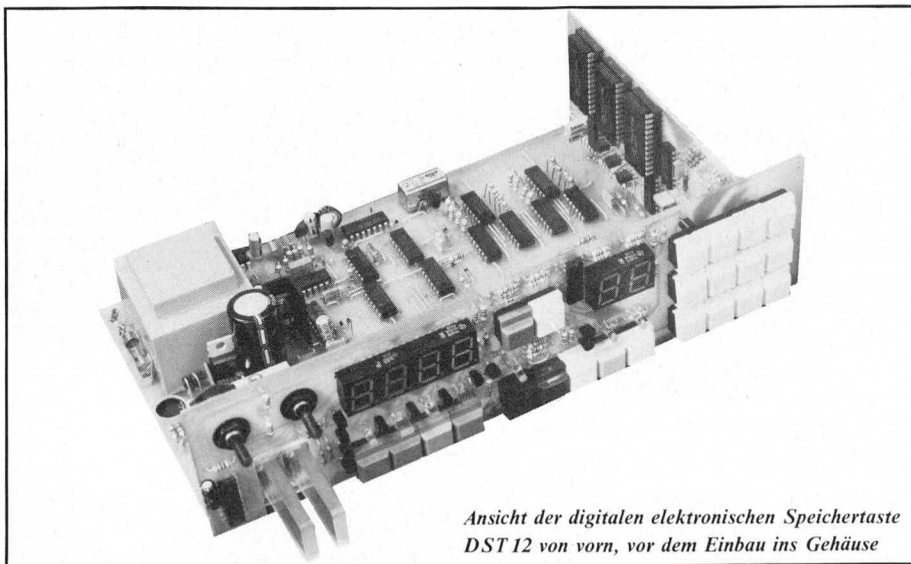
Als Speicher werden drei statische C-MOS RAM's verwendet, die eine „8-Bit“-Organisation haben. Zum Speichern eines Telegrafie-Signales wird jedoch nur ein „2-Bit“-breites Wort benötigt. Deshalb muß jeweils eines der drei Speicher-IC's auf die BUS-Leitung und zwei von seinen 8 Bit's auf die Ausgangs- und Eingangsleitungen geschaltet werden. Die Speicher-IC's sind mit negativem Signal an Pin 18 aktiv. Dieses Signal gelangt über T 12–T 14 von FF 11, FF 12 bzw. N 70 zu den Speichern. Von den Speicher-IC's ist jeweils nur eines aktiv, die Ausgänge der anderen sind hochohmig (Tri-STATE-Ausgänge). Die Bit-Selektierung erfolgt über die Tri-STATE-Schalter N 54–N 69, die durch FF 13–FF 16 geschaltet werden. Von FF 13–FF 16 ist stets nur eines gesetzt, so daß immer nur vier Tri-STATE-Schalter leitend sind, — zwei für den Eingang — zwei für den Ausgang —. Diese schalten die angewählten Bit's auf die zwei Ausgangs- bzw. Eingangsleitungen.

Speichern eines Textes

Durch einmaliges Betätigen des Tasters „Schreiben“ (W-Write) wird FF 5 in den aktiven Zustand gebracht. Dies ist in diesem Fall der „rückgesetzte“ Zustand. Die LD 2 (Leuchtdiode) wird mit Hilfe von T 5 angesteuert und leuchtet. Außerdem erhalten die Schalter Punkt, Strich, Pause und Stop jetzt an ihrem zweiten Umschaltkontakt „1“-Signal, so daß sie jetzt die Tastenentprellungen ansteuern können.

Die hier verwendete Tastenentprellung ist eine etwas unbekanntere Art. Sie ist jedoch ebenso wirksam wie einfach, was hier am Beispiel der Punkt-Taste kurz beschrieben werden soll.

Wird die Taste gedrückt und hebt deren Kontakt vom Minus-Pol ab, so bleibt das 0-Signal am Ausgang von N 25 erhalten, da über die Rückkopplung durch R 27 das 0-Signal am Eingang von N 25 erhalten bleibt. Die Schaltung hält sich selbst. Sobald je-



Ansicht der digitalen elektronischen Speichertaste DST 12 von vorn, vor dem Einbau ins Gehäuse

doch der Schalter den Plus-Pol berührt, liegt am Eingang von N 25 „1“-Signal an. Das 0-Signal von R 27 wird kurzgeschlossen. Dies hat jedoch zur Folge, daß auch am Ausgang von N 25 „1“-Signal erscheint und jetzt dieses über R 27 auf den Eingang gelangt. Ein Abheben des Schalterkontaktes durch Prelen hat jetzt keine Auswirkungen mehr auf den Schaltzustand von N 25, da das positive Eingangssignal durch die Rückkopplung mit R 27 erhalten bleibt. Erst nach Loslassen des Tasters und bei Berührung des Kontaktes mit dem Minuspol kippt die Schaltung wieder zurück. Wenn, wie hier, Leistungstreiber verwendet werden, kann dem Ausgang ein recht großer Strom entnommen werden.

Wird eine Programmertaste gedrückt, so wird das Signal durch D 20–D 23 codiert auf die Eingangsleitungen des Speichers gegeben.

Der Code sieht wie folgt aus:

Punkt:	1 0
Strich:	0 1
Pause:	0 0
Stop:	1 1

Außerdem gelangen die Tastersignale auf das ODER-Gatter N 43. Das Pausensignal gelangt über N 19 und N 24 hierhin. Eine Eingabe auf die Speichereingangsleitungen ist wegen des Codes 0 0 nicht erforderlich. Das Ausgangssignal von N 43 gelangt auf den Hochpaß C 11–R 42, der bei jeder Betätigung einer Taste einen Impuls erzeugt, der über N 42 und N 45 auf den Schreibeingang des Speichers gelangt und diesen zum Einspeichern des neu anliegenden Codes veranlaßt. Da jedoch immer nur 2 Bits benötigt werden, das Speicher-IC jedoch stets alle 8 Bits neu einschreibt, müssen die 6 restlichen Bits zwischengespeichert werden, was durch die Gatter N 46–N 53 mit R 75–R 90 geschieht. Die zwei aktiven Zwischenspeicher werden über die Anzapfungen zwischen den Widerständen auf den jeweils neuen Code geschrieben, der dann vom Speicher übernommen wird.

Gleichzeitig gelangt das „1“-Signal von N 43 über N 44 zum Takteingang des Zählers 4040 und 74C926 (Schritt-QSO-Schalter in Stellung „Schritt“ = „Step“). Da es sich um negativ flankengetriggerte Zähler handelt, springen sie erst nach Loslassen der Taste

um einen Schritt weiter. Der Zähler 4040 adressiert jetzt die nächste Speicherstelle, die vom Zähler 74C926 mit Hilfe der vier 7-Segment-Anzeigen angezeigt wird. Bei Schritt 2047 ist der Speicher voll. Eine weitere Eingabe läßt an Pin 1 vom Zähler 4040 eine 1 erscheinen, die über D 11 auf die Rücksetzleitung gelangt und ein Löschen der beiden Zähler sowie des „Schreib-Flip-Flops“ FF 5 bewirkt. Weitere Eingaben sind jetzt nicht mehr möglich.

Der Inhalt der gewählten Speicherzelle gelangt über N 54–N 69 zu einem Decoder aus den Gattern N 32–N 37 und wird durch jeweils eine der LED's LD 4–LD 7 zur Anzeige gebracht.

Bei der Programmierung über das Paddle wird bei seiner ersten Betätigung das in Stellung „Schreiben“ befindliche FF 5 freigegeben. Flip-Flop FF 10 wird über N 8 bzw. N 9 sowie N 10 und N 18 gesetzt, wodurch das Tor N 13, N 14 geöffnet wird. Die Morsecodes von FF 4 können jetzt über das Tor und D 12 bzw. D 13 auf die Speicherleitungen gelangen.

Vom Ausgang N 7 wird der Speichertakt abgegriffen, welcher über R 16 das Tor N 20 sowie N 19 und N 24 auf das ODER N 43 gelangt und zur Takt- und Speicherimpulsgewinnung dient.

Werden keine Morsezeichen mehr gegeben, geht FF 2 nach Beendigung des Morseimpulses in seine Ausgangsstellung zurück. FF 9 erhält jetzt über R 6 0-Signal auf seinen R-Eingang, wodurch er freigegeben wird. Der Takt wird jetzt durch das 0-Signal am Q-Ausgang von FF 10, das auf N 4 gelangt, aufrechterhalten. Die Taktfrequenz wird von FF 9 halbiert und auf den jetzt ebenfalls freigegebenen dezimalcodierten Zähler 4017 gegeben. An seinen Ausgängen werden über die Dioden D 1–D 4 Pause-Impulse von genau einer Strichlänge abgegriffen und über D 24 auf das ODER-Glied N 43 geleitet. Gleichzeitig wird über D 14 das Tor N 13–N 14 geschlossen, so daß der Code 0 0 — also Pausebefehle — in den Speicher eingeschrieben werden. Dies geschieht solange, bis wieder ein Paddle gedrückt wird und der Zähler 4017 sowie FF 9 über R 6 gelöscht werden. Wird keine Paddle gedrückt, so erscheint nach der vierten Pause an Pin 11 von 4017 „1“-Signal, das FF 9 und FF 10

löscht. Der Takt wird gestoppt und der Programmiervorgang als beendet angesehen. Bei einer weiteren Betätigung des Paddles beginnt der Vorgang wieder ganz von vorne.

Ausgabe eines gespeicherten Textes (Automatik-Betrieb)

Durch Betätigen der START-Taste wird das FF 6 gesetzt. Eine Blockierschaltung aus R 24, R 25 und D 18, D 19 verhindert, daß das Start- und Schreib-Flip-Flop gleichzeitig gesetzt werden können. Durch das gesetzte FF 6 wird das Paddle über T 7 blockiert. Das Tor N 28 und N 29 wird geöffnet und die aus dem Dekoder stammenden Morsebefehle gelangen auf den Punkt-Strich-Generator, der dies ausführt. Bei Beendigung eines Morse-Signals gelangt über das durch FF 6 geöffnete Tor N 38 eine negative Flanke auf das ODER N 44, wodurch der Schrittzähler einen Schritt weiterspringt. Der nächste Befehl steht am Dekoder an und wird vom Punkt-Strich-Generator ausgeführt. Eine Pause wird vom Punkt-Strich-Generator als Strich ausgeführt. Über N 31 und N 30 wird jedoch das Ausgangstor N 11 geschlossen, so daß am Ausgang kein Signal ansteht. Bei einem Stop-Befehl am Decoder liegt kein Signal am Punkt-Strich-Generator an, so daß auch kein Signal über N 38 zum Schrittzähler gelangt und das Programm stoppt. Wird jedoch FF 7 durch Betätigen der Wiederholtaste gesetzt, so gelangt der Stop-Befehl über N 15, das Tor N 16 und D 7 auf die Löscheingänge der Zähler, so daß diese rückgesetzt werden und das Programm erneut abläuft.

Ein Löschen von FF 6 bewirkt gleichzeitig über R 15 ein Löschen von FF 7.

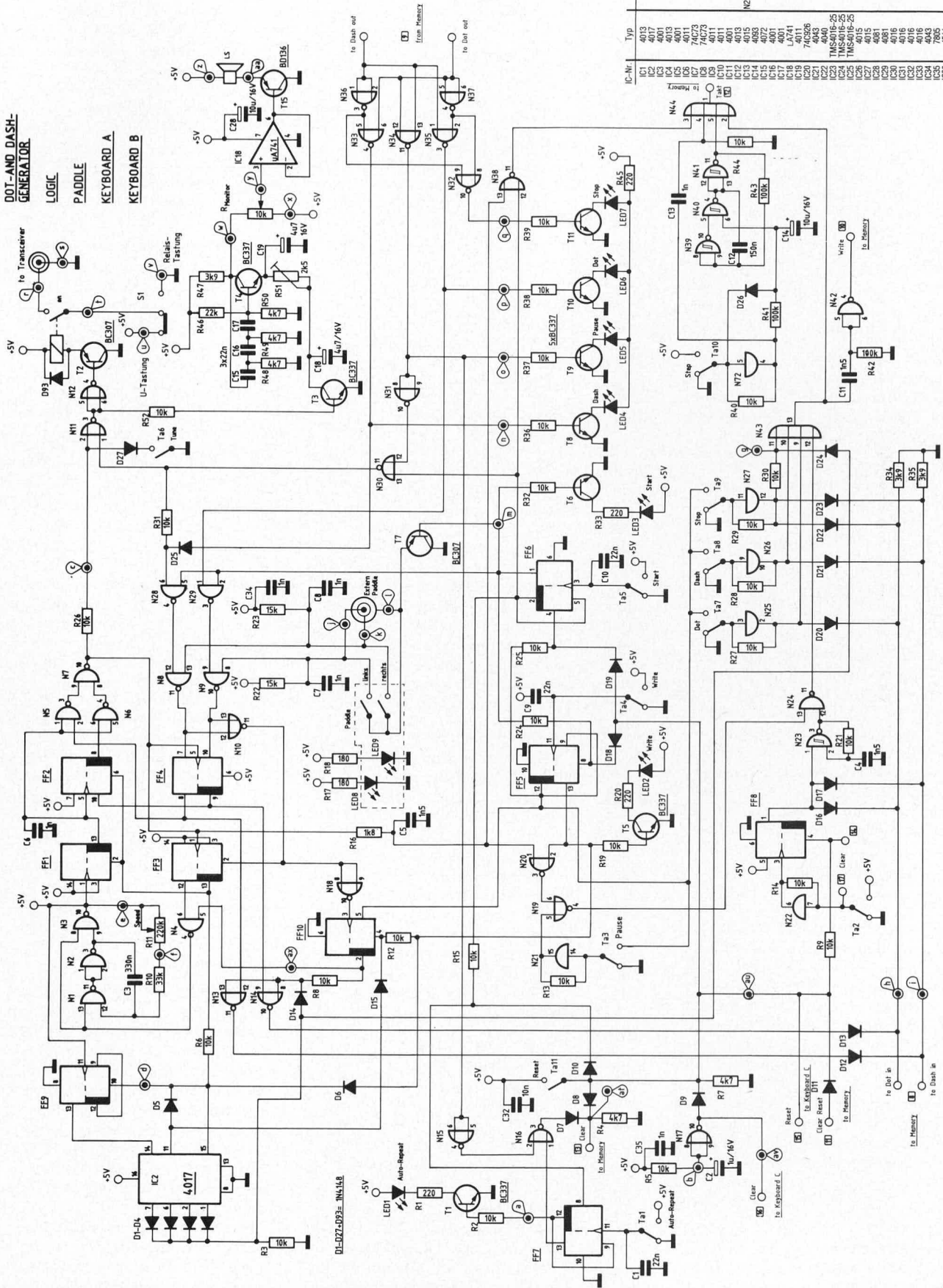
Löschfunktion

Durch Drücken der Löschtaste wird FF 8 gesetzt. Über D 16 und D 17 gelangt der Code 11 (Stop) auf die Speicherleitungen. Der Oszillator N 23, R 21, C 4 beginnt zu schwingen. Seine Impulse gelangen über N 24 auf das ODER N 43 und bewirken ein fortlaufendes Einschreiben von Stop-Befehlen in den Speicher. Bei Erreichen des Schrittes 2048 wird Pin 1 vom Zähler 4040 logisch 1 und bewirkt über D 11 und R 9 eine Löschung des FF 8 sowie über D 11 und D 8 eine Löschung des Zählers 4040. Der Anzeigenzähler 74C926 wird ebenfalls über D 29 gelöscht.

Schrittfunktion

Die ELV-DST 12 besitzt eine Einrichtung, mit der man das Programm Schritt für Schritt durchgehen kann, ohne es zu ändern. Dieser Schrittgeber besteht aus N 39–N 41 und N 28. Bei Betätigen der Schritttaste gelangt über C 13 ein Impuls über das Gatter N 44 auf die Schrittzähler und läßt diese um „eins“ weiterzählen. Jedes erneute Drücken erzeugt einen Schrittimпульs. Hält man die Taste fest, läßt sich C 14 über R 41 langsam auf. Der Oszillator mit den Gattern N 39–N 41 beginnt zu schwingen und gibt laufend Impulse auf die Takteingänge der Zähler. Beim Loslassen des Tasters wird C 14 über D 26 schlagartig entladen und der Schnelldurchlauf stoppt sofort.

DOT-AND-DASH-GENERATOR
LOGIC
PADDLE
KEYBOARD A
KEYBOARD B



IC-Nr.	Typ.	Gatter	Versorgungsspannung
IC1	4013	FF7, FF6	16
IC2	4017	M5, M16, M10, M18	8, 7
IC3	4001	FF9, FF10, N14	14
IC4	4013	N11, N2, N3, N4	14
IC5	106	FF1, FF2	14
IC7	74C73	N5, N7, N24	14, 3, 7, 4
IC8	4073	N8, N9, N28, N29	14, 3, 7, 6
IC9	4011	N19, N20, N17, N38	14
IC10	4011	N21, N22, N25, N26, N27, N72	14, 5
IC11	4001	N15, N18, N44	14
IC12	4015	N30, N43, N44	14
IC13	4015	N32, N34, N35, N36	14
IC14	4083	N42, N45, N70, N71	16, 5
IC15	4072	FF11, FF12, FF17	16, 5
IC16	4001		16
IC17	4001		16
IC18	LA741		16, 5
IC19	74C286		16
IC21	4043		16
IC22	4040		16
IC23	TMS4016-25		16
IC24	4015		16
IC25	TMS4016-25		16
IC26	4015		16
IC28	4081		16
IC29	4081		16
IC30	4016		16
IC31	4016		16
IC32	4016		16
IC33	4016		16
IC34	74S3		16
IC35	74S3		16
IC36	4511		16, 3, 4

Schaltbild: DOT- AND DASH-GENERATOR, LOGIC, PADDLE, KEYBOARD A, KEYBOARD B

QSO-Zählen

Durch Umschalten des „Schritt-QSO“-Schalters wird das Lös-Flip-Flop FF8 durch einen Reset-Befehl blockiert. Es ist also über die Löschtaste eine Programmierlöschung nicht mehr möglich. Der Takteingang vom Zähler 74C926 wird auf den „SK“-Decoder geschaltet. Der Löschein-gang dieses Zählers liegt über R 59 und D 28 niederohmig auf Masse, so daß Löschimpulse, die über R 54 kommen, keinen Einfluß auf diesen Zähler haben. Der Zähler kann jetzt nur noch mit der Löschtaste (Clear-Taste) über D 29 gelöscht werden.

Die aus dem Speicher stammenden Telegrafie-Befehle werden auf die Dateneingänge der Schieberegister 4015 gegeben. Durch den Takt, der am Takteingang des IC 4040 abgegriffen wird, wird der Code seriell in die Schieberegister eingeschrieben. Stimmt der parallel am Schieberegister abgegriffene Code genau mit dem durch die Dioden D 30–D 47 vorgegebenen Code überein, so gelangt ein Impuls auf den jetzt als QSO-Zähler dienenden Zähler 74C926 und läßt diesen ein Digit weiterzählen.

Ausgänge

Als Tongenerator für den Mithörverstärker dient ein R-C-Phasenschieber, der einen Sinuston von etwa 833 Hz erzeugt. Er wird durch den Transistor T3 gesteuert.

Der Ausgang zum Transceiver wird durch ein durch einen Transistor getriebenes Relais gebildet. Ein Umschalter an seinem Schließerkontakt ermöglicht den Betrieb als „normalen Schließerkontakt“ und außerdem eine Spannungstastung.

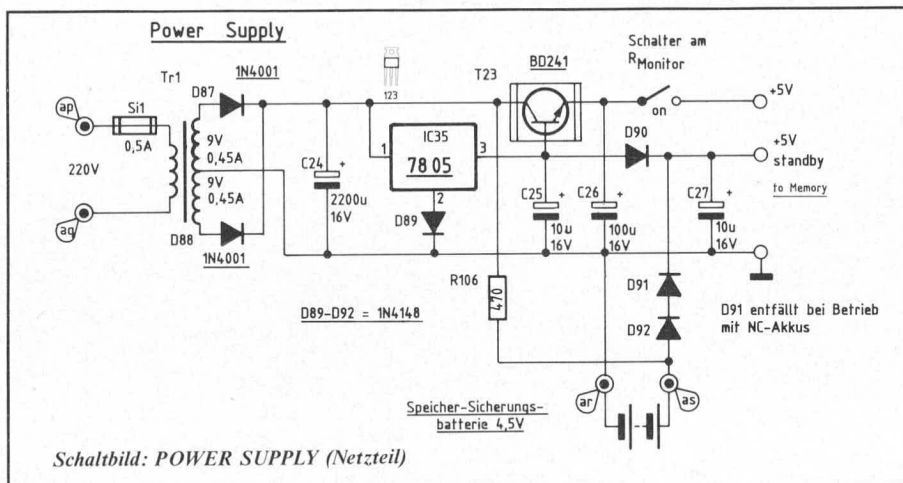
Speichersicherung

Die Speicher-IC's erhalten auch bei ausgeschaltetem Gerät Spannung vom Netzteil bzw. von der Speicher-Sicherungsbatterie. Um auch hierbei ein unerlaubtes Einschalten mehrerer IC's auf die BUS-Leitung zu vermeiden, sind die Transistoren in die Chip-Select-Eingangsleitungen geschaltet. Sie werden bei abgeschalteter Betriebsspannung hochohmig. Hierdurch liegt über R 67–R 69 „1“-Signal an den Chip-Selekt-Eingängen an, wodurch die Speicher-IC's nach außen hin inaktiv, d. h. hochohmig sind.

Nun zum Nachbau der ELV-DST 12

Die drei Platinen werden auf Maßhaltigkeit überprüft, die Seiten evtl. befeilt, um beim späteren Einbau keine unnötigen Schwierigkeiten zu bekommen. Den Bestückungsplänen entsprechend, werden die Bauteile eingesetzt und danach gewissenhaft eingelötet. Nach beendeter Bestückung werden die 3 Platinen an den hierfür vorgesehenen Stellen zusammengelötet. Auf Winkeligkeit ist zu achten. Die Anzeige-Bedienungsplatine steht ca. 3 mm über die Unterseite der Basisplatine hinaus, was aus der Leiterbahnenführung der beiden genannten Platinen ersichtlich ist. Beachten Sie bitte auch, daß die Platinen parallel zusammengelötet werden.

Sauberes, gewissenhaftes Lötten, das keine „Lötbrücken“ hinterläßt, ist selbstverständlich. Denken Sie an das richtige Einsetzen



von Elkos, Dioden, Transistoren und IC's. Zur Aufnahme der drei Speicher-IC's TMS 4016–25 werden IC-Fassungen eingelötet.

Kurz noch einige Bemerkungen zum Bestücken der Platinen. Die Bauteile mit ihrer kleinsten Einbauhöhe werden als erste eingelötet. Man setzt als erstes die Brücken aus versilbertem Schmelzdraht 0,8 mm ein und verlötet sie. Es folgen Dioden und Widerstände, dann IC's bzw. IC-Fassungen. Als nächstes werden Transistoren, MKH- und Keramik-Kondensatoren eingesetzt. Es folgen die höheren Bauteile wie Elkos und zum Schluß der Trafo.

Wichtig ist, daß die 7-Segment-Anzeigen — 1 x 4 und 1 x 2 — so dicht wie möglich auf die Frontplattenplatinen aufgesetzt werden. Die beiden Stege, die sich an den Unterseiten der LED's befinden, müssen vorsichtig entfernt werden. Nur so können sie mit ihrer ganzen Rückseite eng aufliegen. Dann ist auch Platz für die dünnen roten Filterscheiben für die zwei- und vierstelligen Anzeigen hinter der Alu-Frontplatte. Das ganze dient dazu, alle Tasten weit genug aus der Frontplatte herausstehen zu lassen, um sie sicher und bequem bedienen zu können.

Funktionsprüfung und Abgleich

Nach komplettem Zusammenbau des Geräte-Einsatzes mit seinen 3 Platinen und erfolgter Verdrahtung, läßt sich die ELV-DST 12 am zweckmäßigsten auf ihre Funktionen überprüfen, indem man anhand der Bedienungsanleitung alle dort aufgeführten Punkte bei der gebauten ELV-DST 12 in „Squeeze-Technik“ kontrolliert. Bei gewissenhafter Arbeit funktioniert die Taste auf Anhieb. Sollten Sie dennoch Schwierigkeiten haben, so teilen Sie es uns bitte mit oder schicken Sie die Taste an uns ein. Wir reparieren sie zu Selbstkosten und stellen sie Ihnen wieder zu.

Abgleich

Um die Schreib-/Lesefunktion der 12 Speicher zu überprüfen, gibt man über das Paddle bei höchster Gebegeschwindigkeit in jeden Speicher nur Punkte ein. Diese müssen bei Wiedergabe im Automatikbetrieb korrekt wiedergegeben werden. Anschließend verfährt man genau so mit den Strichen.

Der gesamte Abgleich der ELV-DST 12 besteht darin, daß der Arbeitspunkt des RC-Phasenschiebers (Tongenerator) mit R 51 eingestellt werden muß. Hierzu dreht man

diesen Trimmer bei gedrückter „Tune“-Taste solange, bis ein möglichst lauter, verzerrungsfreier Sinus-Ton zu hören ist.

Vor dem Einbau des Geräte-Einsatzes, bestehend aus den drei zusammengelöteten Platinen sind noch einige Verdrahtungen mit Litze erforderlich. Dieses muß natürlich vor der Funktionsprüfung erfolgen. Die „+“-Leitungen müssen als Einzeladern verlegt werden.

Schiebeschalter und Klinkenstecker-Buchsen werden in der Rückwand in den vorgesehenen Loch-Ausschnitten befestigt und angeschlossen. Über die beiden Zapfen, die sich in der Unterschalenmitte an den beiden Außenseiten befinden, werden die beiden zum Bausatz gehörigen Neoprene-Tüllen so geschoben, daß sie auf der Innenseite der Unterschale aufliegen. Außerdem werden 4 weitere Tüllen in die Unterschale eingeklebt, so daß die Basisplatine waagrecht im Gehäuse liegt. Danach wird der Geräte-Einsatz auf die beiden Tüllen gesetzt. Frontplatte und Rückwand finden in den Gehäuseuten ihre Aufnahme. Die grauen Kunststoffrohre werden nun auf die Zapfen gesteckt und dienen dazu, nach Verschrauben von Unter- und Oberschale mit den Blechschrauben einen festen Sitz des Geräte-Einsatzes im Gehäuse zu gewährleisten. Der Batteriehalter wird innen an einem freien Platz in die Oberschale geklebt.

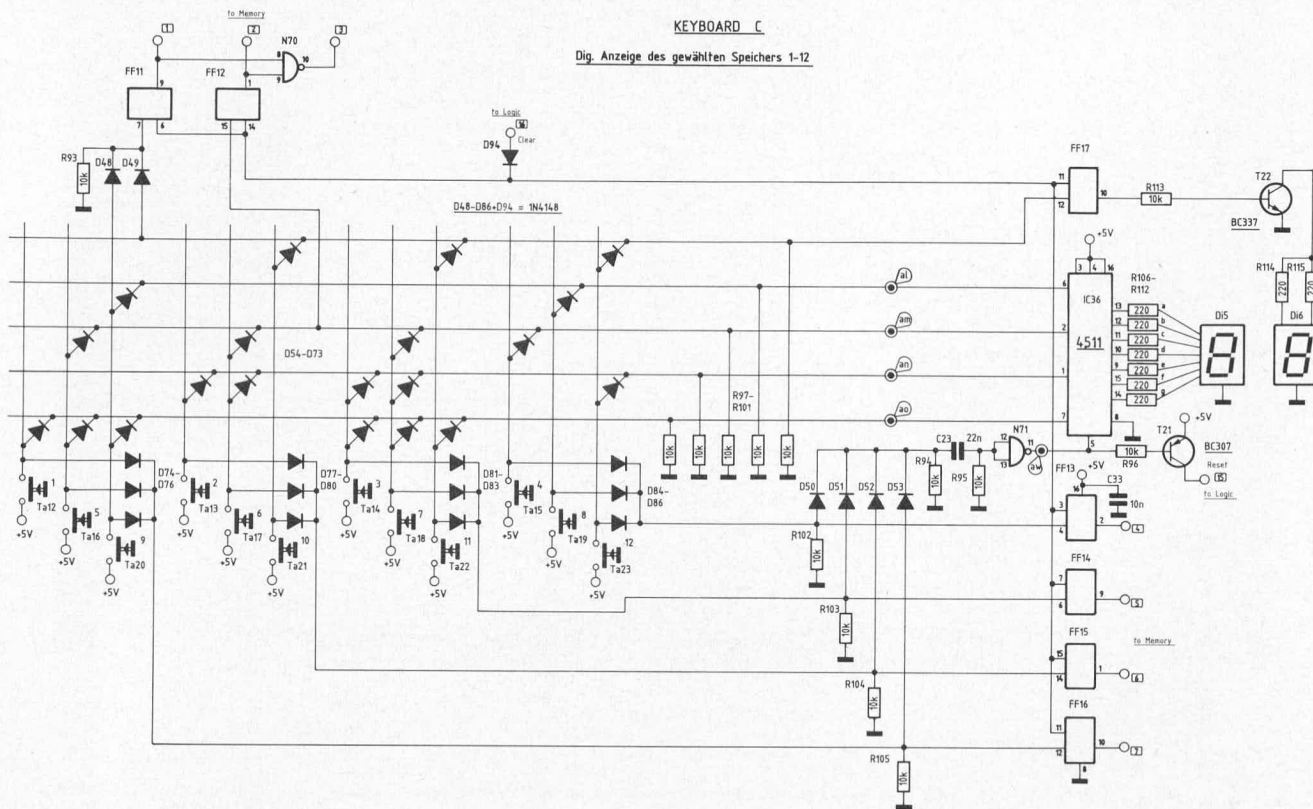
Kritiker werden einwenden können, daß der Einsatz eines Mikroprozessors ebenfalls möglich gewesen wäre. Ihnen sei gesagt, daß uns das bekannt ist. Hiervon wurde jedoch bewußt abgesehen, da das Programmieren eines EPROM's für die meisten Selbstbauer mit einem zu hohen Kostenaufwand verbunden wäre.

Bedienungsanleitung

Wir unterscheiden zwischen 3 verschiedenen Formen, die Speichertaste ELV-DST 12 zu bedienen.

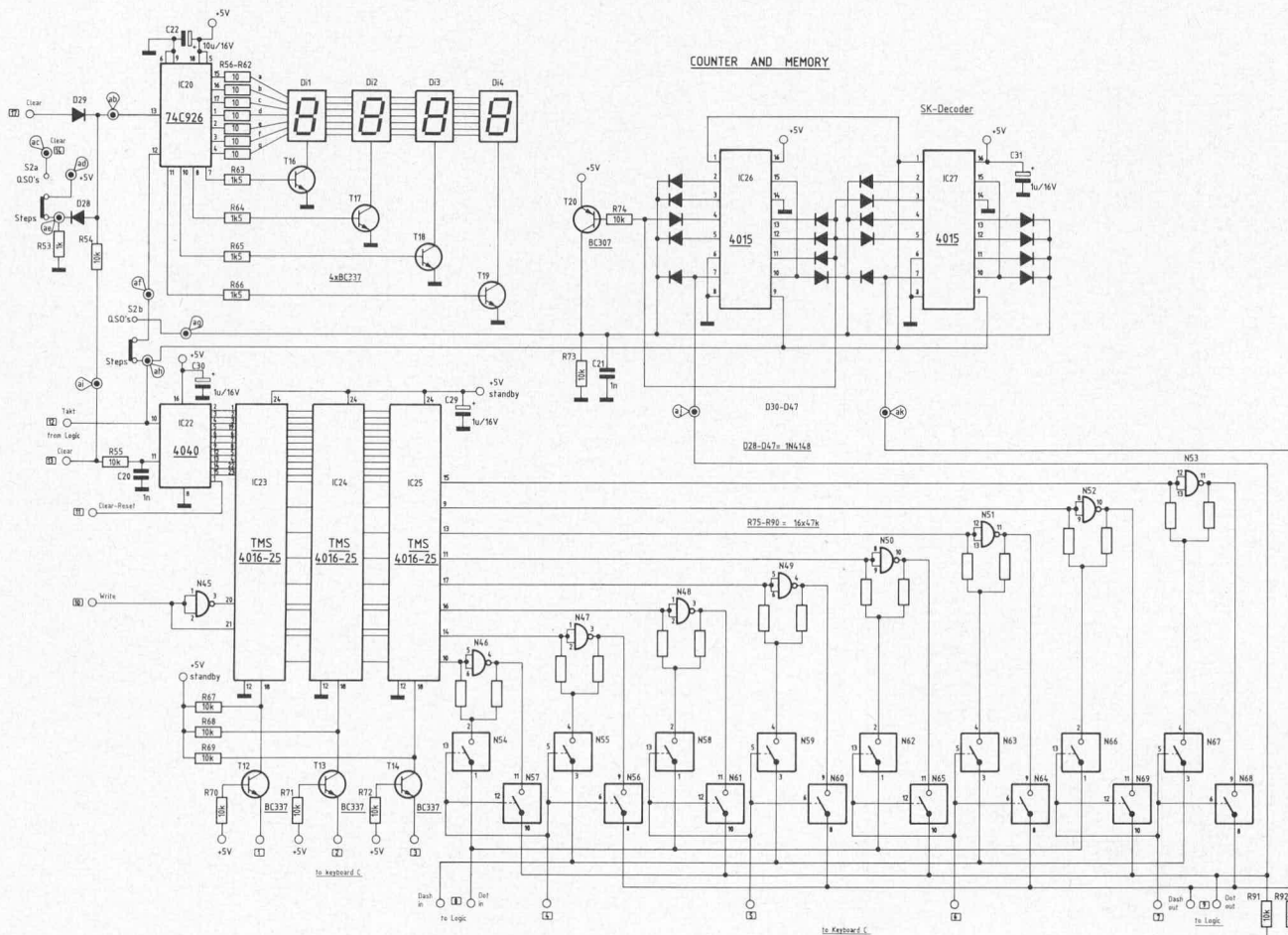
1. Nach dem Einschalten der DST 12 ist sie für manuelle Betätigung über das Paddle (paddle) betriebsbereit.
2. Durch einmalige Betätigung der Taste „Schreiben“ läßt sich die DST 12 in den Programmier-Modus bringen, in welchem sich 12 beliebige Texte einspeichern läßt.
3. Um einen bestimmten Text, der eingegeben wurde, abzurufen, kann die DST 12 mit Hilfe der Starttaste in den Automatik-Modus gebracht werden.

KEYBOARD C
Dig. Anzeige des gewählten Speichers 1-12

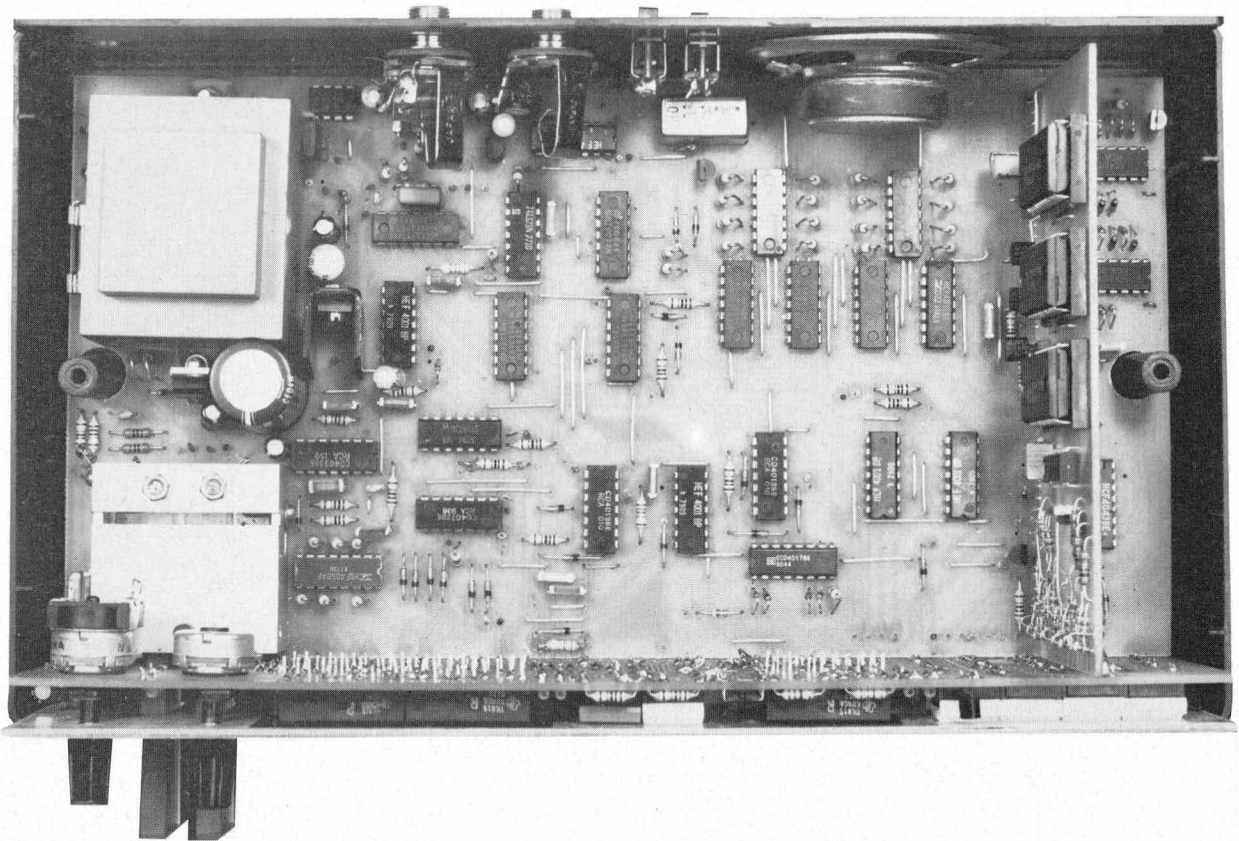


Schaltbild: KEYBOARD C

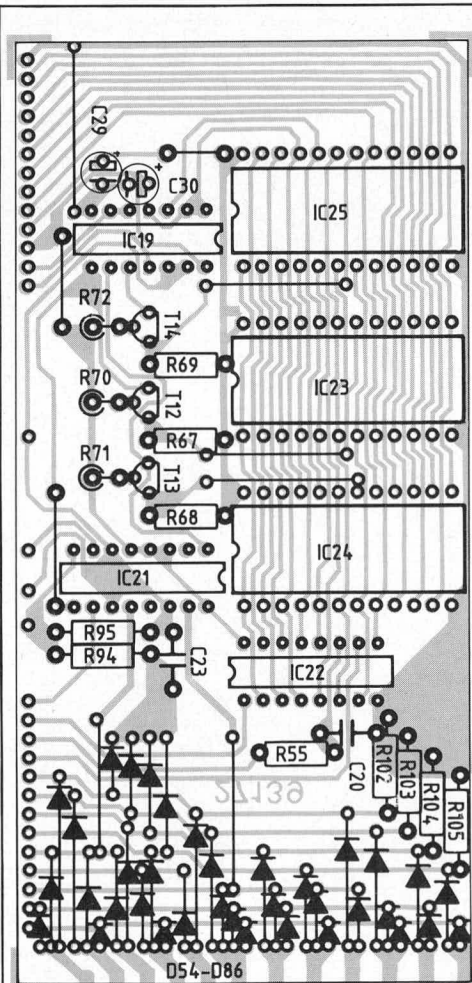
COUNTER AND MEMORY



Schaltbild: COUNTER AND MEMORY



Ansicht der fertig bestückten und in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platinen der digitalen elektronischen Speichertaste DST 12

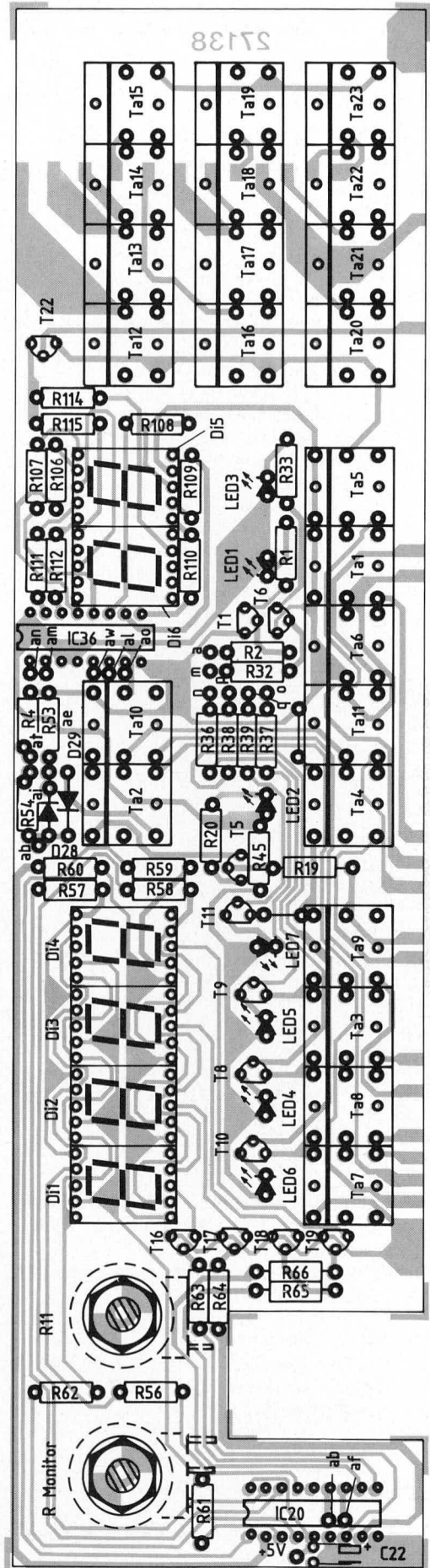
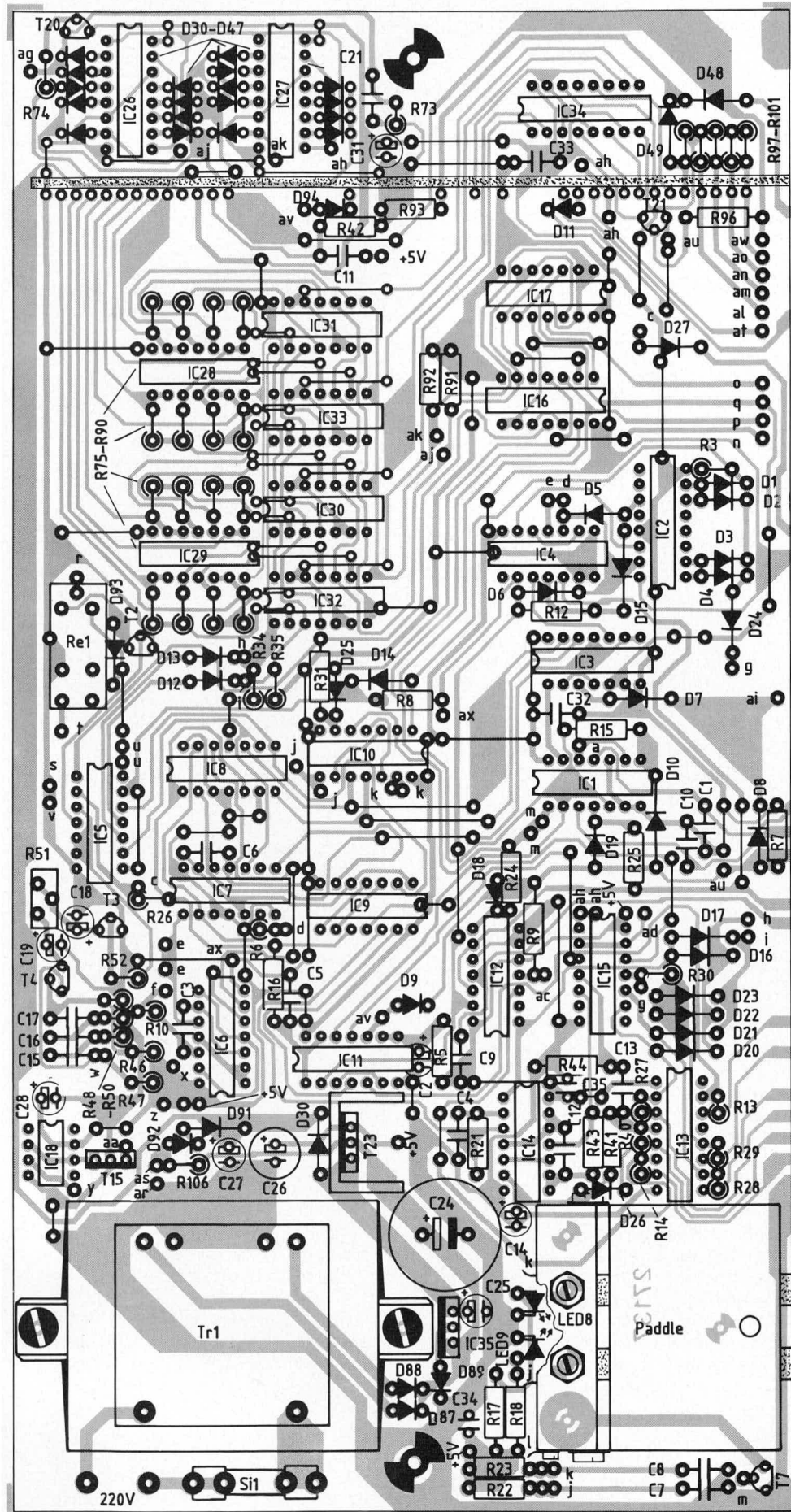


Bestückungsseite der Speicherplatine der digitalen elektronischen Speichertaste DST 12

Stückliste
Digitale elektronische Speichertaste DST 12

Halbleiter	
IC1, IC4, IC12	4013
IC2	4017
IC3, IC5, IC11, IC16, IC17	4001
IC6, IC9, IC10, IC19	4011
IC7, IC8	74C73
IC13	4050
IC14	4093
IC15	4072
IC18	µA741
IC20	74C926
IC21, IC34	4043
IC22	4040
IC23, IC24, IC25	TMS 4016-25
IC26, IC27	4015
IC28, IC29	4081
IC30, IC31, IC32, IC33	4016
IC35	7805
IC36	4511
D1-86, D89-94	IN4148
D87, D88	IN4001
Di1-Di6	TIL 702
LED1	3 mm rund
LED2, 3, 6	3 mm rund
LED4	5 mm rechteckig
LED5	3 mm quadratisch
LED7	5 mm rechteckig
LED8, 9	3 mm, rot
T1	BC337
T2	BC307
T3-T6	BC337
T7	BC307
T8-T14	BC337
T15	BD136
T16-T19	BC337
T20, T21	BC307
T22	BC337
T23	BD241
Widerstände	
R1	220 Ω
R2, R3	10 kΩ
R4	4,7 kΩ
R5, R6	10 kΩ
R7	4,7 kΩ
R8, R9	10 kΩ
R10	33 kΩ
R11	Poti lin. 220 kΩ, 4mm-Achse
R12-R15	10 kΩ
R16	1,8 kΩ
R17, R18	180Ω
R19	10 kΩ
R20	220Ω
R21	10 kΩ
R22, R23	15 kΩ
R24-R32	10 kΩ
R33	220 Ω
R34, R35	3,9 kΩ
R36-R40	10 kΩ
R41, R42, R43	100 kΩ
R44	10 kΩ
R45	220 Ω
R46	22 kΩ
R47	3,9 kΩ
R48-R50	4,7 kΩ
R51	Trimmer-Poti stehend 2,5 kΩ
R52	10 kΩ
Sonstiges	
SI1	0,5 Amp prim: 220 Volt/8 VA sek: 2 x 9 V/0,45 A
Tr1	
6 Neoprene-Tüllen	
2 KUPA-Rohre PG 9	
1 Platiniensicherungshalter	
1 Stck. Klinkensteckerbuchse 6,3 mm Stereo	
1 Stck. Klinkensteckerbuchse 6,3 mm Mono	
2 Stck. Schiebeschalter 2 x um	
1 Stck. Lautsprecher 4-8 Ω, 50 mm Ø, 17 mm hoch	
1 Stck. Batteriehalter für 4 Stck. Mignon-Zellen	
1 Stck. Batterie-Clips	
3 Stck. IC-Fassungen 24polig	
1 Stck. Relais Type RS-5 Volt	
1 Stck. Kühlkörper für TO220 (SK13)	
2 Stck. Lötnägel	
5 Stck. Schrauben M 3 x 10	
4 Stck. Schrauben f. Schiebeschalter M2,5 x 6	
5 Stck. Muttern M 3	
14 Stck. Digitaster „EIN“	
9 Stck. Digitaster „WECHSLER“	
50 cm versilberten Schaltdraht 0,8	
50 cm Flachbandleitung 20 Adern	

R53	1 kΩ
R54, R55	10 kΩ
R56-R62	10 Ω
R63-R66	1,5 kΩ
R67-R69	10 kΩ
R70-R74	10 kΩ
R75-R90	47 kΩ
R91-R105	10 kΩ
R106	470 Ω
Kondensatoren	
C1	22 nF
C2	1 µF/16 V
C3	330 nF
C4	1,5 nF
C5	1,5 nF
C6	1 nF
C7	1 nF
C8	1 nF
C9, C10	22 nF
C11	1,5 nF
C12	150 nF
C13	1 nF
C14	10 µF/16 V
C15-C17	22 nF
C18, C19 Elko	4,7 µF/16 V
C20, C21	1 nF
C22	10 µF/16 V
C23	22 nF
C24	2200 µF/25 V
C25	10 µF/16 V
C26	100 µF/16 V
C27	10 µF/16 V
C28	10 µF/16 V
C29-C31	1 µF/16 V
C32, C33	10 nF
C34, C35	1 nF/ker



Bestückungsseite der Basisplatine der digitalen elektronischen Speichertaste DST 12

Bestückungsseite der Anzeigenplatine der digitalen elektronischen Speichertaste DST 12

Jeder der drei vorstehend aufgeführten Funktionszustände (Modi) blockiert unzulässige Bedienungselemente. So ist z. B. im Automatik-Modus kein Umschalten in den Modus „Schreiben“ beziehungsweise Ein Geben mit dem Paddel möglich.

Beschreibung und Bedienungselemente

Grundsätzlich läßt sich die Gebegeschwindigkeit mit dem Poti-Geschwindigkeit (speed) bis 250 und mehr Buchstaben pro Minute stufenlos regeln.

Mit dem Lautstärkerregler, der mit dem Ein/Aus-Schalter kombiniert ist, läßt sich die Lautstärke des Mithörverstärkers regeln. Wird ein Tranceiver betrieben, der über einen eingebauten Mithörton verfügt, dreht man den DST-12-Lautstärkeregel bis zum Anschlag nach links zurück.

Für den Anschluß eines externen Paddels befindet sich in der Gehäuserückwand eine 6,3 mm Klinkenstecker-Buchse.

Will man die DST 12 programmieren, muß als erstes darauf geachtet werden, daß der QSO/Schrittschalter, der sich als Schiebeshalter in der Rückwand befindet, in die Stellung „Schritt“ gebracht wird. Jetzt dient das vierstellige Anzeigendisplay dazu, die Schritte anzuzeigen. Danach kann einer der zwölf Speicher aufgerufen werden. Die Zahl des gewählten Speichers erscheint auf dem zweistelligen Display. Auf dem vierstelligen Display erscheint die „Schritt“-Nummer „0000“. Zum Eingeben eines neuen Textes kann man mit der „Lösch Taste“ den sich in diesem Speicher noch eventuell befindlichen Text löschen. In jeder „Speicherzelle“ befindet sich jetzt der Befehl „Stop“, was sich im Aufleuchten der roten LED „Stop“ äußert. Das vierstellige Display zeigt „0000“. Durch einmaliges Betätigen der Taste „Schreiben“ (write) wird die DST 12 jetzt in den Programmier-Modus gebracht. Über das eingebaute oder externe Paddel kann man jetzt den zu speichernden Text eingeben. Außerdem ermöglichen die 4 Tasten Punkt-Strich-Pause-Stop eine Eingabe des Textes. Vor dem Drücken einer dieser 4 Tasten wird über die 4 sich über diesen befindlichen LED's der momentane Inhalt der Speicherzelle angezeigt.

Beim Betätigen der gewünschten Programmier-Taste leuchtet die zugehörige LED auf. Beim Loslassen der Taste springt der Schrittzähler einen Schritt weiter. Auf diese Weise kann der Text Schritt für Schritt eingegeben werden.

Wenn der Programmier-Vorgang beendet ist, kann man durch erneutes Drücken der „Schreib-Taste“ die DST 12 wieder in den Manuell-Modus bringen.

Ein Drücken der „Text-Taste“ ist ebenfalls möglich. Geschieht dieses, so wird der Schrittzähler gleichzeitig auf „0000“ gesetzt.

Im manuellen Modus und auch im Programmier-Modus läßt sich mit der „Schritt“ (Step)-Taste das Programm auf eventuelle Eingabefehler kontrollieren. Ein kurzes Antippen dieser Taste läßt das Programm um einen Schritt vorwärts springen. Ein etwa 2 Sekunden langes Festhalten bewirkt einen Schnelldurchlauf der Schritte, Loslassen beendet diesen Vorgang. Die „Schritt“ (Step)-Taste hat in keinem Modus (siehe

Bedienungsanleitung 1-3) einen Einfluß auf den Inhalt des Programmspeichers.

Mit der „Lösch“-Taste kann das Programm von jedem beliebigen Schritt ab gelöscht werden. Hierbei ist zu beachten, daß der Schritt, der gerade angezeigt wird, mitgelöscht wird. Nach dem Löschvorgang steht der Schrittzähler stets auf „0000“. Ein zweimaliges Betätigen der „Lösch“-Taste löscht in jedem Fall den gesamten Speicherinhalt.

Es ist außerdem möglich, von jeder beliebigen Stelle aus, den Text ganz oder teilweise ohne vorherige Löschung zu überschreiben. Dies führt allerdings zu einer erschwerenden Übersicht und erfordert eventuell das Eingeben eines „Stop“-Befehles, falls der neue Text im alten endet.

Alle „Befehle“ beziehen sich selbstverständlich nur auf den jeweils aufgerufenen Speicher. Bei Erreichen der Schrittzahl 2047 ist die Kapazität eines Speichers erschöpft und die DST 12 springt bei weiteren „Eingaben“ in den manuellen Modus zurück. Der Schrittzähler springt auf „0000“ zurück.

Soll ein Programm „abgerufen“ werden, so muß nach „Aufruf“ des gewünschten Speichers (1-12) die „Start“-Taste gedrückt werden. Das Programm läuft nun ab. Es kann optisch über die LED's und den Schrittzähler und auch akustisch über den Monitor verfolgt werden. Bei einem „Stop“-Befehl im Programm wird die Signalausgabe an dieser Stelle beendet.

Mehrmalige (auch beliebig oft!) Wiederholung

Soll z. B. ein „CQ“-Ruf mehrere Male hintereinander ausgestrahlt werden (unendlich lange ist auch möglich, widerspricht aber den zum Teil ungeschriebenen Gesetzen des Amateurfunks), so ist nach der „Start“-Taste die „Wiederhol“-Taste zu drücken. Ihr Auslösen bewirkt, daß bei einem „Stop-Befehl“ nicht gestoppt wird, sondern ein Zurückspringen des „Schritt“-Zählers auf „0000“ erfolgt und der Text erneut durchläuft.

Ein zweites Drücken der „Wiederholtaste“ löscht den „Wiederhol-Befehl“, so daß der Text bis zum Schluß durchläuft. Wird jedoch die „Start-Taste“ erneut betätigt, werden sowohl „Wiederhol“- als auch „Start-Befehl“ gelöscht und der Text sofort unterbrochen.

Sollen mehrere Texte mit Unterbrechungen in fester Reihenfolge aufeinander folgen, so ist nach jedem dieser Texte ein „Stop-Befehl“ zu schreiben, bei dem die DST 12 in „Start-Betrieb“ dann stoppt. Ein kurzes Betätigen der „Step“ (Schritt)-Taste läßt diesen Befehl dann überspringen, wodurch der nachfolgende Text ausgegeben wird, usw.

Um einen anderen Programm-Speicher (1-12) aufzurufen, ist es nicht erforderlich, in den manuellen Modus zurückzugehen, da ein Betätigen einer der 12 Aufruftasten ein automatisches „Reset“ bewirkt, egal, in welchem Modus sich die DST 12 befindet. Dieses heißt: „Start“, „Schreiben“ und die Schritte, angezeigt durch den Schrittzähler, werden gelöscht. Dies hat den Vorteil, daß nach Ablauf eines Programms sofort ein

anderes aufgerufen und gestartet werden kann.

Mit der „Reset“-Taste wird die DST 12 in den manuellen Modus zurückversetzt und der „Schrittzähler“ springt auf „0000“.

Nach Umschalten des sich in der Rückwand befindlichen Schiebeshalters „QSO-Schritt“ muß die „Reset“-Taste gedrückt werden, um eine korrekte Anzeige des „Schrittzählers“ zu gewährleisten. Durch Aufrufen eines der 12 Speicher wird diese Forderung ebenfalls erfüllt.

Wenn die Taste „Abstimmen“ (Tune) gedrückt wird, liegt für diese Zeit ein Dauersignal am Ausgang an, das zum Abstimmen des Senders dient.

Bei „Contest-Betrieb“ kann der Schrittzähler als „QSO-Zähler“ verwendet werden. Hierzu ist der rückseitige Schiebeshalter in die Stellung „QSO“ zu bringen. Mit der „Lösch-Taste“ ist es jetzt möglich, das vierstellige Display für die „QSO-Zählung“ auf „0000“ zu setzen. Der Programmspeicher wird nun von dieser Taste nicht mehr beeinflusst. Zum anderen ist es jetzt nicht mehr möglich, dieses Display mit irgendeiner anderen Taste zu beeinflussen. Die Funktionen der Tasten mit Ausnahme der „Lösch-Taste“ werden beim „QSO“-Zählen nicht geändert. Voraussetzung für das richtige Funktionieren der „QSO“-Anzeige ist, daß der Operator zum Schluß seines „QSO's“ nicht das „SK“ vergißt, d. h. er muß es korrekt in der Reihenfolge Pause... Pause —. — Pause eingegeben haben. Dies erfolgt am besten über die Programmier-Taste.

Bei manuellem Betrieb werden die „QSO's“ nicht gezählt.

Der zweite Schiebeshalter, der sich ebenfalls in der Rückwand der DST 12 befindet, dient dazu, ihren Ausgang von Relais-Tastung (Schließer-Kontakt) auf Spannungstastung umzuschalten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der äußere Anschluß der Klinkensteckerbuchse in der Rückwand der DST 12 den Minuspol bildet. Durch Umpolen der beiden Anschlüsse an einem der beiden Klinkenstecker der Verbindungsleitung ist Positiv- oder Negativ-Tastung möglich.

Punkt-Strich-Pausen-Verhältnis beim Morsecode sind den CW'ern unter den Amateuren bekannt.

Hier seien sie nochmal aufgeführt:

1 Strich entspricht der Länge von 3 Punkten. 1 Pause zwischen zwei Telegrafie-Impulsen entspricht der Länge eines Punktes.

Der Abstand zwischen zwei Buchstaben entspricht der Länge von 4 Punkten.

Der Wortabstand entspricht der Länge von sieben Punkten.

(Daß die Punkt-Strich-Verhältnisse sowie Punkt- und Strichlängen abweichen können, ist bekannt).

Die Pausen zwischen zwei Telegrafie-Impulsen werden in der DST 12 automatisch erzeugt. Eine zusätzlich eingegebene Pause entspricht hier exakt der Länge von 3 Punkten. Auf diese Weise ergibt sich zusammen mit der automatisch erzeugten Pause genau ein Buchstabenabstand. Das Eingeben von 2 zusätzlichen Pausen ergibt zusammen mit der automatischen Pause genau die Länge eines Wortabstandes.

ELV-Serie 7000

Wobbel-Funktions-Generator WFG 7000



Als weiteres Gerät in der ELV-Serie 7000 stellen wir Ihnen hier einen Funktionsgenerator mit besonders günstigem Preis-/Leistungsverhältnis vor, der einen Frequenzbereich von 0,2 Hz bis 200 kHz überstreicht und der mit einem großen Hub wobbelbar ist.

Einstellbare Funktionen sind: Sinus, Dreieck, Sägezahn, Rechteck, Impuls.

Darüber hinaus zeichnet sich das Gerät durch eine hohe Ausgangsspannung aus, die in weiten Grenzen einstellbar ist — ein Gerät also, das alles in allem auf die speziellen Erfordernisse des Hobby-Elektronikers zugeschnitten ist.

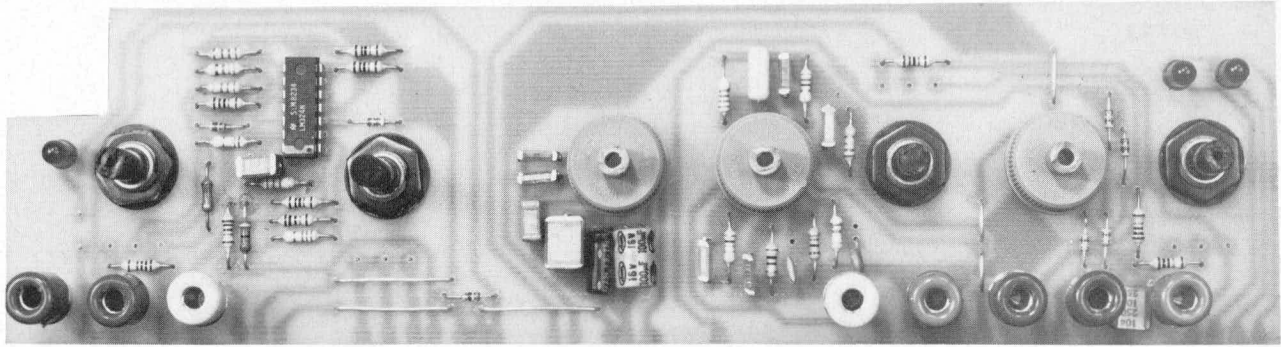
Allgemeines

Neben dem Multimeter und dem elektronisch stabilisierten Netzgerät zählt der Funktionsgenerator zu den wichtigen Bestandteilen der Grundausrüstung einer jeden Hobby-Elektronik-Werkstatt. Aus diesem Grunde haben wir einen vielseitigen und nützlichen, wie auch preiswert nachzubauenden Funktionsgenerator entwickelt, dessen herausragende Daten in Tabelle I zusammengefaßt sind. Besonders hervorzuheben ist der große Frequenzumfang, wobei

verhältnismäßig hohe Frequenzen als auch langsamste Funktionsabläufe realisiert werden können. Durch den maximalen Ausgangsspannungshub von 15 V_{SS} ist darüber hinaus die direkte Versorgung der am meisten anfallenden Meßobjekte möglich. Aber auch extrem kleine Spannungen von wenigen mV können präzise mit dem in dB geeichten Abschwächer und dem Analog-einstellpoti realisiert werden. Durch den Einbau eines internen Wobbel-Generators mit extern über Buchsen herausgeführten Sägezahn-Spannungsverlauf, kann das

Gerät über ca. eine Dekade gewobbel werden, d. h., daß sich die Frequenz des Funktionsgenerators automatisch zwischen zwei bestimmten Frequenzpunkten hin und her bewegt, wobei die Änderungsgeschwindigkeit, d. h. die Wobbelfrequenz, zusätzlich einstellbar ist.

All die vorgenannten Möglichkeiten machen den hier vorgestellten Funktionsgenerator zu einem außerordentlich universell einsetzbaren Gerät, das vom ELV-Ingenieur-Team speziell auf die Belange der Hobby-Elektroniker zugeschnitten ist.



Ansicht des Wobbel-Funktions-Generators WFG 7000 von vorn, vor dem Einbau ins Gehäuse

Zur Schaltung

Das Herz der Schaltung besteht aus dem seit mehreren Jahren auf dem Markt erhältlichen IC des Typs XR 2206. Es handelt sich hierbei um einen hochintegrierten Baustein, in dem sämtliche zur Erzeugung der verschiedenen Kurvenformen benötigten aktiven Funktionsgruppen enthalten sind. Man sollte jetzt jedoch nicht den Fehler machen anzunehmen, daß unter Verwendung dieses einen IC's bereits ein komfortabler Funktionsgenerator komplett wäre. Gewiß, stellt man keine Ansprüche hinsichtlich Bedienungskomfort und Ausgangsspannung, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, durch Hinzufügen einiger passiver Bauelemente einen Funktionsgenerator zu erhalten. Die Einsatzmöglichkeiten sind dann jedoch eingeschränkt. Allein für die Umschaltung der verschiedenen Funktionsabläufe werden 5 Schalter benötigt, die in den unterschiedlichsten Kombinationen zur Erreichung der gewünschten Funktionsabläufe betätigt werden müssen. Da sich in bestimmten Fällen auch die Ausgangsspannung ändern kann, muß darüber hinaus zu den entsprechenden Kurvenformen auch eine Amplitudenanpassung erfolgen, so daß die Ausgangsspannung immer einen exakt definierten Pegel aufweist. Um eine übersichtliche und anwendungsfreundliche Bedienung zu erreichen, sind beim ELV-Funktionsgenerator 5 Relais vorhanden, die über einen einzigen Drehschalter in übersichtlicher Weise die verschiedenen Funktionsabläufe steuern. Darüber hinaus wird der Wobbel-Generator automatisch über einen Schaltkontakt am Wobbel-Frequenzreglerpoti aktiviert. Hierzu wurde ein weiteres Relais benötigt. Es empfiehlt sich der Einsatz von Relais schon deshalb, um möglichst kurze Leiterbahnwege der Signalleitungen zu erzielen, da eine obere Grenzfrequenz von 200 kHz auch im Rechteckbereich mit entsprechend hohem Oberwellengehalt

einen möglichst optimalen Leiterbahnverlauf erfordert, um keine unerwünschten Verzerrungen zu erhalten.

Wie bereits erwähnt, stellt das IC 1 des Typs XR 2206 den Kern des Funktionsgenerators dar. Die frequenzbestimmenden Kondensatoren für die 6 Frequenzbereiche werden durch die Kondensatoren C 4 bis C 9 dargestellt. Die Umschaltung erfolgt über den Drehschalter S 1, wodurch die Frequenzbereiche in dekadische (10er) Schritte aufgeteilt sind.

Die analoge (stufenlose) Einstellung der Frequenz innerhalb der einzelnen mit S 1 schaltbaren Bereichen erfolgt mit dem Frequenzeinstellpoti R 3, dessen Potential über R 5 auf Pin 7 des IC 1 gelangt, wodurch die Ausgangsfrequenz beeinflussbar ist. Der in dieser Leitung liegende Relais-Kontakt re 6 schaltet darüber hinaus Pin 7 des IC 1 auf den mit dem IC 3 mit Zusatzbeschaltung aufgebauten Wobbel-Generator, der, sofern er aktiviert wurde, die Frequenz automatisch zwischen zwei Punkten steuert.

Mit Hilfe der Relaiskontakte re 1 bis re 4 erfolgt die Schaltung der Kurvenformen (Sinus, Dreieck, Sägezahn, Rechteck, Impuls), wobei die Ansteuerung dieser Relais über einen einzigen Drehschalter (S 3) erfolgt. Es ergibt sich dadurch eine besonders einfache Bedienung, was von Hause aus mit dem IC des Typs XR 2206 nur schwer möglich ist. Gleichzeitig mit der Kurvenformumschaltung erfolgt die Anpassung der Amplitude. Hierdurch steht dem Anwender immer eine definierte Ausgangsspannung zur Verfügung, die von der jeweils eingestellten Kurvenform (Funktion) weitgehend unabhängig ist und darüber hinaus selbstverständlich, wie bereits erwähnt, in weiten Bereichen eingestellt werden kann.

Der XR 2206 besitzt für die verschiedenen Kurvenformen zwei getrennte Ausgänge. Für Sinus, Dreieck und Sägezahn ist dies der

Ausgang Pin 2, während für Rechteck und Impuls der Ausgang Pin 11 zu benutzen ist.

Je nach eingestellter Funktion (Kurvenform) gelangt nun einer dieser beiden Ausgänge (Pin 2 oder Pin 11) auf einen in dB kalibrierten Abschwächer. Mit S 2 kann so die Amplitude in dekadischen Schritten umgeschaltet werden. An dieser Stelle sei zum besseren Verständnis noch einmal erläutert, daß eine spannungsmäßige Abschwächung um 20 dB eine Verkleinerung der Spannung um den Faktor 10 (1 Dekade) bedeutet. Die analoge (kontinuierliche) Abschwächung ist für die Funktionen Sinus, Dreieck, Sägezahn darüber hinaus mit dem Poti R 7 möglich, während für Rechteck und Impuls lediglich die dekadische Abschwächung erfolgen kann.

Damit nun eine möglichst hohe Ausgangsspannungs-Amplitude erreicht wird, die auch eine entsprechende Last zu treiben in der Lage ist, müssen entsprechende Leistungsverstärker nachgeschaltet werden, an die allerdings hohe Anforderungen zu stellen sind. Zum einen ist eine Übertragung von DC bis zur oberen Grenzfrequenz erforderlich und zum anderen ein möglichst geringer Innenwiderstand. Darüber hinaus bestehen Forderungen hinsichtlich Klirrfaktor und Intermodulationsfaktor, wobei sowohl extrem kleine als auch besonders große Signale möglichst verzerrungsarm übertragen werden sollen. Hinsichtlich der oberen Grenzfrequenz ist noch anzumerken, daß diese erheblich über der oberen Frequenz des Funktionsgenerators von 200 kHz liegen muß, um auch noch den hohen Oberwellengehalt bei Rechteck- und Dreiecksspannungen übertragen zu können. Forderungen von mindestens 1 MHz Bandbreite sind daher keineswegs übertrieben.

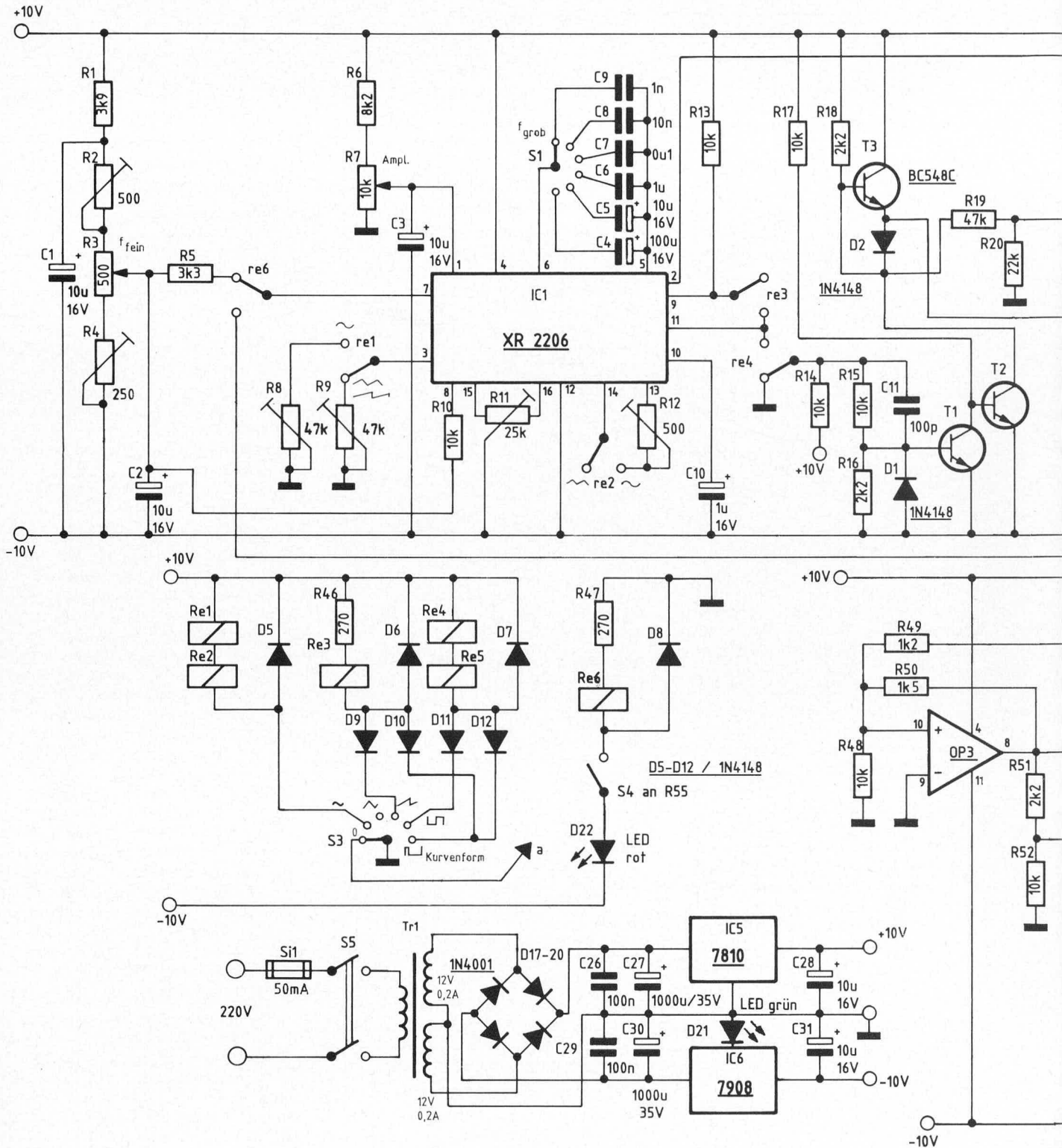
Es sind zwei unterschiedliche Verstärker notwendig. Der Verstärker für Sinus, Dreieck und Sägezahn ist mit den IC 2 und den Transistoren T 5/T 6 mit Zusatzschaltung aufgebaut. Das Rechteck- und Impulssignal wird durch die Transistoren T 1-T 3 und deren Beschaltung verstärkt. Da der Innenwiderstand sehr niedrig ist, kann durch Hinzufügen von R 44 bzw. R 45 ein definierter Ausgangswiderstand erreicht werden, bzw. durch Einsatz eines bipolaren Kondensators ist auch ein gleichspannungsfreies Ausgangssignal unabhängig vom DC-Pegeleinsteller vorgesehen.

Mit R 35 ist die Einstellung des DC-Offset bzw. die gleichspannungsmäßige Verschiebung des Ausgangssignals möglich.

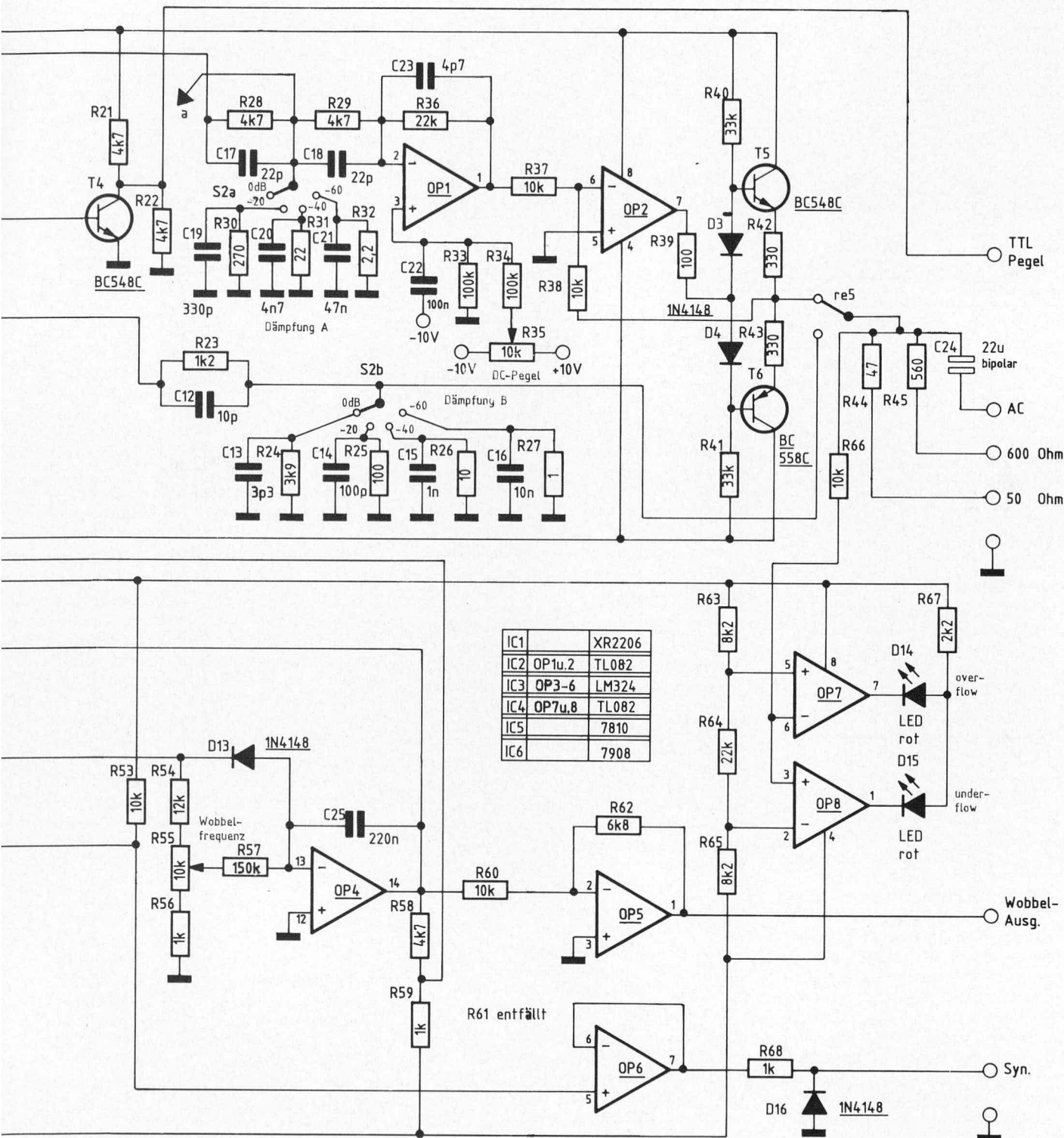
Tabelle 1

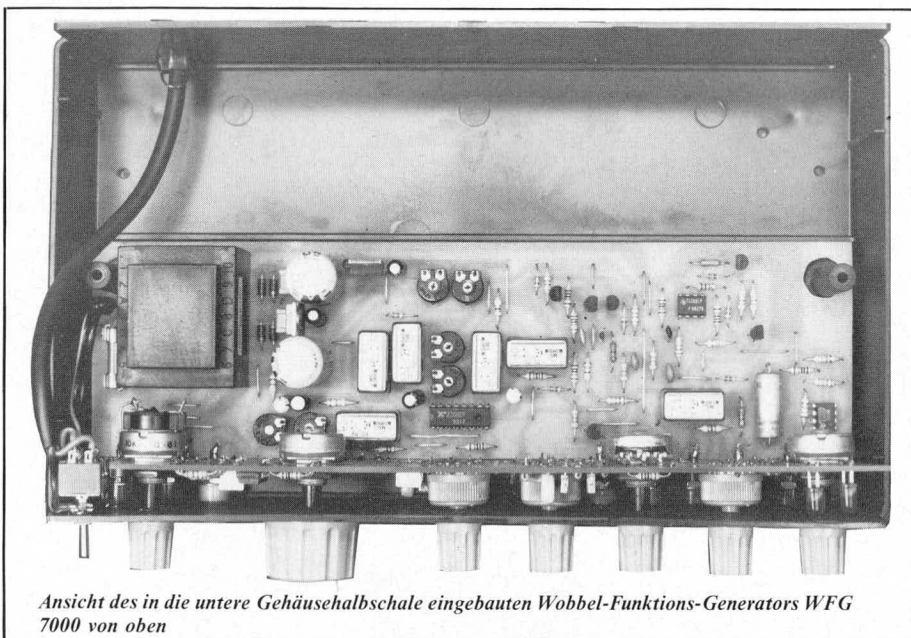
Technische Daten des WFG 7000

- Frequenzbereich: 0,2 Hz bis 200 kHz (Sinus, Dreieck, Rechteck)
0,1 Hz bis 100 kHz (Sägezahn, Impuls)
- Funktionen: Sinus, Dreieck, Sägezahn, Rechteck, Impuls
- Ausgangsspannung: max. 15 V_{ss} über Abschwächer einstellbar
- Klirrfaktor: ca. 0,5 % (1 kHz)
- zusätzlicher Synchronausgang mit TTL-Pegel (nur bei Rechteck und Impuls)
- eingebauter Wobbelgenerator mit einstellbarem Frequenzbereich von 1 Hz bis 10 Hz sowie extern verfügbarer Wobbelrampe und Triggerausgang mit TTL-Pegel.



Gesamtschaltbild des Wobbel-Funktions-Generators WFG 7000





Ansicht des in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Wobbel-Funktions-Generators WFG 7000 von oben

Eine Mittenanzeige der Ausgangsspannung erfolgt mit Hilfe des IC 4 mit Zusatzbeschaltung. Sofern die Amplitude des Ausgangsimpulses mit S 2 und R 7 auf Maximum eingestellt wurde, ist das Ausgangssignal gleichspannungsfrei, d. h. symmetrisch, wenn weder LED 14 noch LED 15 leuchten. Sobald mit dem DC-Pegeleinsteller R 35 eine Verschiebung dieses Pegels nach oben oder nach unten vorgenommen wird, leuchtet eine der beiden LED's auf, wobei die Helligkeit von der eingestellten Kurvenform und der Größe der Ausgangsspannungsverschiebung abhängig ist.

Mit T 4 wird ein Trigger-Signal mit TTL-Pegel ausgekoppelt, das die Möglichkeit der externen Synchronisierung von Oszilloskopen o. ä. eröffnet.

Dieses Triggersignal steht jedoch nur bei den Funktionen „Rechteck“ und „Impuls“ zur Verfügung, um Einstreuungen in die anderen Kurvenformen auszuschließen. Der Wobbel-Generator wird mit dem IC 3 des Typs LM 324 mit Zusatzbeschaltung realisiert. OP 3 und OP 4 stellen hierbei den eigentlichen Dreieck-Generator dar, der in dem hier vorliegenden Fall mit einem Integrator (OP 4) und einem Komparator (OP 3) aufgebaut wurde. Die Wobbel-Frequenz ist mit dem Poti R 55 einstellbar, das gleichzeitig über einen Schaltkontakt verfügt. Befindet sich R 55 am Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn), ist der Wobbel-Generator deaktiviert, d. h., die Frequenz des Funktions-Generators wird mit S 1 (dekadisch) und R 3 (analog) eingestellt. Sobald R 55 im Uhrzeigersinn gedreht wird, ist der Wobbel-Generator eingeschaltet und die Frequenz des Funktions-Generators ändert sich jetzt durch die Ansteuerung des Wobbel-Generators. Die obere und untere Grenz-Frequenz, d. h. der Frequenzbereich, in dem gewobbelt werden soll, kann mit S 1 gewählt werden, wobei die Geschwindigkeit der Frequenzänderung, d. h., die Wobbel-Frequenz, mit R 55 einstellbar ist.

OP 5 dient in diesem Zusammenhang zur Anpassung der Wobbel-Amplitude, die mit einem konstanten Hub von 15 V_{SS} extern zur Verfügung steht. OP 6 sorgt für ein wobbel-

frequenzsynchrones TTL-Triggersignal, so daß Oszilloskope o. ä. auch mit der Wobbel-Frequenz extern getriggert werden können.

Bedingt durch die leistungsfähige Endstufe sowie die komfortable Bedienung in Verbindung mit 6 Relais, ist auch ein verhältnismäßig starkes Netzteil erforderlich, das aber dennoch in einer Größe gehalten werden konnte, wo der Einsatz eines vergossenen Print-Trafos noch realisierbar ist. Aufgebaut mit zwei Festspannungsreglern erübrigt sich eine nähere schaltungstechnische Erläuterung.

Zum Nachbau

Mit Ausnahme des Netzschalters sind sämtliche aktiven und passiven Bauelemente auf den beiden Leiterplatten untergebracht. Durch die inzwischen seit mehreren Jahren erfolgreich von ELV eingesetzte Verbindungstechnik des direkten Verlötnens von zwei Leiterplatten, ist darüber hinaus der Verdrahtungsaufwand auf ein absolutes Minimum beschränkt, was sicher zur Nachbausicherheit und zur Vermeidung von Fehlerquellen beiträgt. Hierdurch wird der Nachbau nicht nur den Profis ermöglicht, obgleich es sich um eine verhältnismäßig aufwendige und komplexe Schaltung handelt.

In gewohnter Weise und Reihenfolge werden die Bauelemente anhand der Bestückungspläne und der Stückliste auf die beiden Platinen gesetzt und verlötet.

Nachdem die Bestückung noch einmal sorgfältig kontrolliert wurde, können die beiden Leiterplatten miteinander verlötet werden. Hierzu wird die kleine Platine senkrecht an die Basisplatine gesetzt, und zwar so, daß erstgenannte ca. 3 mm unter der Basisplatine hervorragt. Dann können beide Platinen miteinander an den einzelnen Leiterbahnen miteinander verlötet werden. Zu beachten ist hierbei, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen bilden. Bei der Selbstherstellung der Platinen ist in diesem Zusammenhang besonders darauf zu achten, daß auch die Ränder der Leiterplatten sorgfältig geätzt werden, und sich keine feinen Haarverbindungen ergeben. Vorsichtshalber sollte vor Beginn der

Bestückung mit einem Ohmmeter eine Überprüfung erfolgen, da auch feinste Kurzschlüsse, die mit dem Auge kaum wahrnehmbar sind, die einwandfreie Funktion des Gerätes beeinträchtigen können.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen sei an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich hingewiesen.

Kalibrierung

Damit das Gerät später sinnvoll eingesetzt werden kann, ist eine sorgfältige Einstellung der erforderlichen Kalibrierungspunkte unvermeidlich, um auch die volle Leistung des Funktions-Generators erreichen zu können. Diese Einstellarbeiten sind nicht besonders schwierig und können mit einfachen Hilfsmitteln durchgeführt werden.

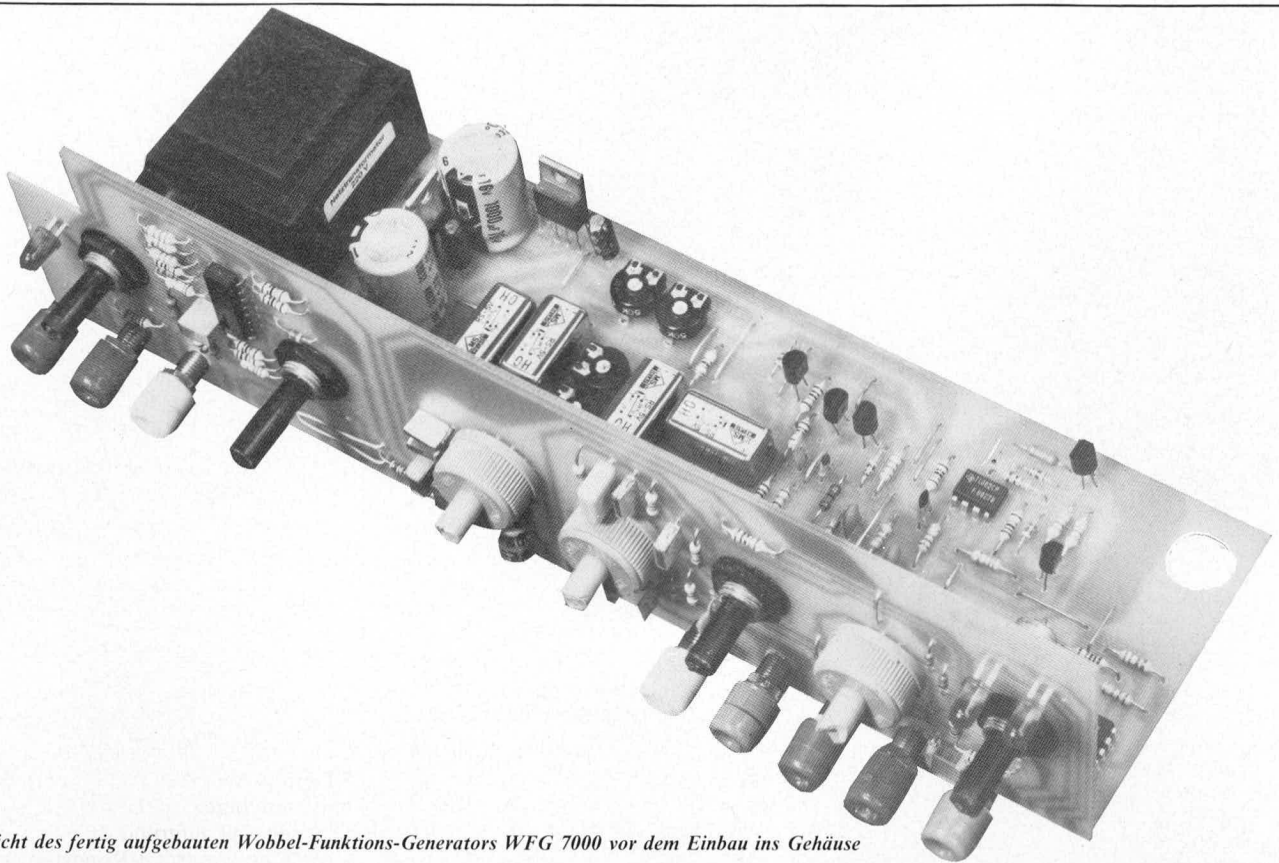
Unentbehrliches Hilfsmittel ist hierbei ein Multimeter. Weitere hilfreiche Meßgeräte sind ein Frequenzzähler, ein Oszilloskop und evtl. noch ein Klirrfaktormeßgerät.

Zunächst wird der mit R 3 kontinuierlich einstellbare Frequenzbereich einer jeden Bereichstufe eingestellt. Dies erfolgt mit Hilfe der Trimmer R 2 und R 4, wobei R 2 die untere und R 4 die obere Frequenz festlegt. S 1 bringen wir hierzu in eine der beiden mittleren Bereichstellungen. Die unteren Bereiche sind aufgrund der erhöhten Toleranzen der Elektrolyt-Kondensatoren und die beiden oberen Bereiche aufgrund der Eigenkapazität weniger gut für die Einstellung geeignet. R 3 wird jetzt zunächst auf Rechtsanschlag gebracht (im Uhrzeigersinn).

Mit R 4 wird alsdann die obere Grenzfrequenz des mit S 1 eingestellten Bereiches von 200 Hz bzw. 2,0 kHz eingestellt. Anschließend ist R 3 auf Linksanschlag zu bringen (entgegen dem Uhrzeigersinn). Mit R 2 wird nun die untere Grenzfrequenz von 20 Hz bzw. 200 Hz einjustiert. Da sich jeweils bei der zweiten Einstellung die erste geringfügig mitverschiebt, ist dieser Vorgang ggf. mehrmals zu wiederholen. Durch Verdrehen von S 1 müßten die übrigen Frequenzbereiche jetzt ebenfalls in den entsprechenden Grenzen kontinuierlich mit R 3 einstellbar sein. Ist ein mit S 1 einstellbarer Bereich zu höheren Frequenzen hin verschoben, so kann der entsprechende Kondensator durch Parallelschaltung eines weiteren Kondensators angepaßt werden, während bei einer Frequenzverschiebung nach unten hin, ggf. der betreffende Kondensator gegen einen etwas kleineren zu tauschen ist. Besonders bei Elektrolyt-Kondensatoren sind die Toleranzen zum Teil nennenswert — in den meisten Fällen sind die Werte 20 bis 50 % zu groß.

Zur Einstellung der max. Ausgangsamplitude von 15 V_{SS} geht man wie folgt vor:

Zunächst wird S 2 in Stellung „0dB“ und R 7 auf Rechtsanschlag gebracht (im Uhrzeigersinn). Vorher ist mit Hilfe des DC-Pegeleinstellers der Ausgangspegel gleichspannungsfrei zu machen, d. h. man mißt die Ausgangsspannung mit einem Gleichspannungsmesser und dreht vorher R 7 kurz auf 0 (entgegen dem Uhrzeigersinn) wobei dann mit R 35 die Ausgangsspannung auf 0 V einzustellen ist. Anschließend ist R 7 wieder auf Rechtsanschlag zu bringen.



Ansicht des fertig aufgebauten Wobbel-Funktions-Generators WFG 7000 vor dem Einbau ins Gehäuse

In einem der mittleren Frequenz-Bereiche kann nun bei den verschiedenen Kurvenformen der entsprechende Amplitudenregler R 8 bzw. R 9 so eingestellt werden, daß die Ausgangsspannung gerade $15 V_{SS}$ beträgt. Dies erkennt man daran, daß beide Leuchtdioden (LED 14 und LED 15) nicht aufleuchten. Wird R 8 bzw. R 9 etwas zu weit gedreht, müßten beide Dioden gleichzeitig zu leuchten beginnen. R 8 ist für die Einstellung der Amplitudengröße für Sinus zuständig, während R 9 bei Dreieck und Sägezahn kalibriert werden muß.

Sofern für die Einstellung der Frequenzgrenzen des Analogstellpotis R 3 kein Frequenzzähler zur Verfügung steht, kann jetzt im niedrigen Frequenzbereich die Einstellung von R 2 und R 4 mit Hilfe der Mittenanzeige erfolgen, indem auf Sinus geschaltet wird und mit dem DC-Pegeleinsteller der Ausgangsgleichspannungspegel verschoben wird. Bei max. eingestellter Amplitude (mit S 2 und R 7) blinkt jetzt eine der beiden Pegel-LED's rhythmisch auf im Takte der Frequenz, die im Bereich von 0,2 Hz (Periodendauer 5 Sekunden) bzw. 2,0 Hz (Periodendauer ca. 0,5 Sekunden) liegt. Aufgrund der niedrigen Blinkfolge kann relativ zuverlässig auf die Frequenz geschlossen werden. Wie bereits erwähnt, sind die Einstellungen von R 2 und R 4 ggf. mehrfach zu wiederholen und evtl. Toleranzen der beiden großen Kondensatoren für die niedrigsten Frequenzbereiche zu berücksichtigen.

Die Einstellung der höheren Frequenzbereiche ist mit dieser Methode selbstverständlich nicht möglich und man muß sich auf die Genauigkeit der Kondensatoren verlassen es sei denn, man verfügt über ein entsprechend genaues Kapazitätsmeßgerät. In diesem Falle kann man durch Ausmessen

der einzelnen Kondensatoren auch in den höheren Frequenzbereichen auf eine entsprechende Frequenzübereinstimmung mit der Skala schließen, sofern sich diese Kondensatoren immer um den Faktor 10 von dem Wert des Kondensators im untersten Frequenzbereich unterscheiden, d. h. also, wenn C 1 eine Kapazität von z. B. $105,3 \mu F$ aufweist und R 2 bzw. R 4 so eingestellt wurden, daß mit R 3 die Frequenzeinstellung von 0,2 Hz bis 2,0 Hz reicht, müßte C 2 einen Wert von $10,53 \mu F$ aufweisen, damit die Frequenz mit R 3 von 2 Hz bis 20 Hz in diesem Bereich eingestellt werden kann. Für den nächstfolgenden Bereich würde die Kapazität $1,053 \mu F$ betragen müssen usw.

Kommen wir nun zur Einstellung der Sinusfunktion bzw. der Umschaltung von Sinus auf Dreieck.

Dies geschieht über den Kontakt re 2. Solange er geöffnet ist, liegt an dem Ausgang Pin 2 des IC 1 je nach Stellung der übrigen Schaltkontakte eine Dreieck- bzw. Sägezahnfunktion an. Sobald re 2 schließt, kann mit Hilfe des Trimmers R 12 die Ausgangsfunktion auf „Sinus“ eingestellt werden. Im einfachsten Fall dreht man S 1 und R 3 auf niedrigste Frequenz und schließt an den Ausgang ein Analogmultimeter (Zeigerinstrument) an und verfolgt den Zeigeraus-schlag, der möglichst einem sinusförmigen Spannungsverlauf folgen sollte, wozu allerdings ein Gerät mit Skalenmittelpunkt erforderlich ist. Bei sinusförmigem Spannungsverlauf muß die Zeigergeschwindigkeit im Nulldurchgang der Sinuskurve, also im Skalenmittelpunkt, am größten sein und bei den beiden Endausschlägen (Spannungsminimum und Spannungsmaximum), wo der Umkehrpunkt der Sinuskurve liegt, sehr langsam sein. Der Zeigeraus-schlag sollte jedoch nicht an den Endpunkten für kurze

Zeit stehen bleiben. Tut er dies dennoch, deutet das auf eine Abplattung an den Scheitelpunkten der Sinuskurve hin. Mit etwas Gefühl läßt sich auch auf diese einfache Weise R 12 so einjustieren, daß der Kurvenverlauf sinusförmig ist. In den anderen Frequenzbereichen stimmt der Verlauf dann automatisch.

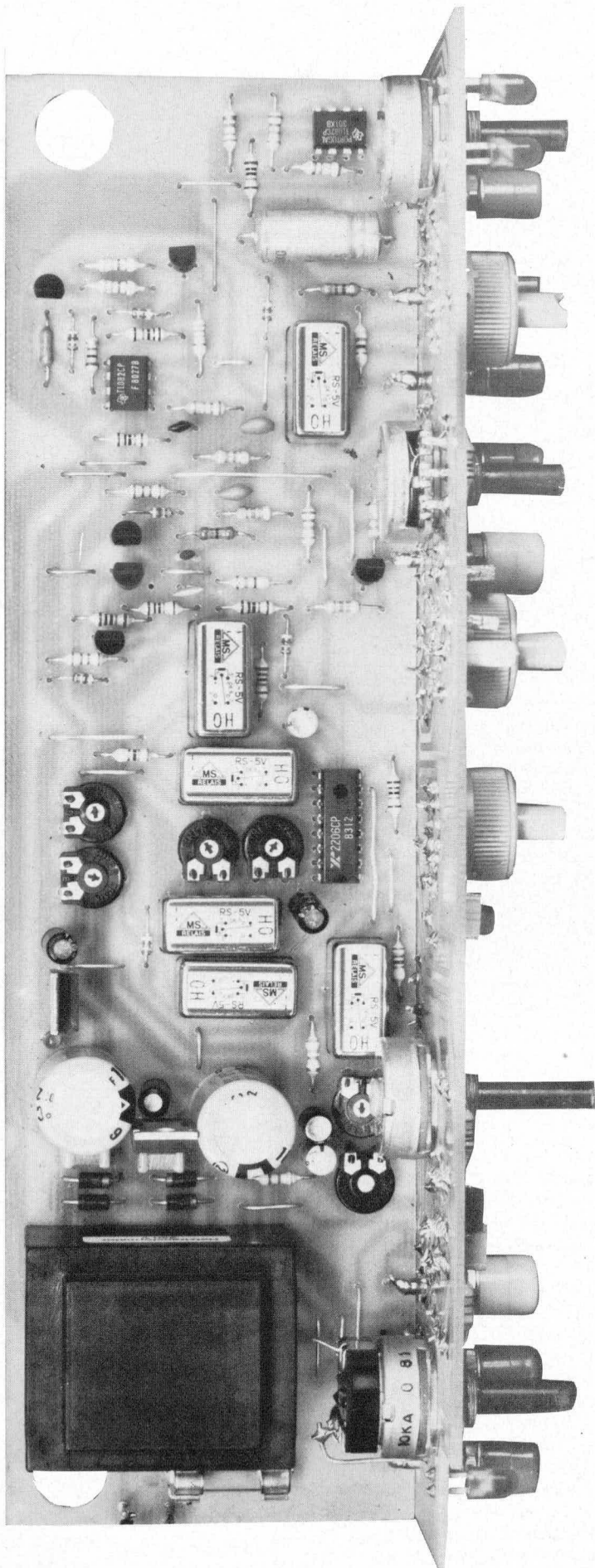
Besser kann man den Kurvenverlauf selbstverständlich anhand eines Oszilloskopes einstellen, während unter Zuhilfenahme einer Klirrfaktormeßbrücke der Kurvenverlauf optimiert werden kann, wobei zusätzlich mit R 11 ein Feinabgleich möglich ist. Ansonsten befindet sich R 11 in Mittelstellung.

Mit dem Schaltkontakt re 3 wird je nach Stellung der übrigen Kontakte von Dreieck auf Sägezahn bzw. von Rechteck auf Impuls umgeschaltet. Eine besondere Einstellung ist hierzu nicht erforderlich, da das Tastverhältnis mit ca. 1:2 durch die Dimensionierung von R 5 und R 10 bereits fest vorgegeben ist.

Ebenfalls ist ein Abgleich des Wobbel-Generators nicht erforderlich, da durch die exakte Dimensionierung der entsprechenden Bauelemente hierauf verzichtet werden konnte, zumal gewisse Toleranzen im Wobbel-Frequenzbereich vollkommen unerheblich sind.

Sollte der Wobbelhub nicht ausreichen, oder der Wobbelgenerator nicht anschwingen, so ist leicht Abhilfe zu schaffen, indem der Widerstand R 49 geringfügig (± 100 bis 200Ω) geändert wird (evtl. durch Reihenschaltung „Widerstand + Trimmer“).

Sind die vorstehend beschriebenen Kalibrierungspunkte sorgfältig durchgeführt, steht dem meßtechnischen Einsatz dieses vielseitigen Gerätes nichts mehr im Wege.



Ansicht der fertig bestückten Platinen des Wobbel-Funktions-Generators WFG 7000

Stückliste WFG 7000

Halbleiter

IC1	XR 2206
IC2	TL 082
IC3	LM 324
IC4	TL 082
IC5	7810
IC6	7908
T1-T5	BC548C
T6	BC558C
D1-D13, D16	IN4148
D14, D15, D22	LED, rot, 5 mm
D17-D20	IN4001
D21	LED, grün, 3 mm

Widerstände

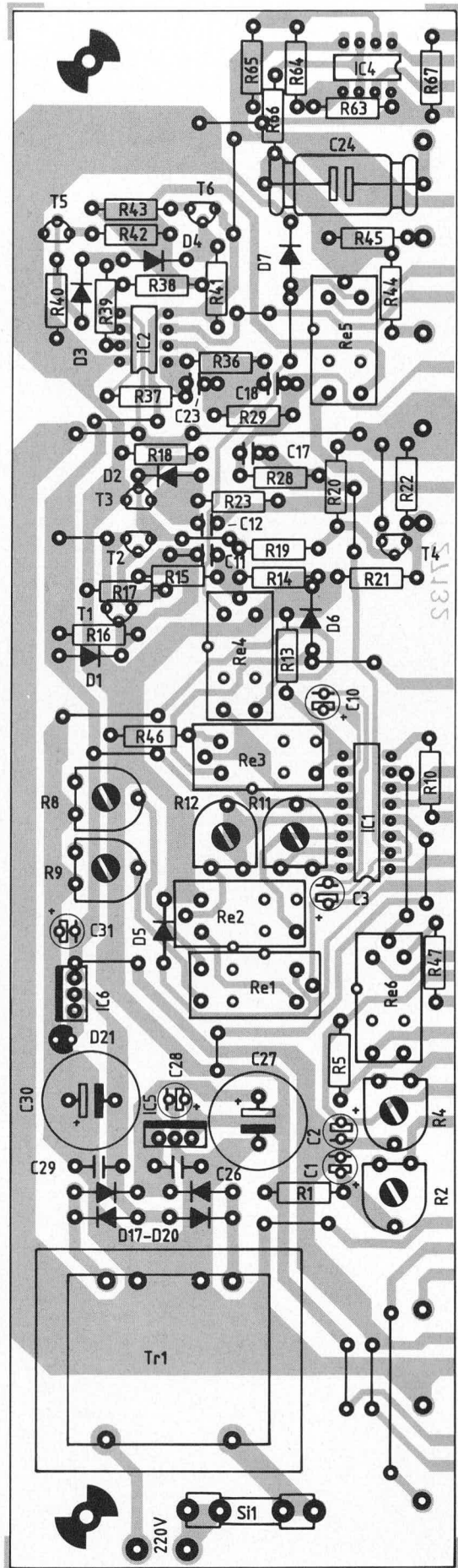
R1	3,9 k Ω
R2	500 Ω , Trimmer
R3	500 Ω , Poti, 6 mm Achse, lin
R4	250 Ω , Trimmer
R5	3,3 k Ω
R6	8,2 k Ω
R7	10 k Ω , Poti, 6 mm Achse, lin
R8, R9	47 k Ω , Trimmer
R10, R13-R15, R17	10 k Ω
R11	25 k Ω , Trimmer
R12	500 Ω , Trimmer
R16, R18	2,2 k Ω
R19, R21	47 k Ω
R20	22 k Ω
R21, R22	4,7 k Ω
R23	1,2 k Ω
R24	3,9 k Ω
R25	100 Ω
R26	10 Ω
R27	1 Ω
R28, R29	4,7 k Ω
R30	270 Ω
R31	22 Ω
R32	2,2 Ω
R33	100 k Ω
R34	100 k Ω
R35	10 k Ω , Poti, 6 mm Achse, lin
R36	22 k Ω
R37, R38	10 k Ω
R39	100 Ω
R40, R41	33 k Ω
R42, R43	330 Ω
R44	47 Ω
R45	560 Ω
R46, R47	270 Ω
R48, R52, R53, R60	10 k Ω
R49	1,2 k Ω
R50	1,5 k Ω
R51	2,2 k Ω
R54	12 k Ω
R55	10 k Ω Poti, 6 mm, lin, mit Schalter
R56	1 k Ω
R57	150 k Ω
R58	4,7 k Ω
R59	1 k Ω
R62	6,8 k Ω
R63	8,2 k Ω
R64	22 k Ω
R65	8,2 k Ω
R66	10 k Ω
R67	2,2 k Ω
R68	1 k Ω

Kondensatoren

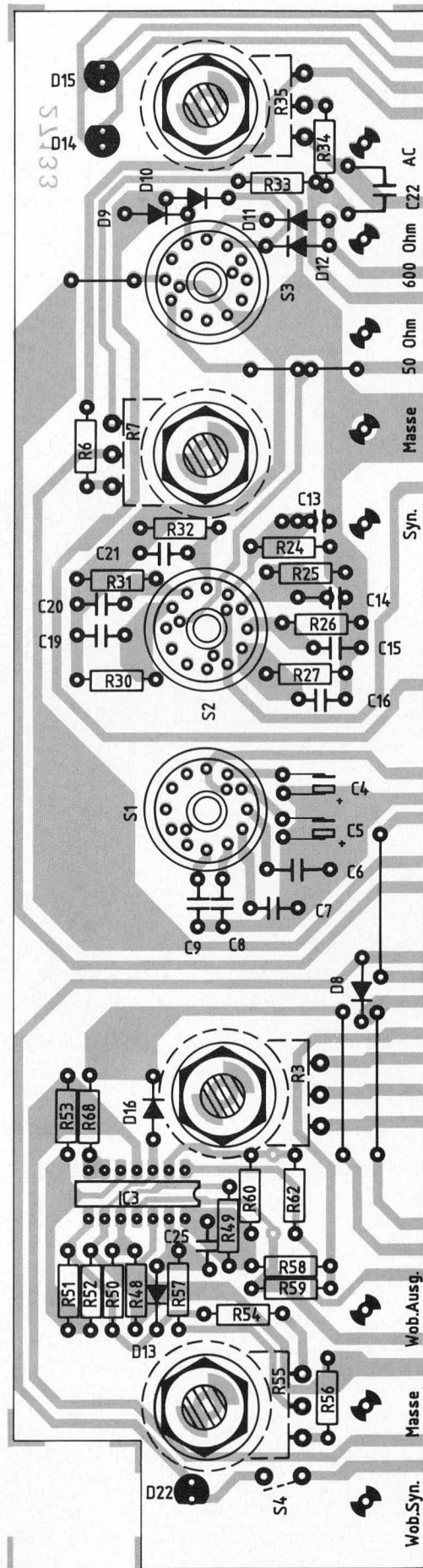
C1-C3	10 μ F/16 V
C4	100 μ F/16 V
C5	10 μ F/16 V
C6	1 μ F
C7	100 nF
C8	10 nF
C9	1 nF
C10	1 μ F/16 V
C11	100 pF
C12	10 pF
C13	3,3 pF
C14	100 pF
C15	1 nF
C16	10 nF
C17, C18	22 pF
C19	330 pF
C20	4,7 nF
C21	47 nF
C22	100 nF
C23	4,7 pF
C24	22 μ F bipolar
C25	220 nF
C26, C29	100 nF
C27, C30	1000 μ F/35 V
C28, C31	10 μ F/16 V

Sonstiges

Tr. 1	prim 220 V/4,5 VA 2 x 12 V, 0,2 A
Si1	50 mA
S1	ITT Präzisionsdrehesalter 6.2.S
S2	ITT Präzisionsdrehesalter 4.3.S
S3	ITT Präzisionsdrehesalter 6.2.S
S5	Kippschalter 2 um
Rel-Re6	National Präzisionsrelais, hermetisch abgeschirmt und vergossen TYP NSP
2 Lötstifte	
1 Platinensicherungshalter	



Bestückungsseite der Basisplatine des Wobbel-Funktions-Generators WFG 7000



Bestückungsseite der Frontplatine des Wobbel-Funktions-Generators WFG 7000

ELV-Serie 7000

ELV-Serie 7000

Leistungs-Netzteil LNT 7000

0-20 V, 0-5 A



Mit der Schaltung des hier vorgestellten Leistungsnetzteils LNT 7000 kommen wir dem Wunsch vieler Leser nach einem möglichst großen Ausgangsstrom entgegen. Mit einem Spannungsbereich von 0-20 V bei einem max. Strom von 5 A (Dauerstrom 3 A), dürften die meisten Anwendungsfälle auch bei größerem Strombedarf abgedeckt werden.

Darüber hinaus zeichnet sich das Gerät durch die getrennte Einstellbarkeit von Spannung und Strom bei gleichzeitig getrennter digitaler Anzeige aus.

Durch die ausgereifte Schaltungstechnik, ohne nennenswerten Verdrahtungsaufwand, ist der Nachbau verhältnismäßig einfach durchzuführen.

Allgemeines

Die ausgezeichneten Leistungsdaten des LNT 7000 sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

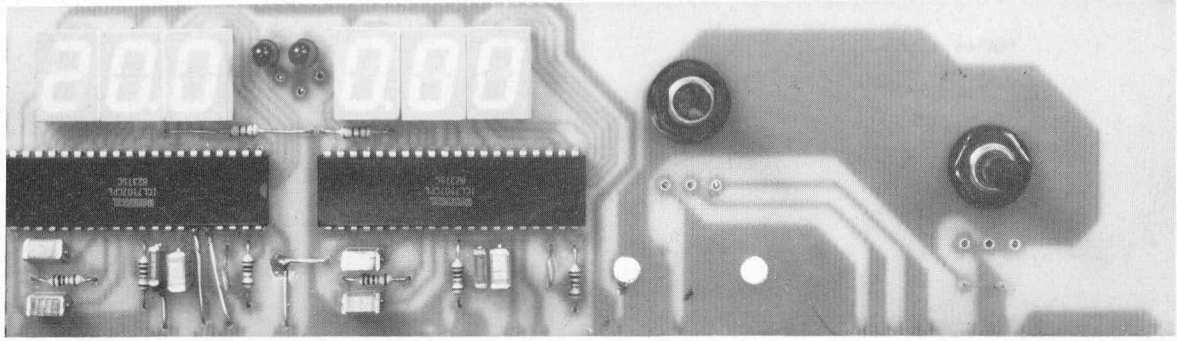
Auch ist ein Nachbau mit verhältnismäßig geringem Aufwand möglich, verzichtet man auf die beiden digitalen Anzeigeinstrumente für Spannung und Strom. Diese können je nach Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt einzeln oder gemeinsam nachgerüstet werden. Die dazu erforderliche Stromversorgung ist bereits in der Grundversion des Leistungsnetztes enthalten.

Die Einsatzmöglichkeiten dieses leistungsfähigen Netzgerätes erstrecken sich über den gesamten Werkstattbereich, wobei auch speziell für Modell-Eisenbahner dieses Netzgerät aufgrund der entsprechenden Daten gut geeignet ist.

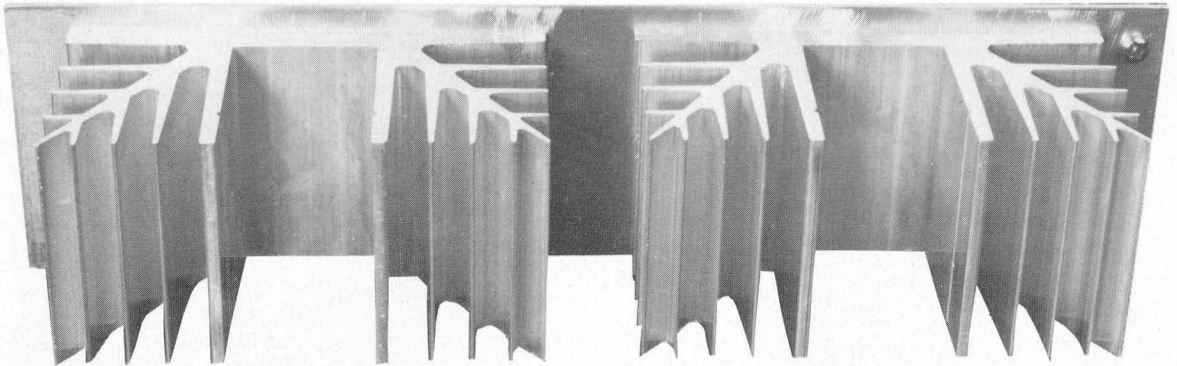
Tabelle I

Technische Daten des ELV-Leistungs-Netzgerätes LNT 7000:

Spannungsbereich:	0 bis 20 Volt
Strombereich:	0 bis 5 A/Dauer 3 A
Spannung und Strom getrennt einstellbar. (bei maximalem Ausgangsstrom ist die Ausgangsspannung auf ca. 18 V begrenzt)	
Brumm und Rauschen	
Spannungskonstanter:	ca. 1 mV _{eff}
Stromkonstanter:	ca. 0,01 %
Innenwiderstand	
Spannungskonstanter:	typ. 10 mΩ = 0,01 Ω (!)
Stromkonstanter:	typ. 20 kΩ



Ansicht des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 von vorn, vor dem Einbau ins Gehäuse



Ansicht des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 von der Rückseite her gesehen, vor dem Einbau ins Gehäuse

Zur Schaltung

Zu der hohen Qualität des hier vorgestellten Netzgerätes tragen nicht zuletzt die getrennte Einstellbarkeit von Spannung und Strom über den gesamten Bereich bei. Um dies verwirklichen zu können, sind zwei völlig getrennte Regler (einer für Spannung — der andere für Stromeinstellung) notwendig, mit einer zusätzlichen, nachgeschalteten Auswertlogik, die entscheidet, welcher der beiden Regler nun tatsächlich die Leistungsendstufe ansteuert.

Die Regler selbst bestehen im wesentlichen aus den beiden Operationsverstärkern OP 1 und OP 2, die in einem IC (IC 4) des Typs TL 082 integriert sind.

Die beiden OP's vergleichen nun den Sollwert mit dem Istwert bzw. einen Teil davon (Sollwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils haben soll und der mit den Potentiometern R 19 bzw. R 23 vorgegeben wird — Istwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils tatsächlich hat, d. h., es wird eine möglichst gute Übereinstimmung von Soll- und Istwert angestrebt).

Kommen wir nun zur Funktion der Auswertlogik. Sie muß, wie vorhin schon erwähnt, die Entscheidung treffen, welcher der beiden Regler tatsächlich im Einsatz ist. Angezeigt wird dies durch Aufleuchten von D 4 oder D 5 auf der Frontplatte, wobei im Grenzbereich sowohl D 4 als auch D 5 leuchten. Der Schalter S 2 befindet sich hierbei in Stellung „Stromkonstanter“, d. h. er ist geöffnet. Wird S 2 in Stellung „S_{ein}“ gebracht, schaltet das Netzgerät bei Erreichen des mit R 19 eingestellten Stromes den Ausgang ab und erst wieder an, wenn S 2 in Stellung „Stromkonstanter“ gebracht wird.

Aufgrund der präzisen Regelung über 2 Operationsverstärker mit hoher Schleifenverstärkung, kann die Auswertlogik sehr einfach realisiert werden — in unserem Falle mit den beiden Dioden D 4 und D 5. Die Funktion ist wie folgt:

Über die Stromquelle (T 5 mit Zusatzbeschaltung) wird in die Basis der Endstufentransistoren ein konstanter Strom eingespeist. Je nachdem, welcher der beiden Operationsverstärker (OP 1 für Stromregelung — OP 2 für Spannungsregelung) nun den Ausgang auf niedrigeres Potential steuern möchte, geht der entsprechende Ausgang in Richtung negativer Spannung, wodurch die betreffende LED (D 4 bzw. D 5) leitend wird. Hierdurch wird von dem über T 5 eingespeisten Basisstrom ein entsprechend großer Strom abgezogen, so daß die Endstufe weniger durchsteuern kann. Der gerade nicht im Einsatz befindliche Regler führt am Ausgang des entsprechenden Operationsverstärkers hohes Potential, so daß die entsprechende LED sperrt und die Endstufe nicht beeinflussen kann.

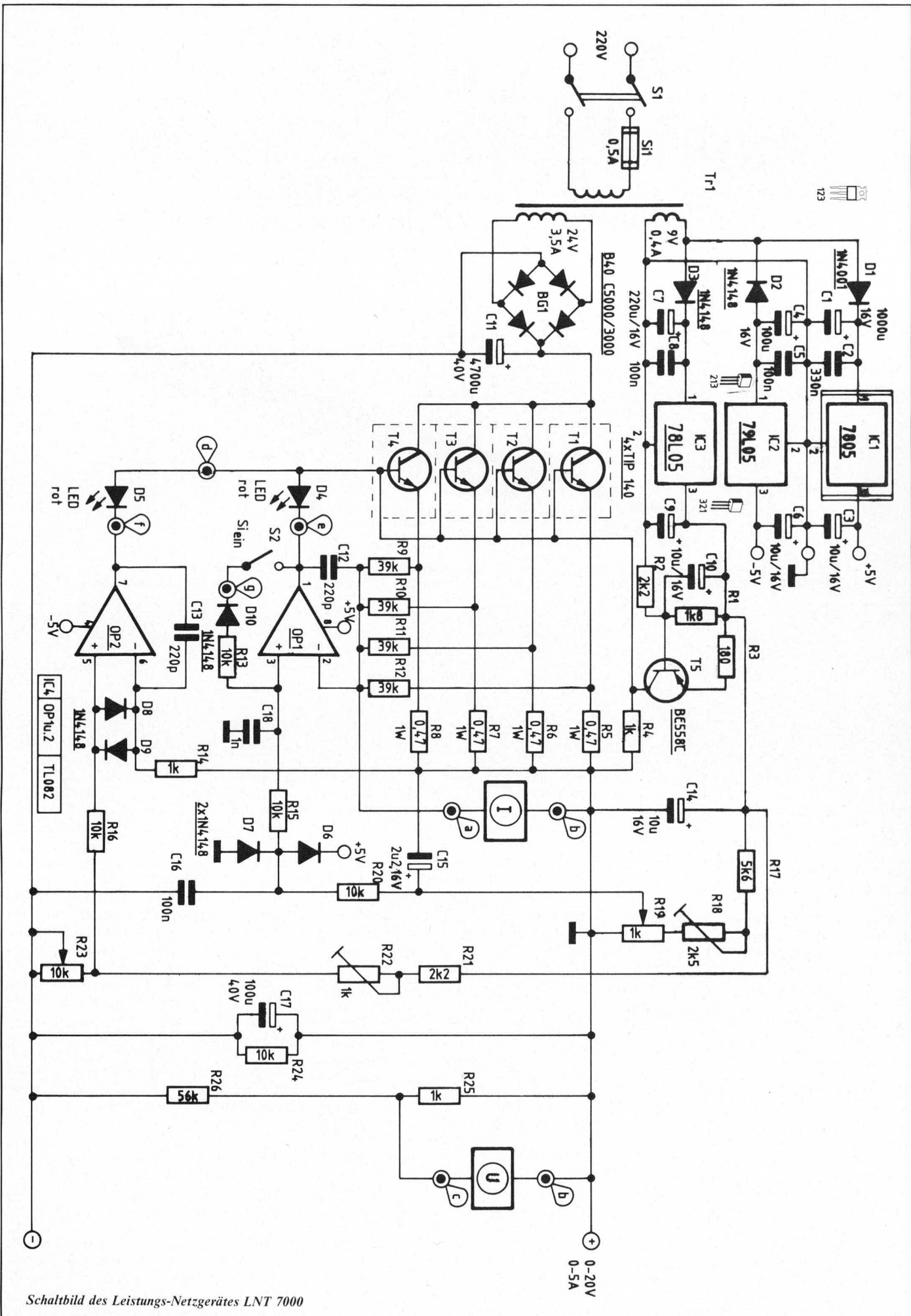
Auf eine Besonderheit der Regelelektronik wollen wir in diesem Zusammenhang eingehen:

Der Bezugspunkt der gesamten Regelung ist die positive Ausgangsspannung, d. h., die Elektronik „schwimmt“ auf der positiven Versorgungsspannung. Hierzu ist es erforderlich, daß für die Speisung der Regelelektronik eine vollkommen potentialfreie Versorgungsspannung zur Verfügung steht. Diese gewinnen wir durch eine getrennte Sekundär-Trafowicklung mit 9 V in Verbindung mit 3 Festspannungsreglern und entsprechender Zusatzbeschaltung.

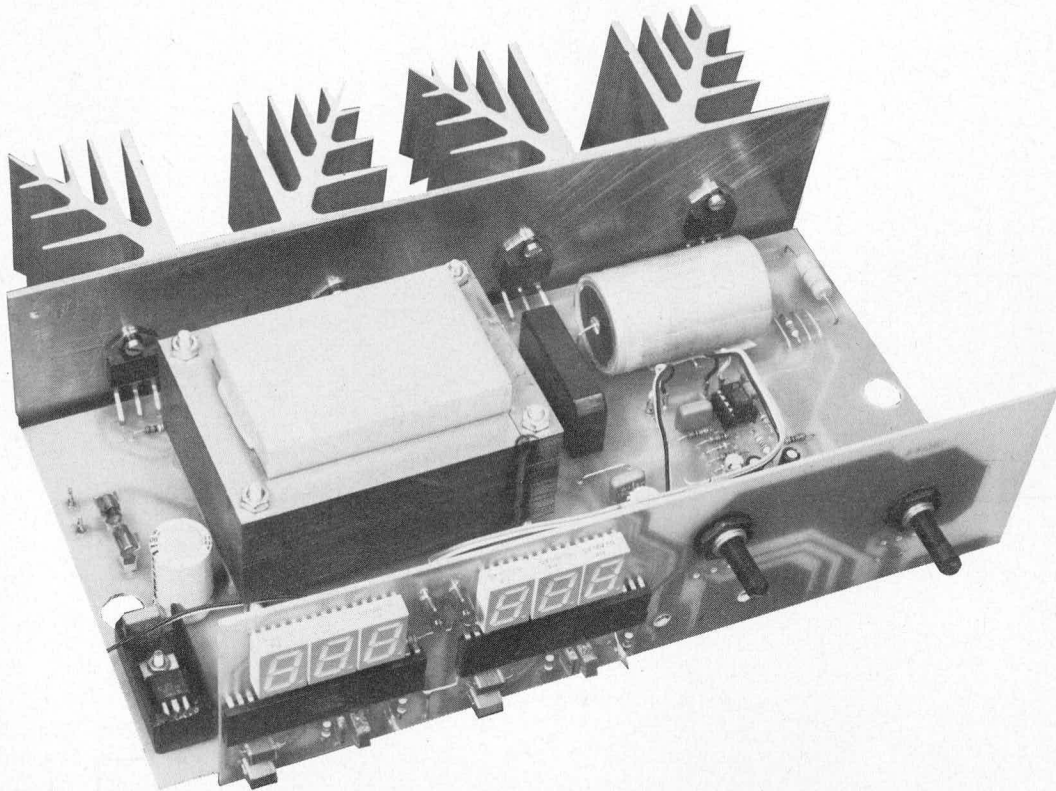
Die eigentliche Speisung der Regelelektronik

erfolgt über das IC 1 (7805) und IC 2 (79L05). Für das IC 1 wurde ein „I A-Regler“ eingesetzt, damit dieser gleichzeitig die Versorgung der Anzeigeinstrumente mit übernehmen kann. Für das IC 2 reicht in jedem Fall ein kleiner Spannungsregler, da auch bei Einsatz der digitalen Anzeigeinstrumente die negative Versorgungsspannung nur wenig belastet wird.

Ein weiterer + 5 V-Spannungsregler (IC 3) des Typs 78L05 dient der Referenzspannungserzeugung sowohl für den Spannungs- als auch für den Stromregler. Weitere Verbraucher sind hier nicht angeschlossen, um eine möglichst „saubere“ Referenzspannung zu erhalten. Über R 17, R 18 sowie R 19 wird diese Spannung zur Stromregelung herangezogen und über R 20 und R 15 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 1 (I-Regler) gegeben. Der tatsächlich fließende Strom wird an den Emitterwiderständen der Leistungsendstufe (R 5 bis R 8) abgegriffen und über die Widerstände R 9 bis R 12 auf den invertierenden (-) Eingang des OP 1 gegeben. Der invertierende (-) Eingang des OP 2 (U-Regler) liegt über R 14 auf der positiven Versorgungsspannung, d. h., er befindet sich auf dem Nullpotential der Regelelektronik. Die Referenzspannung gelangt über R 21 und R 22 auf einen gemeinsamen Summenpunkt (dort, wo sich R 16 und R 22 treffen), auf den auch die negative Ausgangsspannung über R 23 geführt wird. R 16 verbindet nun diesen gemeinsamen Summenpunkt mit dem nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2, dessen Ausgang dann über D 5 die Leistungsendstufe ansteuert, sofern der Ausgang von OP 2 niedrigeres Potential führt als der Ausgang von OP 1. Im umgekehrten Falle würde OP 1 die Endstufe ansteuern.



Schaltbild des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000



Ansicht der fertig bestückten und zusammengelöteten Platinen des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 vor dem Einbau ins Gehäuse

Zum Nachbau

Wie eingangs bereits erwähnt, handelt es sich bei dem hier vorgestellten Leistungs-Netzgerät um eine besonders nachbausichere und ausgereifte Schaltung, obwohl es sich um eine verhältnismäßig aufwendige Schaltung handelt, die selbst hohen Ansprüchen entgegenkommen dürfte. Die Verdrahtung bleibt auf ein absolutes Minimum beschränkt, wozu nicht zuletzt der Aufbau auf 2 später direkt miteinander zu verlötende Leiterplatten beiträgt, auf denen bis auf die beiden Kippschalter, sämtliche aktiven und passiven Bauelemente untergebracht werden konnten, einschließlich des Netztrafos.

Zunächst werden alle passiven und dann die aktiven Bauelemente bestückt, während der Netztrafo zum Schluß einzulöten ist. Die Platinen werden dann senkrecht miteinander verlötet, und zwar so, daß die Anzeigenplatte ca. 2 bis 3 mm unter der Basisplatte hervorragt. Diese von ELV schon häufig verwendete Verbindungstechnik hat sich in den letzten Jahren hervorragend bewährt, wodurch sich der Verdrahtungsaufwand besonders minimiert. Zu beachten ist, daß an den Verbindungspunkten der beiden Leiterplatten zwischen den einzelnen Leiterbahnen keine Lötzinnbrücken entstehen. Es sollte darauf geachtet werden, besonders bei Selbstherstellung der Leiterplatten, daß keine feinen Haarverbindungen stehen bleiben. Dies ist eine leicht zu übersehende Fehlerquelle, da auch allerfeinste, mit dem Auge kaum sichtbare, Verbindungen, eine Störung verursachen können, die dann unter Umständen nicht sofort erkannt wird.

Wichtig ist es noch anzumerken, daß sämtliche berührbaren Metallteile (Kippschal-

terhäuse, Alu-Rückwand mit Kühlkörpern, nach außen geführte Metallschrauben usw.) mit dem Schutzleiter des 3adrigen Netzkabels sorgfältig verbunden werden müssen.

Da das Gerät kurzzeitig überlastbar ist, darf es niemals unbeaufsichtigt eingeschaltet sein!

Auch an dieser Stelle wollen wir noch einmal darauf hinweisen, daß die VDE-Bestimmungen selbstverständlich sorgfältig zu beachten sind.

Zur Einstellung

Die Einstellung des Gerätes ist denkbar einfach.

Zunächst werden sämtliche in dem Gerät vorhandene Trimmer und die beiden Reglerpotentiometer für Strom und Spannung in Mittelstellung gebracht.

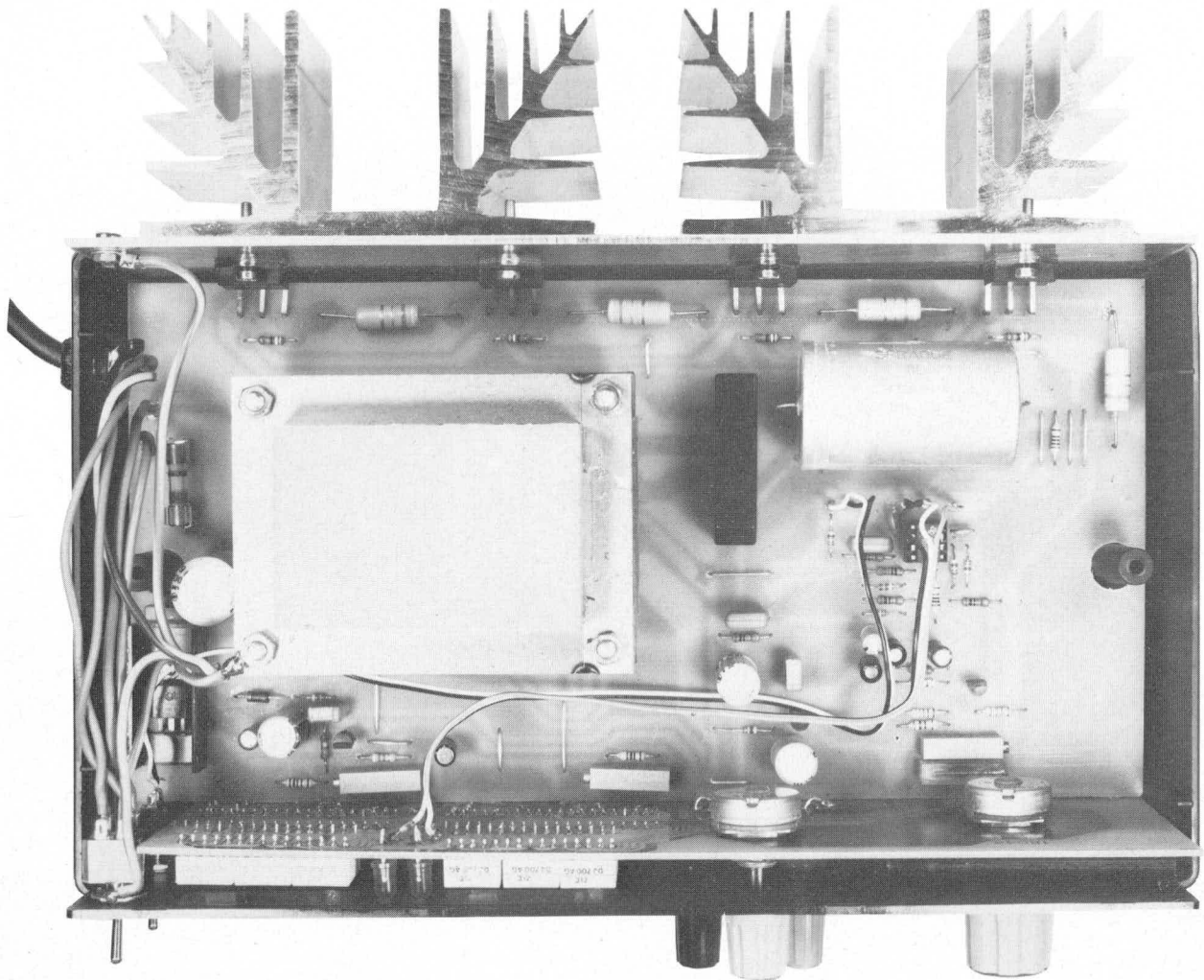
An die Ausgangsklemmen ist ein Vergleichsspannungsmeßgerät anzuschließen, da wir als erstes den Spannungseinstellbereich kalibrieren wollen. Das Spannungseinstellpoti wird nun an den Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn) gedreht. Mit R 22 ist die Ausgangsspannung auf 20,0 V einzustellen. Ist bereits das Digital-Voltmeter miteingebaut, so kann mit Hilfe des entsprechenden Spindeltrimmers (R 104) die Anzeige auf 20,0 V gebracht werden. Damit ist die Kalibrierung des Spannungsteiles des LNT 7000 bereits beendet.

Die StromEinstellung ist gleichfalls sehr einfach, wozu sowohl Spannungs- als auch Stromreglerpoti auf Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn) zu bringen sind. Die Ausgangsklemmen werden über ein Amperemeter, das möglichst 5 A zu messen in der Lage ist, kurzgeschlossen. Anschlie-

ßend bringen wir das Spannungseinstellpoti ungefähr in Mittelstellung, während das StromEinstellpoti auf Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn) zu drehen ist. Mit R 18 kann jetzt der max. Ausgangsstrom von 5 A eingestellt werden. Sofern das digitale Amperemeter gleich mitbestückt wurde, ist mit Hilfe des entsprechenden Spindeltrimmers (R 104) die Anzeige auf 5,00 zu bringen. Damit ist auch der Stromteil des LNT 7000 kalibriert und das Gerät kann seiner eigentlichen Verwendung zugeführt werden. Bei der Einstellung des Stromes ist darauf zu achten, daß diese Einstellung möglichst zügig vorgenommen wird, da bei kurzgeschlossenem Ausgang und max. Strom das Gerät in seinem ungünstigsten Betriebsbereich fährt, wodurch eine extreme Erwärmung der Leistungsendstufe wie auch des Trafos auftritt. Aus diesem Grunde sollte ein Dauerstrom von 3 A nicht überschritten werden. Kurzzeitig können selbstverständlich 5 A entnommen werden, und zwar um so länger, je höher die Ausgangsspannung ist, da bei höherer Ausgangsspannung der Leistungsanteil für die Endstufe sich verringert. Die Belastung des Transformators hingegen ist nur vom Strom und nicht von der eingestellten Ausgangsspannung abhängig.

Sollte als Vergleichsinstrument kein Gerät mit mindestens 5 A Vollauschlag zur Verfügung stehen, kann die Einstellung des Strombereiches auch wie folgt vorgenommen werden:

Mit Hilfe eines 1—2 A Strommessers, der die Ausgangsklemmen kurzschließt, wird zunächst das digitale Amperemeter kalibriert, indem die Anzeige mit Hilfe des entsprechenden Spindeltrimmers in Überein-



Ansicht der in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platinen des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000 direkt von oben

Stückliste

Leistungsnetzteil LNT 7000

Halbleiter

IC1	.....	7805
IC2	.....	79L05
IC3	.....	78L05
IC4	.....	TL082
T1-T4	.....	TIP 140
T5	.....	BC558C
BG1	.....	B40 C5000/3000
D1	.....	1N4001
D2, D3	.....	1N4148
D4, D5	.....	LED, rot, 5 mm
D6-D10	.....	1N4148

Widerstände

R1	.....	1,8 k Ω
R2	.....	2,2 k Ω
R3	.....	180 Ω
R4	.....	1 k Ω
R5-R8	.....	0,47 Ω , 1 Watt
R9-R12	.....	39 k Ω
R13	.....	10 k Ω
R14	.....	1 k Ω
R15, R16	.....	10 k Ω
R17	.....	5,6 k Ω
R18	.....	2,5 k Ω , Spindeltrimmer

R19	.....	1 k Ω , Poti, lin, 6 mm Achse
R20	.....	10 k Ω
R21	.....	2,2 k Ω
R22	.....	1 k Ω , Spindeltrimmer
R23	.....	10 k Ω , Poti, lin, 6 mm Achse
R24	.....	10 k Ω
R25	.....	1 k Ω
R26	.....	56 k Ω

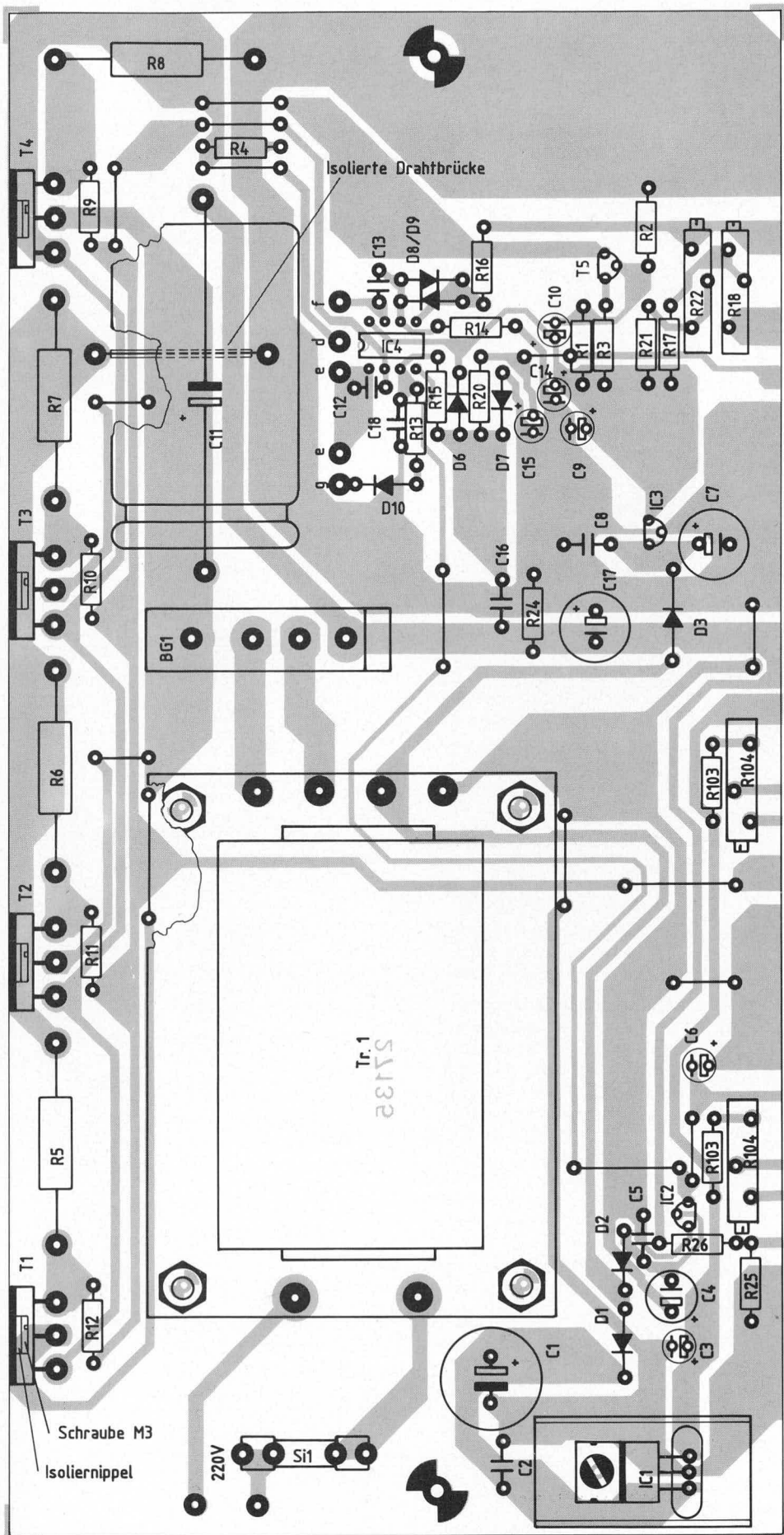
Kondensatoren

C1	.....	1000 μ F/16 V
C2	.....	330 nF
C3	.....	10 μ F/16 V
C4	.....	100 μ F/16 V
C5	.....	100 nF
C6	.....	10 μ F/16 V
C7	.....	220 μ F/16 V
C8	.....	100 nF
C9, C10	.....	10 μ F/16 V
C11	.....	4700 μ F/40 V
C12, C13	.....	220 pF

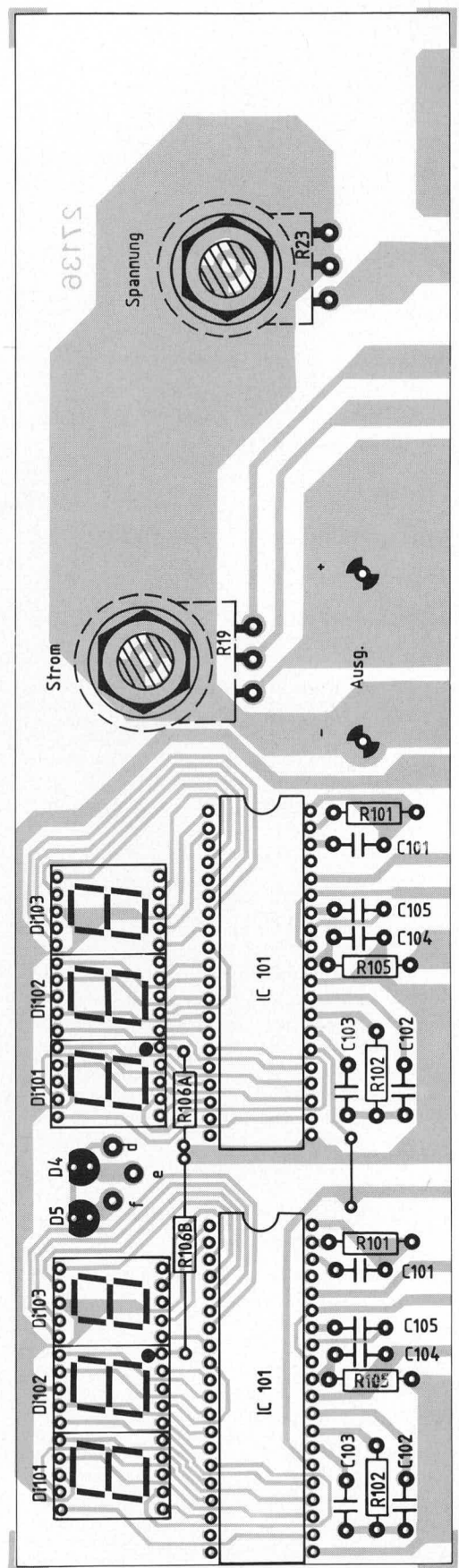
C14	.....	10 μ F/16 V
C15	.....	2,2 μ F/16 V
C16	.....	100 nF
C17	.....	100 μ F/40 V
C18	.....	1 nF

Sonstiges

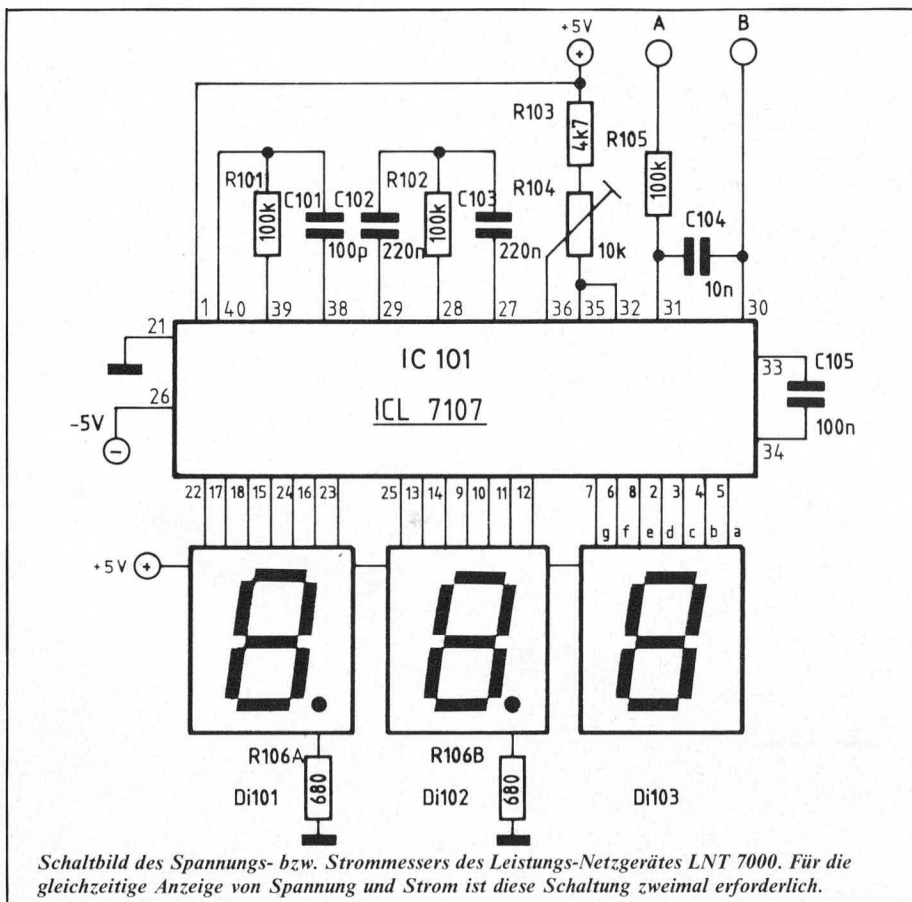
Tr1	.....	prim. 220 V, 90 VA
	.....	sek. 9 V, 0,4 A
	.....	24 V, 3,5 A
Si1	.....	0,5 A
		1 Platinensicherungsschalter
		2 Kühlkörper SK 88
		4 Isoliernippel
		4 Glimmerscheiben TO 3P
		1 Schraube M3 x 10 mm
		4 Schrauben M3 x 16 mm
		5 Muttern M3
		4 Schrauben M4 x 55 mm
		12 Muttern M4
		1 Lötöse 3 mm
		1 Lötöse 4 mm
		2 Lötösen 6 mm



Bestückungsseite der Basisplatte des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000



Bestückungsseite der Anzeigenplatte des Leistungs-Netzgerätes LNT 7000



stimmung mit der Anzeige des Referenzmeßgerätes gebracht wird. Zunächst sind dazu also wieder Spannungs- und Stromreglerpoti in Nullstellung zu bringen, um dann das Vergleichsinstrument anzuschließen und danach erst den Spannungsregler in Mittelstellung zu bringen, während der Stromregler auf einen Wert zwischen 1 und 2 A einzustellen ist. Nachdem nun das digitale Amperemeter kalibriert wurde, können die Ausgangsklemmen direkt kurzgeschlossen und das externe Referenzamperemeter entfernt werden. Jetzt bringt man das Strom-einstellpoti auf Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn) und stellt mittels R 18 anhand des eingebauten digitalen Amperemeters den Ausgangsstrom auf 5,00 A ein. Damit ist der Abgleich des LNT beendet.

Hinweise zur Inbetriebnahme und Fehlersuche

Da es sich bei dem hier vorgestellten Leistungsnetzgerät trotz der komfortablen Elektronik um eine verhältnismäßig einfach nachzubauende Schaltung handelt, die nicht nur den Profis unter unseren Lesern vorbehalten bleiben sollte, wollen wir nachstehend weitere Hinweise zur Inbetriebnahme und ggf. zur Fehlersuche aufzeigen.

Sofern das Gerät nicht auf Anhieb einwandfrei arbeitet, und die Einstellung der Regler nicht in beschriebener Weise durchführbar ist, gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Überprüfen Sie bitte die Wechselspannungen der Sekundärwicklungen des Netztransformators.
Die 26 V/3,5 A Wicklung sollte eine Spannung zwischen 23,0 V und 28,0 V aufweisen, während an der 9 V/0,4 A Wicklung eine Spannung zwischen 8,5 V

und 11 V anliegen sollte. Niedrigere Spannungswerte lassen auf eine Überlastung der betreffenden Wicklungen schließen. Probalber sind die Gleichrichterdioden aufzubauen und die Messung ist erneut durchzuführen.

Vorgenannte Spannungen sind Wechselspannungen und werden im AC-Bereich des Multimeters gemessen, während alle weiteren Spannungs- bzw. Strommessungen in den DC-Bereichen zu messen sind (Gleichspannungen bzw. Gleichströme).

2. Überprüfen Sie nun die hinter der Gleichrichtung anliegenden Spannungen an der jeweiligen Eingangsseite der drei Festspannungsregler. Hierzu wird ein Gleichspannungsmessgerät zunächst mit seiner Minusklemme an die Plusausgangsbuchse des LNT 7000 angeschlossen. Mit der Plus-Meßstippe des Multimeters werden jetzt die jeweiligen Eingangsspannungen der drei Festspannungsregler gemessen. Bei nicht angeschlossenen digitalen Anzeigeelementen liegt sowohl die positive wie auch die negative Eingangs-Versorgungsspannung für die Festspannungsregler im Bereich zwischen 10 V und 15 V, während bei angeschlossenen digitalen Anzeigeelementen die Plusspannung auf 8 V absinken kann. Kleinere Werte deuten auf eine Überlastung hin.
3. Die Ausgangsspannung der drei Festspannungsregler darf zwischen 4,5 V und 5,5 V liegen, wobei auch hier kleinere Werte auf einen Defekt bzw. eine Überlastung hinweisen. Auch für diese Messungen bleibt die Minusmeßstippe des Multimeters mit der Plusausgangsbuchse des LNT 7000 verbunden.

4. Als nächstes kann die Kollektorleitung der mit T 5 und Zusatzbeschaltung aufgebauten Stromquelle aufgetrennt und ein Milliampereometer eingefügt werden. Der jetzt angezeigte Strom sollte im Bereich von 6 mA bis 12 mA liegen. Größere Abweichungen deuten auf eine falsche Dimensionierung von R 1 bis R 3 hin bzw. auf einen falschen Einbau oder Defekt von C 10 bzw. T 5.
5. Im Leerlauf sollte die Spannung über dem Ladekondensator C 11 (hinter dem Brückengleichrichter) zwischen 34 V und 40 V liegen. Kleinere Werte deuten auf eine Überlastung hin.
6. Als nächstes überprüfen Sie bitte die richtige Einbaulage der beiden Leuchtdioden D 4 und D 5, sofern Sie bisher noch kein Aufleuchten dieser Dioden feststellen konnten, wobei normalerweise immer nur eine LED leuchtet und nur im Grenzbereich beide LED's im Betrieb sein können.
7. Sofern die Ausgangsspannung trotz aufgedrehtem Strom und Spannungsreglerpoti 0 V aufweist, nehmen Sie bitte einen 100 Ω-Widerstand und legen ihn von der Basis der Endstufentransistoren an einen der beiden + 5 V-Versorgungsspannungen der Regelelektronik. Bleibt auch jetzt die Ausgangsspannung annähernd bei 0 V stehen, überprüfen Sie bitte die gesamte Leiterbahnführung im Bereich der Endstufentransistoren und zu den beiden Ausgangsklemmen.
8. Befindet sich die Ausgangsspannung trotz zugelegtem Spannungs- bzw. Stromreglerpoti auf Werte über 30 V, schließen Sie bitte über ein Amperemeter die + Ausgangsbuchse direkt mit einem der Basisanschlüsse der Leistungsstufe kurz, wobei Sie zunächst das Amperemeter auf seinen größten Bereich schalten sollten. Jetzt müßte die Ausgangsspannung deutlich abfallen und gegen 0 V streben. Auf jeden Fall Werte unter 20 V annehmen. Ist dies der Fall, schalten Sie bitte das Amperemeter auf kleinere Bereiche, so daß Sie den jetzt fließenden Strom messen können. Dieser Strom darf zwischen + 15 mA und -10 mA liegen, je nach Ausregelung über OP 1 bzw. OP 2. Größere Werte deuten auf einen Defekt im Bereich der Regelelektronik hin. Bitte überprüfen Sie dann noch einmal die Leitungsführung und die Bestückung im Bereich der Basen der Leistungsstufen bis hin zu den beiden Ausgängen von OP 1 und OP 2.
Ging die Ausgangsspannung aufgrund des Kurzschlusses der Basen der Leistungsstufe mit der + Ausgangsbuchse nicht zu niedrigeren Werten zurück, ist ein Kurzschluß der Leistungsstufe zu vermuten. Entweder liegt ein Defekt von einem oder mehreren Transistoren vor, oder aber es handelt sich um einen Kurzschluß von Leiterbahnen im Endstufenbereich.
9. Als letztes nehmen Sie bitte eine Überprüfung der Isolierung zwischen Endstufentransistoren und Kühlblech (Gehäuserückwand) mit Hilfe eines Ohmmeters vor.