

ELV *journal*

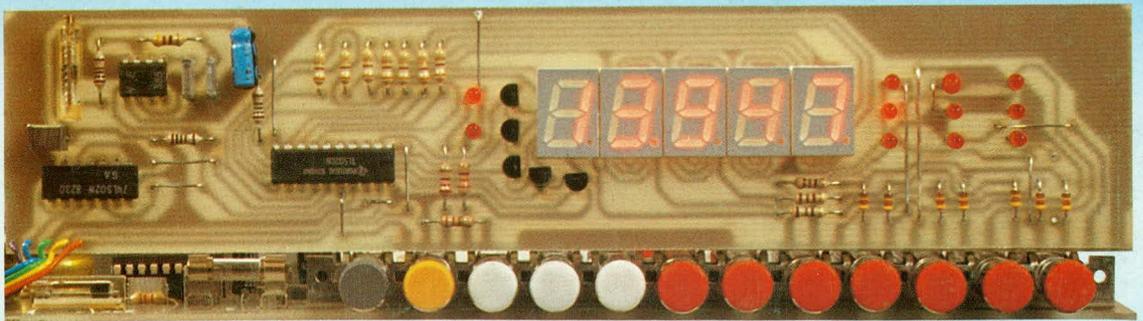
Nr. 26

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

Neu aus der ELV-Serie 7000 in dieser Ausgabe:
**4½stelliges Digital-Multimeter
DMM 7000**



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

Mit
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:

ELV-Serie 7000:
**4½stelliges Digital-Multimeter
DMM 7000**

Frequenz- und spannungsstabiler
Wechselrichter 12 V = /220 V~
Digital-Stoppuhr

ELV-Serie Amateurfunk:
**Digitale elektronische
Speichertaste DST 12**

Automatisches Komfort-Ladegerät
für Nickel-Cadmium-Akkus

Elektronischer Nachhall

Einfacher Mittelwellenempfänger

**Zusätzlich
in dieser Ausgabe:**

**Low Cost HiFi-
BaBreflex-Box BR 80**

**Elektronik-Lötstation
ELS 7000**

Zusätzlich in dieser Ausgabe:

Low Cost HiFi-Baßreflex-Box BR 80



Angespornt durch das große Interesse unserer Leser an den in unserer Ausgabe Nr. 19 und 23 vorgestellten HiFi-Lautsprecherboxen, haben wir die Entwicklung einer Low Cost Baßreflex-Box vorgenommen.

Wir freuen uns daher, Ihnen heute eine echte Baßreflex-Box mit einer Spitzenbelastbarkeit von 80 Watt vorstellen zu können, die durch ihre besonderen Eigenschaften optimal für Stereo-Anlagen der mittleren Leistungsklasse geeignet ist, wobei aufgrund des hervorragenden Wirkungsgrades selbst kleine Ansteuerleistungen ein volles Klangbild erreichen lassen.

Allgemeines

Am Anfang stand die Aufgabe, für weniger als DM 100,00 (Bausatz) eine Box zu schaffen, die sich von den üblichen Kompromissen in dieser Preisklasse deutlich unterscheidet. Hierzu wurden folgende Überlegungen berücksichtigt:

- Vermutlich werden die meisten Anwender dieser Box nicht über Hochleistungsverstärker mit Riesenausgangsleistungen verfügen. Der Wirkungsgrad der Box muß daher möglichst hoch sein, damit auch kleine Verstärker gute Klangresultate liefern können.

Bei der BR 80 wurde ein Wirkungsgrad von 94 dB (Schalldruck 1 W/1 m) erreicht. Selbst Verstärker mit 10 W Ausgangsleistung liefern eine hervorragende Klangfülle. Ansteuerleistungen von 1 W bringen aufgrund des hohen Wirkungsgrades eine erstaunliche Lautstärke.

- Die Box sollte nur so groß sein, daß sie möglichst überall eingesetzt werden kann. Um trotzdem eine volle Wiedergabe im Baßbereich zu erzielen, arbeitet die

Technische Daten:

Frequenzgang:	35-20 000 Hz
Schalldruck (1 W/1 m):	94 dB
Belastbarkeit sinus nach DIN:	55 W
Belastbarkeit Musik nach DIN:	80 W
Gehäusemaße (außen): H x B x T:	430 x 250 x 200 mm
Gewicht:	ca. 6 kg

BR 80 nach dem Baßreflex-Prinzip. Die dadurch erzielte Verbesserung im Bereich unter 200 Hz ist aus Bild 1 ersichtlich. Außerdem trägt das Baßreflex-Prinzip zu dem guten Wirkungsgrad erheblich bei.

- Der Frequenzgang der Box sollte möglichst linear sein und dabei auch die höchsten Frequenzen klar und sauber abstrahlen. Leider haben schwächere Verstärker häufig den Nachteil, im oberen Frequenzbereich abzufallen. Das Resultat ist dann meist eine matte und dumpfe Wiedergabe. Um diesen Effekt zu vermeiden, ist bei der BR 80 ab ca. 12 kHz der Schalldruck leicht angehoben (2 bis

3 dB). Der Vorteil ist sofort hörbar - die Wiedergabe ist frisch und brillant.

Die aufgrund oben genannter Forderungen entwickelte Baßreflex-Box BR 80 ist darüber hinaus mit hoch belastbaren Lautsprechersystemen ausgerüstet, die nicht nur für dezente Wohnzimmer-Wiedergabe geeignet sind. Der Baß-Lautsprecher besitzt Hochtemperatur-Aluminium-Schwingspulenträger und das Hochtontsystem ist so stark, daß es sogar ohne Weichen bis zu 15 Watt Sinusleistung verarbeiten kann, wobei die Belastbarkeit über eine entsprechende Frequenzweiche selbstverständlich ganz erheblich höher liegt.

Aufgrund des Frequenzverhaltens des Baß-Lautsprechers ist es möglich, diesen ohne Siebglieder direkt an den Verstärker anzukoppeln und den Mittel-/Hochtonlautsprecher lediglich über einen Folienkondensator dem Baß-Lautsprecher parallel zu schalten. Es ist leicht erkennbar, daß aufgrund dieser Schaltung die durch passive Frequenzweichen sonst unvermeidbaren mehr oder weniger großen Verluste minimiert werden, wodurch sich der Wirkungsgrad erfreulich erhöht, was besonders bei kleineren und mittleren Verstärkern von Vorteil ist.

Zum Nachbau

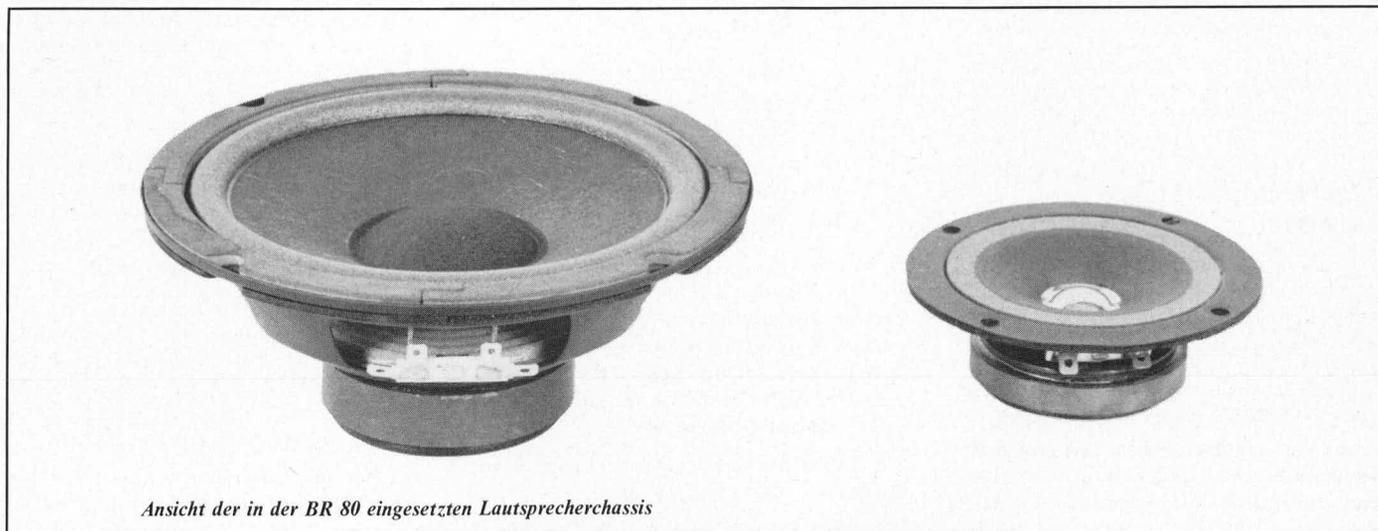
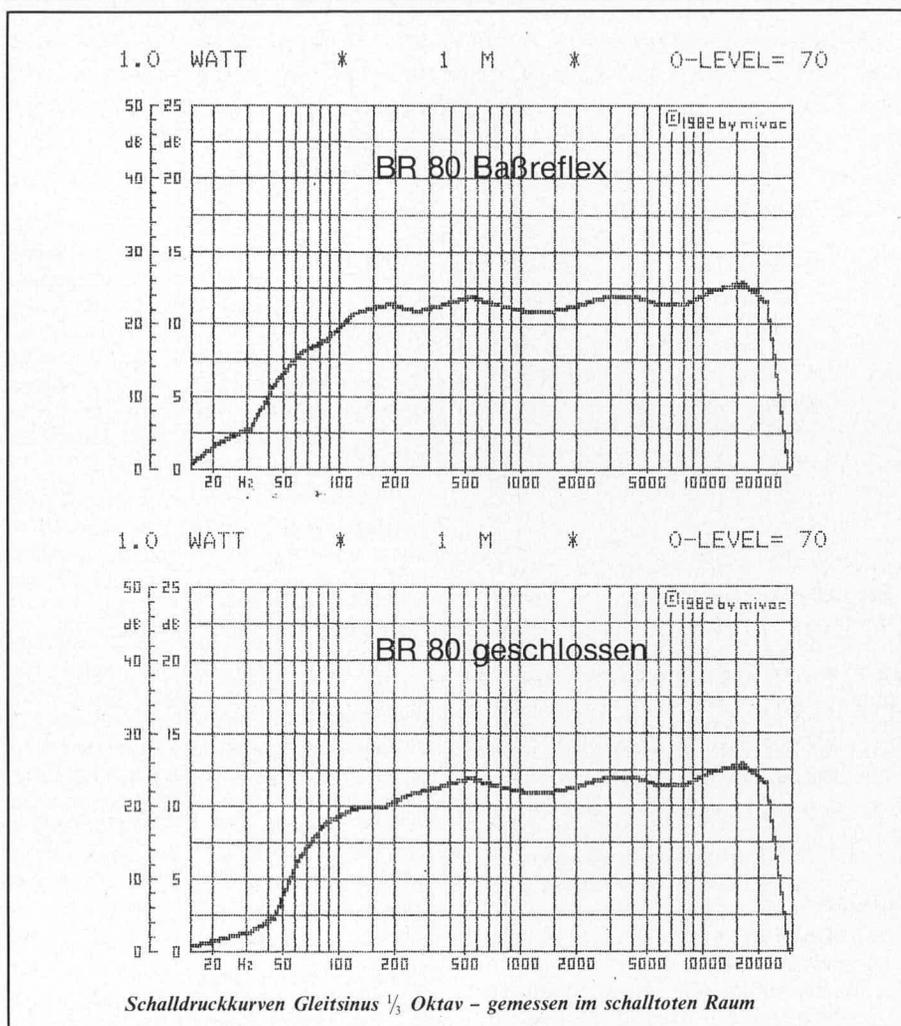
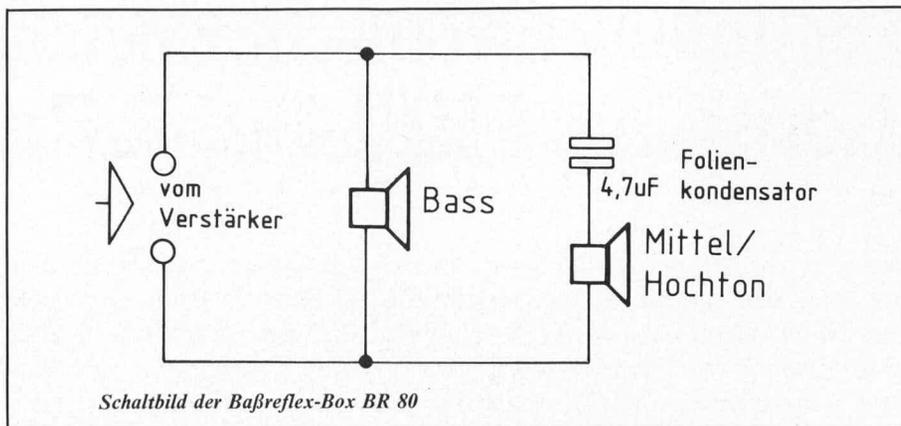
Der Aufbau ist in weniger als zwei Stunden zu schaffen. Außer einem Schraubenzieher und einem Lötkolben wird noch ein einfacher Bohrer benötigt. Ansonsten ist alles ohne weiteres Werkzeug aufzubauen.

Zuerst wird die Zarge in die rechteckige Form gebracht und die Ecken mit Leim eingestrichen. Auf der Schallwand werden die Führungslöcher für die selbstschneidenden Schrauben angebracht und die Lautsprecherchassis von außen aufgeschraubt. Anschließend werden die Abdeckgitter und die Akustiklinse angebracht, um die Systeme vor ungewollten Beschädigungen zu schützen.

Die Verkabelung wird an der Rückseite der eingeschraubten Lautsprechersysteme vorgenommen. Der Folienkondensator von 4,7 μF (ungepolt) wird am Pluspol des Hochtonsystems angelötet, während die Minuspole der Systeme direkt miteinander verbunden werden. Anschließend wird das Zuleitungskabel angelötet und ein Funktionstest mit kleiner Lautstärke durchgeführt. Vor dem endgültigen Einleimen der Schallwand in die Zarge werden noch einmal alle Lötstellen auf Stabilität überprüft.

Zuletzt wird ein 5 mm starkes Loch für das Zuleitungskabel in die Rückwand gebohrt, das Zuleitungskabel durchgeführt und die Rückwand eingeschraubt. Nach ca. 2 Stunden sind alle Leimstellen soweit getrocknet, daß die Box belastet werden kann.

Der Klang der BR 80 überzeugt. Volle runde Bässe, ausgewogene Mittellagen und spritzige Höhen sind ihre wichtigsten Merkmale. Der Wirkungsgrad ist eine Überraschung für jeden, der die Box zum ersten Mal hört.



Digitale elektronische Speichertaste DST 12

mit 12 Speichern mit insgesamt 24 k Speicherkapazität

Jeder aktive Kurzwellenamateur, der sich der Telegrafie verschrieben hat, weiß den Gebrauch einer elektronischen Taste zu schätzen. Wenn sein Hobby dann auch noch CW-Contests gilt, kann er in unserer Zeit zusätzlich auf eine Speichertaste zurückgreifen. So hat er die Möglichkeit, seine Contest-QSO's wesentlich schneller abzuwickeln. Das wiederum trägt dann dazu bei, höhere Punktzahlen zu erzielen, das Endergebnis also zu verbessern. Jeder weiß, daß Contests keine Erholung sind. Mit der ELV-DST 12 stellen wir eine digitale Speichertaste vor, die dem CW-Operator ein Optimum an Bedienungskomfort und damit hervorragende Contest-Qualitäten bietet. Das heißt für den OM: „Erleichterung“. Wie Sie der nachfolgenden Beschreibung entnehmen können, wurde an alles gedacht.

H. Breden, DL3GU.
On the air since 1949.

Allgemeines

In der vorangegangenen Ausgabe, ELV 25, wurde bei der Abhandlung der elektronischen Schachuhr erwähnt, daß sowohl Elektronikbasteln als auch Schachspielen wohl mit zu den anspruchsvollsten Freizeitbeschäftigungen zählen dürften.

Diese Aussagen möchten wir dahingehend ergänzen, daß der Amateurfunk mit seiner Vielfältigkeit einschließlich des Immermehr-Werdens des Geräteselbstbaues ohne jeden Zweifel in diesem Zusammenhang natürlich auch genannt werden muß. Jeder, der dieses Hobby betreibt, weiß, wie vielseitiges ist. Wir legen auch Wert darauf, festzustellen, daß die Ausführung dieses Hobbys grundsätzlich die Ablegung einer Lizenzprüfung vor einer Oberpostdirektion erforderlich macht. Es gibt 3 Lizenzklassen: C, A und B. Die Lizenzklasse C erfordert die geringsten, die Lizenzklasse B dagegen die meisten Kenntnisse. Wissen über Elektronik, HF und NF, Antennen, Schwingkreise, Gesetzeskunde und Betriebstechnik wird verlangt. Bei der B-Lizenzprüfung muß man 3 Minuten lang 60 Buchstaben pro Minute fehlerfrei hören bzw. geben können. Als Besitzer der B-Lizenz hat man dann die Möglichkeit, mit den vielen 100 000 lizenzierten KW-Amateuren auf der ganzen Welt Kontakt aufzunehmen.

Alles in allem ein faszinierendes Hobby, das, wenn es einen einmal gepackt hat, nicht wieder losläßt.

Allgemeine Funktionsbeschreibung

Die ELV-DST 12 kann in 2 Ausführungen von uns sowohl als Bausatz als auch als Fertigerät bezogen werden. Version 1 ist mit Stereo-Klinkenstecker-Buchse für den Anschluß einer Taste in Squeeze-Technik vorgesehen. Bei der 2. Version beinhaltet das Gerät auch einen Wabblen, bei dem Hub und Druck der eigenen Gebeweise angepaßt werden können. Parallel dazu kann auch eine vorhandene Taste angeschlossen werden.

Mit der ELV-DST 12 ist es möglich, jeden der max. 12 gespeicherten Texte zu senden. Außerdem kann mit dem Paddle jeder andere Text gegeben werden, d. h., sich nicht der Speichertexte zu bedienen. Somit ist das Gerät also auch normal als elektronische Taste, die in ihrer Geschwindigkeit stufenlos bis zu ca. 300 Buchstaben pro Minute regelbar ist, zu verwenden.

Die DST 12 hat 12 Speicher, die unabhängig voneinander programmierbar und abrufbar sind. Der angewählte Speicher wird auf dem dazugehörigen 2stelligen Display angezeigt.

Jeder Speicher läßt sich mit max. 2048 Bits programmieren. Die Anzahl der eingegebenen Bits ist auf dem dafür vorgesehenen 4stelligen Display ablesbar. Dieses Display läßt sich außerdem für einen weiteren Zweck verwenden, auf dessen Beschreibung wir noch zum Schluß des Textes kommen. Parallel zur 4stelligen Anzeige wird der alte bzw. neu eingegebene Text über LED's sichtbar gemacht. Runde LED's zeigen Punkte, rechteckige LED's Striche an.

Die Eingabe kann mit dem eingebauten oder mit einem externen Paddle vom CW-Operator mit der von ihm zu bestimmenden Geschwindigkeit oder mit Hilfe von 4 Tasten PUNKT-STRICH-PAUSE und STOP Schritt für Schritt erfolgen.

Jedes der 12 Programme kann von jeder beliebigen Stelle ab gelöscht, geändert oder überschrieben werden.

Durch Betätigen der START-STOP-Taste kann jeder der 12 angewählten Texte an jeder beliebigen Stelle des Programmes gestartet oder gestoppt werden. Durch zusätzliches Drücken der AUTO-REPEAT-Taste wiederholt die DST 12 jeden eingegebenen Text automatisch. Das ist beispielsweise bei CQ-Rufen, Übermittlung von persönlichen Daten, QTH-Angabe und RIC-Beschreibung der Fall. Der zu wiederholende Text kann jederzeit gestoppt werden.

Für das Abstimmen des Senders ist eine Extra-Taste TUNE vorgesehen.

Das Punkt-Strich-Verhältnis beträgt kon-

stant 1 : 3. Ein Ratio-Poti, das dazu dient, das Punkt-Strich-Verhältnis zu verändern, z. B.: 1 : 6 für Übungszwecke, ist nicht vorgesehen.

Die DST 12 verfügt über einen eingebauten Monitor mit 830 Hz-Ton, der in seiner Lautstärke regelbar ist. Der Mithörton erlaubt eine ständige Kontrolle der ausgestrahlten Morsezeichen und macht sich besonders dann angenehm bemerkbar, wenn ein TX oder Transceiver getastet wird, der nicht über einen eingebauten Mithörton beim Geben verfügt. Dies ist leider besonders bei vielen VHF- und UHF-Transceivern der Fall.

Die DST 12 ist für 220 Volt-Netzbetrieb ausgelegt. Die zur Anwendung kommenden Speicher-IC's verbrauchen weniger als 475 mW. Sollte die Speichertaste vom Netz getrennt werden, sorgen 4 Mignon-Zellen in dem dafür vorgesehenen Batteriehalter für den Erhalt der Speicherinhalte.

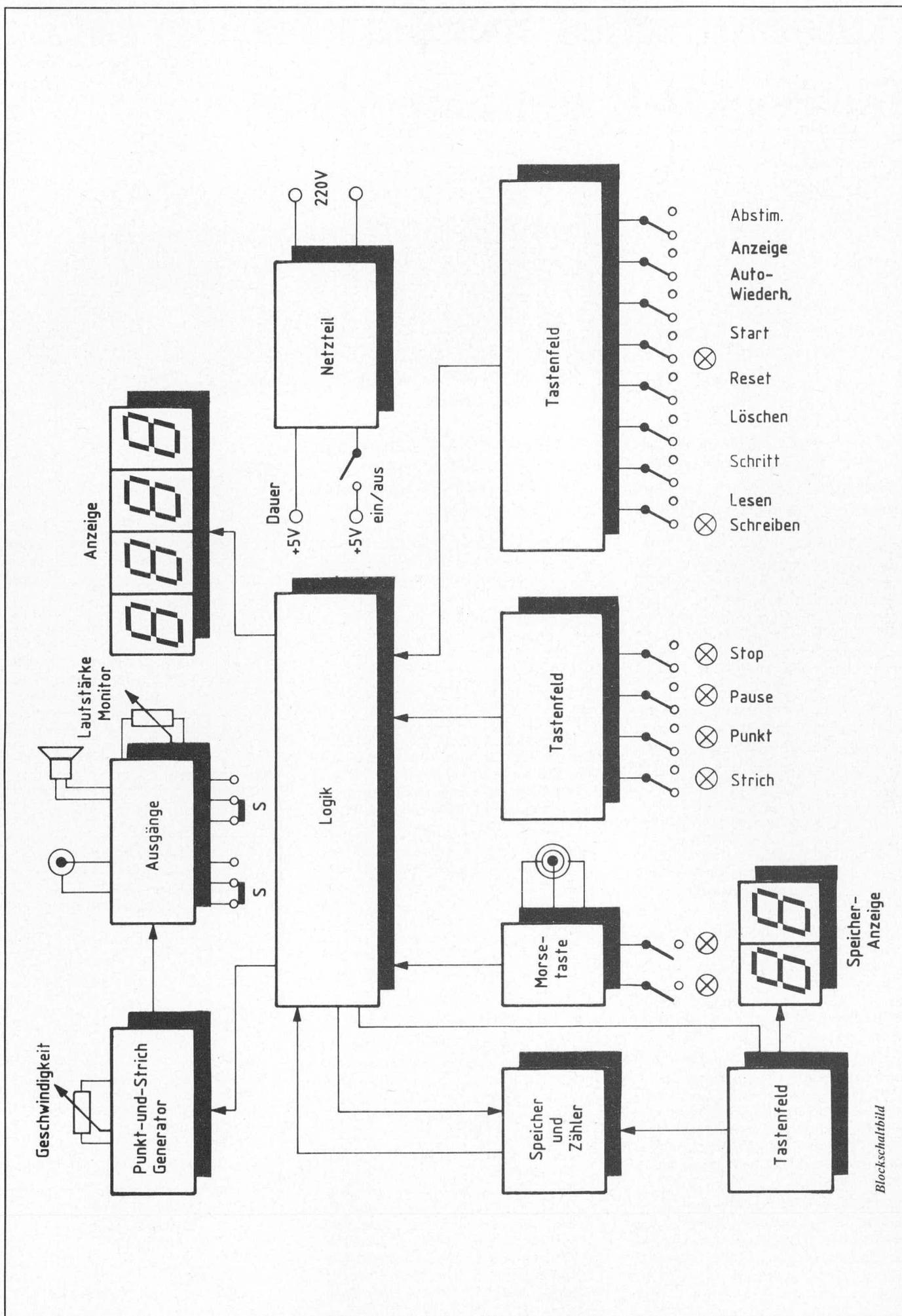
Je nach in Betrieb befindlichen Transceiver kann mit dem sich an der Rückseite der DST 12 befindlichen Schiebeshalter zwischen Positiv-Negativ- oder Relaisastung des Senders gewählt werden. Ein „Eingriff“ in die DST 12 ist also nicht erforderlich.

Bei Contest-Betrieb ist das automatische Zählen der QSO's von Vorteil. Unsere Speichertaste ist hierfür vorbereitet. Die dafür erforderliche, nachrüstbare Elektronik kann von jedem Amateur leicht selbst eingebaut werden.

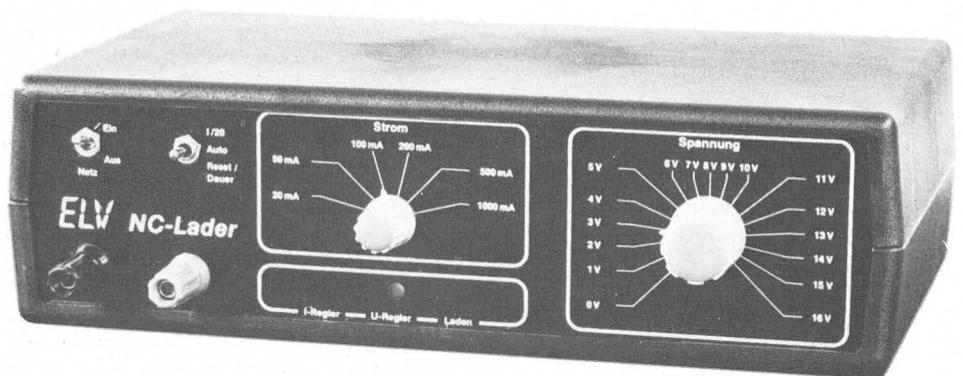
Vorstehende Beschreibung der DST 12 läßt erkennen, daß es sich hier um eine aufwendige Schaltung handelt, deren prinzipieller Aufbau anhand des Blockschaltbildes zum besseren Verständnis in Bild 1 aufgezeigt ist.

Mit dieser optimal ausgelegten digitalen Speichertaste steht dem „CW-Operator“ unter den KW-Amateuren eine Taste zur Verfügung, die wohl keine Wünsche mehr offen läßt und das „Non plus ultra“ unter den Speichertasten darstellen dürfte.

Die Beschreibung, die genaue Funktionsweise sowie Hinweise für den Aufbau erfolgen in der kommenden Ausgabe ELV 27.



Automatisches Komfort-Ladegerät für Nickel-Cadmium-Akkus



Die hier vorgestellte Ladeeinrichtung ist auf die speziellen Eigenschaften von Nickel-Cadmium-Akkumulatoren zugeschnitten, wobei eine automatisch gesteuerte Schnellladung innerhalb einer Stunde ermöglicht wird. Spannung und Strom sind getrennt regelbar.

Allgemeines

Die allgemein im Modellbau und in der Funktechnik eingesetzten Nickel-Cadmium-Akkumulatoren, kurz NC-Akkus genannt, erfordern grundsätzlich eine andere Behandlungsweise als z. B. Bleiakumulatoren, sofern man nicht die normalerweise hohe Lebensdauer der NC-Akkus gefährden will.

Ein NC-Akku mit einer Kapazität von 1 Ah kann z. B. über 10 Stunden mit 100 mA entladen werden. Die Aufladung geschieht dann im allgemeinen über 14 Stunden mit einem Zehntel der Kapazität, d. h. mit 100 mA.

Häufig wird jedoch gewünscht, die Aufladung in möglichst kurzer Zeit durchzuführen. Dies ist bei den gebräuchlichen NC-Akkus durchaus möglich, sofern man die wesentlichen Eigenschaften dieses Akkutyps berücksichtigt.

Die Hauptforderung beim Ladevorgang besteht darin, daß der Akku nicht mit hohen Strömen überladen wird, wodurch sich der innere Gasdruck und die Erwärmung der einzelnen Zellen dramatisch erhöht und den Akku innerhalb kürzester Zeit zerstören kann.

Ein NC-Akku kann ohne weiteres mit 100 % seiner Kapazität, d. h. im oben genannten Beispiel, mit 1 A geladen werden. Eine Erwärmung und eine starke Erhöhung des inneren Gasdrucks tritt erst dann auf, wenn die zugeführte Leistung nicht mehr im Akku gespeichert werden kann, sondern in Wärme umgesetzt wird.

Die hier vorgestellte Schaltung beruht nun darauf, daß grundsätzlich immer weitgehend leere NC-Akkus angeschlossen und dann für ca. 1 Stunde mit 100 % ihrer Nennkapazität geladen werden. Nach Ablauf 1 Stunde schaltet der NC-Lader automatisch auf $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes um, wodurch sich

eine Erhaltungsladung ergibt. Dieser Strom kann ohne weiteres praktisch unbegrenzt in den NC-Akku eingespeist werden, ohne daß dieser Schaden nimmt.

Anzumerken ist noch, daß durch die schnelle Ladung die volle Kapazität des Akkus innerhalb 1 Stunde nicht aufgebaut werden kann, sondern lediglich ca. 80 % zur Verfügung stehen. Aus Sicherheitsgründen sollte der Ladevorgang mit dem vollen Strom nicht länger als 1 Stunde dauern. Um die volle Kapazität zu erreichen, muß der Akku dann noch ca. 5 Stunden mit $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes gespeist werden, wobei, wie vorstehend bereits erwähnt, die Zeitdauer nach oben hin praktisch unbegrenzt ist.

In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig darauf hinzuweisen, daß die angeschlossenen Akkus möglichst weit entladen sind, denn bei Anschluß eines fast vollen Akkus würde dieser schon nach kurzer Zeit die zugeführte Leistung nicht mehr verarbeiten können und in Wärme umsetzen, die den Akku dann zerstören kann. Dies kann sogar soweit gehen, daß der Akku explodiert.

Funktionsbeschreibung

Mit dem links oben auf der Frontplatte befindlichen Netzschalter wird das Gerät eingeschaltet.

Mit dem rechts daneben befindlichen dreistelligen Kippschalter kann die Art des Ladevorganges gewählt werden:

1. Es wird ständig mit $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes geladen.
2. Der Ladevorgang wird automatisch gesteuert, d. h., es wird für 1 Stunde mit dem vollen Nenn-Strom geladen und danach automatisch auf $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes umgeschaltet. Der Schnell-Ladevorgang wird durch kurzes Betätigen dieses Tasters auf Stellung Reset/Dauer gestartet.

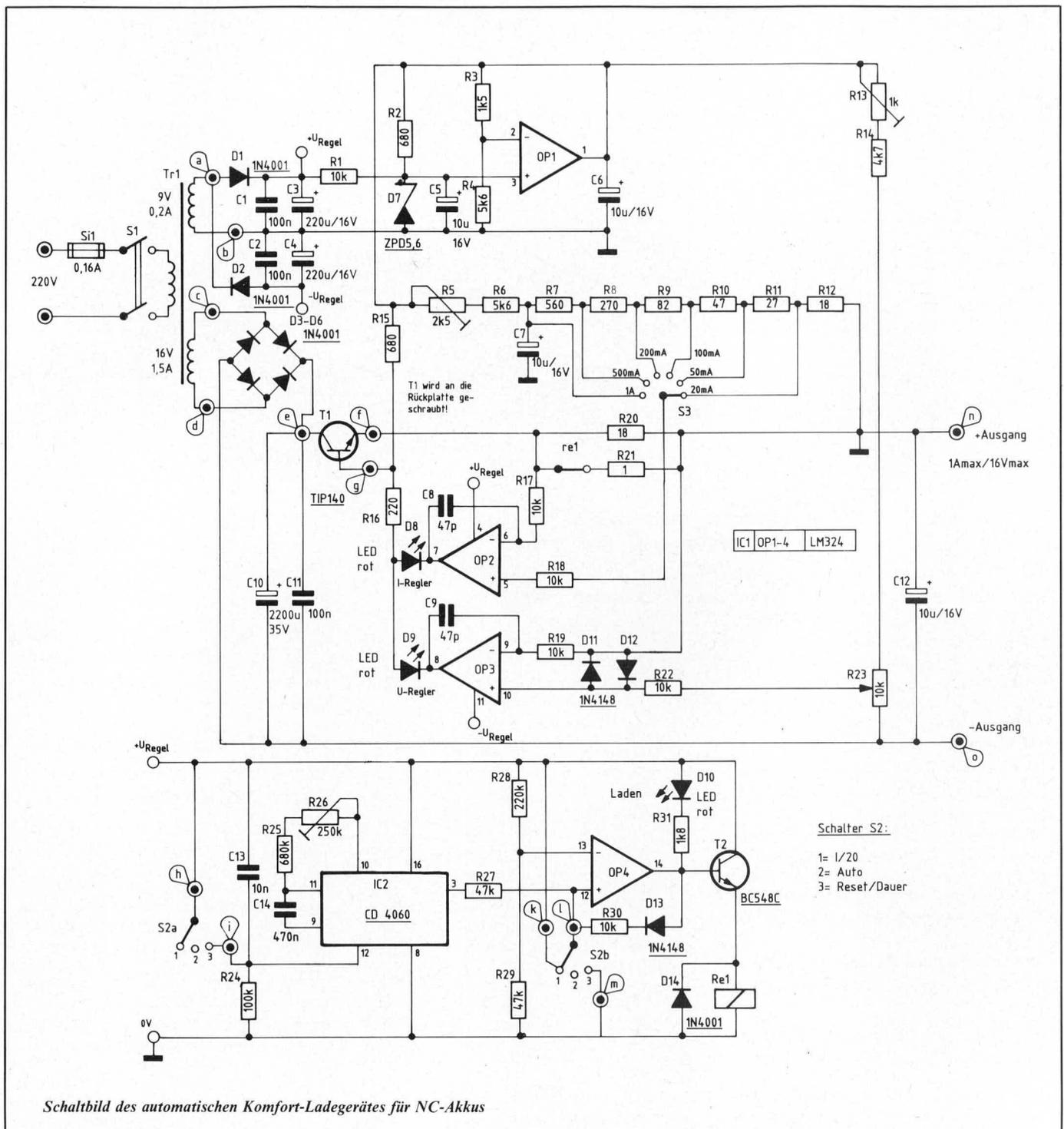
3. In dieser Stellung wird ohne zeitliche Begrenzung mit dem vollen Strom geladen.

Die Entnahmebuchsen befinden sich links unten auf der Frontplatte.

Rechts daneben, unterhalb des Drehschalters zur Einstellung des gewünschten Schnell-Ladestromes, befinden sich drei Leuchtdioden, die anzeigen, ob der Stromregler zum einwandfreien Laden in Betrieb ist, oder ob der Spannungsregler bereits eine Begrenzung aufgrund von Überspannungen vorgenommen hat. Die dritte LED

Technische Daten:

Spannungseinstellung 0-16 V	
Strombereiche:	
Wahlschalter in Stellung 1 (I/20)	
1 mA	10 mA
2,5 mA	25 mA
5 mA	50 mA
Wahlschalter in Stellung 2 (Automatik)	
Befindet sich der Wahlschalter in Stellung 2 (Automatik), so wird nach Ablauf einer Stunde von „Dauerstrom“ auf „I/20“ automatisch umgeschaltet, so daß der Akku jetzt einen Erhaltungsladestrom zugeführt bekommt.	
Wahlschalter in Stellung 3 (Reset/Dauer)	
20 mA	200 mA
50 mA	500 mA
100 mA	1000 mA



leuchtet solange der Schnell-Ladevorgang andauert.

Der U-Regler zur Einstellung der max. Ladespannung befindet sich ganz rechts auf der Frontplatte. Mit diesem Regler können Spannungen von 0 bis 16 V eingestellt werden. Normalerweise sollte sich dieser Regler ganz am rechten Anschlag befinden. Wünscht man hingegen eine Begrenzung der Ladespannung, ist dies mit dem U-Regler vorzunehmen.

Aus den vorstehend beschriebenen Eigenschaften des NC-Laders ist ersichtlich, daß sich dieses Gerät auch ohne weiteres als Netz-Gerät einsetzen läßt, zumal über die Schalterstellung Reset/Dauer auch Ströme von 1 A entnommen werden können, bei Spannungen, die mit dem U-Regler von 0-16 V einstellbar sind.

Zur Schaltung

Der Leistungsteil des NC-Laders besteht aus der Trafowicklung 16 V/1,5 A, in Zusammenhang mit den Gleichrichterioden D 3 bis D 6, den Kondensatoren C 10 bis C 12 sowie dem Endstufentransistor T 1.

Die eigentliche Regelungselektronik wird durch die beiden Operationsverstärker OP 2 (I-Regler) und OP 3 (U-Regler) dargestellt.

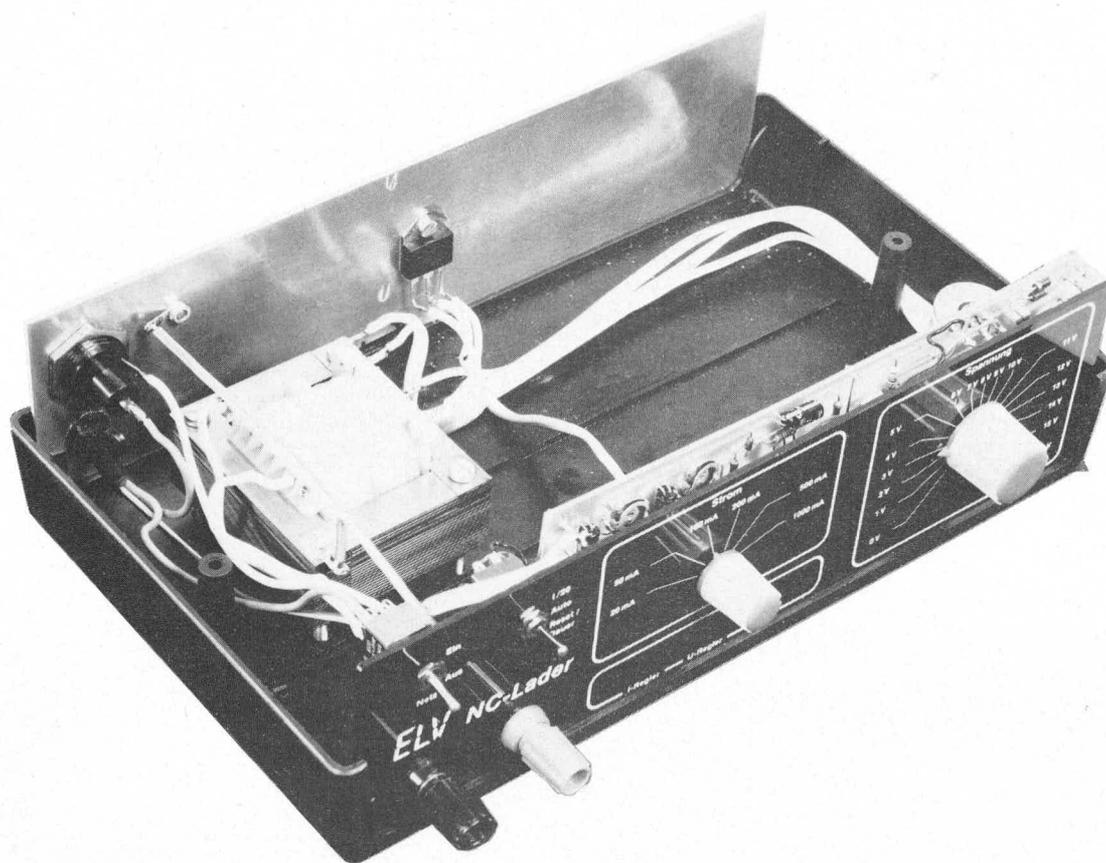
Die Versorgung der Regelungselektronik wird über die zweite Trafowicklung von 9 V/0,2 A in Zusammenhang mit den Gleichrichterioden D 1 und D 2 sowie den Kondensatoren C 1 bis C 4 vorgenommen. In Verbindung mit D 7 sowie dem OP 1 mit Zusatzbeschaltung, wird eine Referenzspannung aufgebaut, die über dem Kondensator C 6 an Pin 1 des OP 1 ansteht.

Über R 13, R 14 in Verbindung mit R 23, wird diese Referenzspannung zur Spannungseinstellung mit Hilfe des OP 3 eingesetzt, dessen Ausgang über D 9 den Endstufentransistor T 1 ansteuert.

Über R 5, R 6 gelangt diese Referenzspannung darüber hinaus auf die Spannungsteilerkette R 7 bis R 12, die in Verbindung mit dem Drehschalter S 3 die Einstellung des Ladestromes vornimmt. Über R 18 gelangt der mit S 3 eingestellte Spannungswert, der einem entsprechenden Stromwert entspricht, auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 2, der zur Stromregelung über D 8 auf den Endstufentransistor T 1 wirkend dient.

Über R 17 gelangt dann die zweite Information (Spannungsabfall an R 20/R 21) auf den invertierenden (-) Eingang des OP 2.

Schalter S2:
1= 1/20
2= Auto
3= Reset/Dauer



Ansicht des geöffneten automatischen Komfort-Ladegerätes für NC-Akkus

Die eigentliche Regelung ist damit schon beschrieben. Solange das Relais Re 1 stromlos bleibt, ist der Ruhekontakt re 1 geschlossen und es fließt der mit S 3 eingestellte Schnell-Ladestrom – vorausgesetzt, daß mit R 23 (Spannungseinstellpoti) eine ausreichend große Spannung eingestellt wurde.

Nach Ablauf 1 Stunde (S 2 steht hierbei auf „auto“) zieht Re 1 an und der Kontakt re 1 öffnet sich, wodurch der Ladestrom auf $\frac{1}{20}$ reduziert wird.

Die Zeitdauer von 1 Stunde wird mit Hilfe des IC 2 realisiert, das einen internen Oszillator sowie einen Teiler durch 2^{14} besitzt, wobei die Oszillatorfrequenz durch R 25, R 26 in Verbindung mit C 14 festgelegt wird. Mit R 26 kann diese Frequenz geringfügig eingestellt werden, so daß der Zustandswechsel von „low“ nach „high“ an Pin 3 des IC 2 exakt nach 1 Stunde auftritt. Hierdurch wird OP 4 so angesteuert, daß dessen Ausgang Pin 14 ebenfalls auf „high“ geht und T 2 durchsteuert (Re 1 zieht an – der Schnell-Ladevorgang wird abgebrochen und der Strom auf $\frac{1}{20}$ reduziert).

Über D 13 und R 30 wird eine Selbsthaltung herbeigeführt, die erst durch Betätigen der Reset-Funktion gelöscht werden kann (S 2).

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich besonders einfach, da sämtliche Bauelemente bis auf Sicherung, Netzschalter und Trafo auf einer Platine Platz finden.

Zunächst werden die Brücken, die Widerstände, Kondensatoren, Dioden usw. in ge-

wohnter Reihenfolge eingelötet. Beim Einbau der Halbleiter, besonders beim IC 2, ist entsprechende Vorsicht geboten, damit keine Zerstörung durch Überhitzung oder statische Aufladung (IC 2) auftreten kann.

Befestigt wird die Platine, indem sie über zwei links und rechts an der Unterkante angeschraubte Alu-Winkel mit der Gehäuseunterschale verbunden wird, wobei der Abstand zwischen Leiterplatte und Frontplatte ca. 10 mm betragen sollte, so daß die Leuchtdioden möglichst direkt an die Frontplatte anstoßen bzw. max. 3 mm von ihr entfernt sind.

Das Netzkabel ist über den in die Rückwand eingeschraubten Sicherungshalter auf den Netzschalter und von dort auf den Transformator zu führen. Besonders wichtig ist es, auch den Schutzleiter (gelb/grün) korrekt anzuschließen. Er ist sowohl mit dem Netzschalterhals über eine Lötöse mit einem Innendurchmesser von 6 mm anzuschließen als auch an den Transformator, die Aluminium-Rückplatte und die beiden Befestigungswinkel für die Leiterplatte, d. h., es sind alle von außen zugänglichen Metallteile mit dem Schutzleiter zu verbinden.

Der Transformator, der ebenfalls mit dem Schutzleiter verbunden wurde, ist über vier Schrauben und zwölf Muttern im hinteren Teil des Gehäuses mit der unteren Halbschale zu verschrauben.

Damit ist der Nachbau des NC-Laders, der auch als Netzgerät eingesetzt werden kann, beendet.

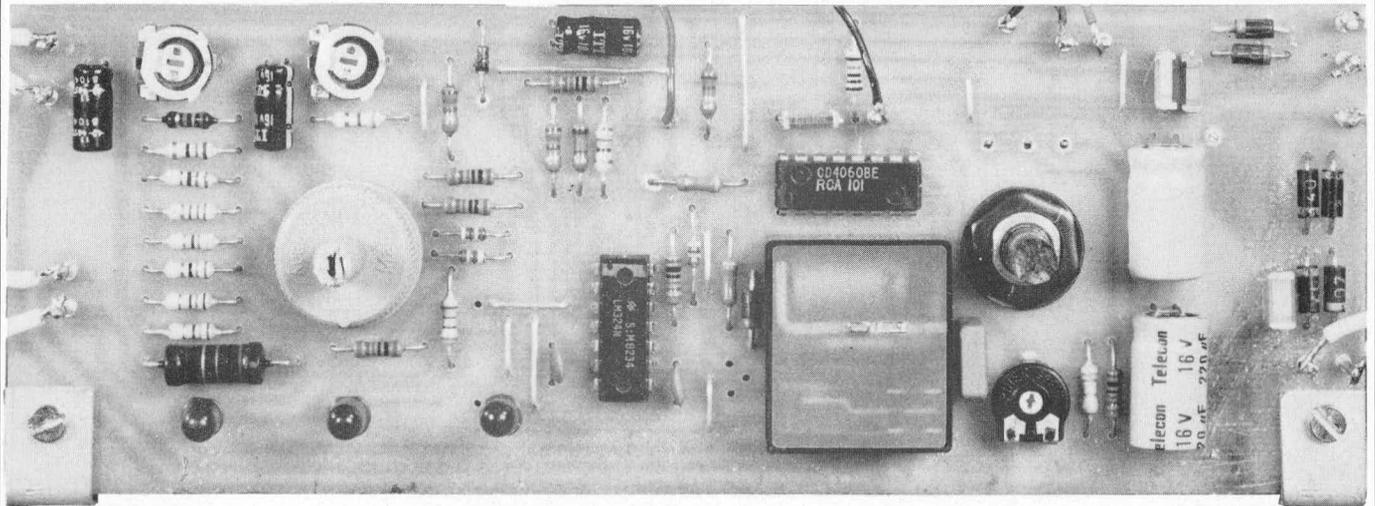
Abgleich/Einstellung

Die Einstellung des max. möglichen Ausgangsstromes geschieht mit Hilfe des Trimmers R 5. Hierzu wird der Ausgang über ein Amperemeter mit minimal 1 A Meßbereich kurzgeschlossen. Der Stromeinsteller S 3 ist in Stellung 1 A zu bringen und das Spannungseinstellpoti R 23 im Uhrzeigersinn zu drehen (Rechtsanschlag). Mit R 5 wird jetzt der Ausgangsstrom auf 1 A eingestellt. Damit sind auch alle anderen Strombereiche automatisch, von geringfügigen Abweichungen einmal abgesehen, kalibriert.

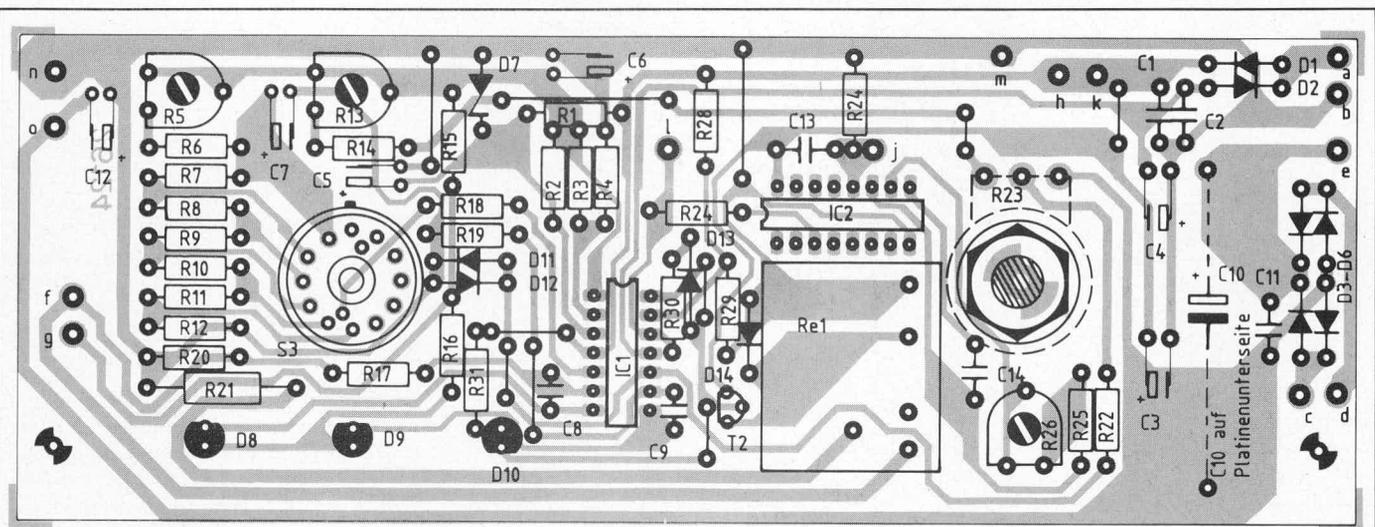
Für die Einstellung des max. Ausgangsspannungswertes wird jetzt das Amperemeter entfernt und durch ein Voltmeter (20 bis 30 V Vollausschlag) ersetzt. Mit R 13 wird jetzt bei Rechtsanschlag von R 23 eine Ausgangsspannung von 16 V eingestellt.

Die Zeitdauer des Schnell-Ladevorganges kann mit R 26 in gewissen Grenzen variiert werden, wobei ein Wert von 1 Stunde möglichst nicht überschritten werden soll. Zunächst ist S 2 in Stellung 3 (Reset/Dauer) zu bringen. Nachdem S 2 in Stellung „auto“ gebracht wird, ist die Zeit zu messen, bis die Leuchtdiode „laden“ D 10 verlischt. Gleichzeitig zieht das Relais Re 1 an. Ist die Zeitdauer zu kurz, muß mit R 26 ein größerer Widerstandswert eingestellt werden, während bei zu langer Zeitdauer der Widerstandswert von R 26 durch Verdrehen zu verkleinern ist.

Damit ist die Kalibrierung des NC-Laders beendet und dem Einsatz steht nun nichts mehr im Wege.



Ansicht der fertig bestückten Platine des automatischen Komfort-Ladegerätes für NC-Akkus



Bestückungsseite der Platine des automatischen Komfort-Ladegerätes für NC-Akkus

Stückliste:
NC-Lader

Halbleiter:

- IC1 LM 324
- IC2 CD 4060
- T1 TIP 140
- T2 BC 548
- D1-D6, D14 1 N 4001
- D7 ZPD 5,6
- D8-D10 LED, rot, 5 mm
- D11-D13 1 N 4148

Widerstände

- R1 10 k Ω
- R2 680 Ω
- R3 1,5 k Ω
- R4 5,6 k Ω
- R5 2,5 k Ω , Trimmer liegend
- R6 5,6 k Ω
- R7 560 Ω
- R8 270 Ω
- R9 82 Ω
- R10 47 Ω

- R11 27 Ω
- R12 18 Ω
- R13 1 k Ω , Trimmer liegend
- R14 4,7 k Ω
- R15 680 Ω
- R16 220 Ω
- R17-R19, R30 10 k Ω
- R20 18 Ω
- R21 1 Ω , 1 Watt
- R22 10 k Ω
- R23 ... 10 k Ω , Poti, lin, 6mm Achse
- R24 100 k Ω
- R25 680 k Ω
- R26 250 k Ω , Trimmer liegend
- R27, R29 47 k Ω
- R28 220 k Ω
- R31 1,8 k Ω

Kondensatoren:

- C1, C2, C11 100 nF
- C3, C4 220 μ F/16 V
- C5, C6, C7, C12 10 μ F/16 V
- C8, C9 47 pF
- C10 2200 μ F/35 V liegend

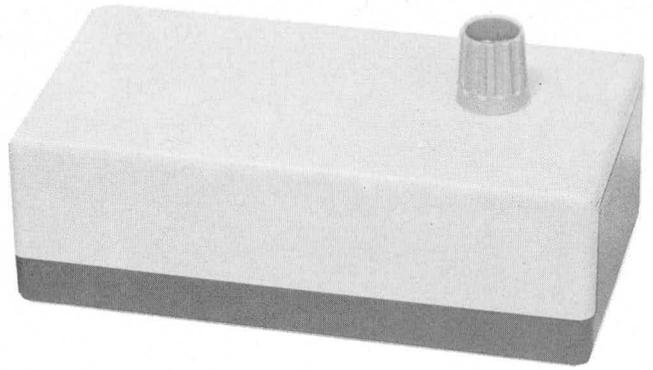
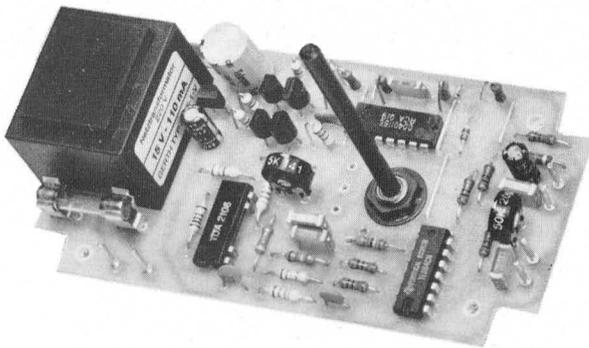
- C13 10 nF
- C14 470 nF

Sonstiges

- S1 Kippschalter 2 x um
- S2 Kippschalter 2 x um mit Mittelstellung
- S3 Präzisions-Drehschalter ITT 6x2
- Si1 0,16 A mittelträge
- Re1 Kartenrelais 12 V, liegend, 1 x um, 8 A
- Tr1 prim: 220 V, 26 VA
sek: 9 V, 0,2 A
16 V, 1,5 A

- 14 Lötstifte
- 1 Einbausicherungshalter
- 2 Alu-Befestigungswinkel
- 1 Glimmerscheibe Für TO 3 P
- 1 Isolierrippel
- 6 Schrauben M 3 x 10 mm
- 6 Muttern M 3
- 4 Schrauben M 4 x 40 mm
- 12 Muttern M 4
- 3 Lötösen 3 mm
- 1 Lötöse 4 mm
- 1 Lötöse 6 mm

Elektronischer Nachhall



Für die Musikfreunde unter unseren Lesern stellen wir hier ein Nachhall-Gerät vor, das die Verzögerung analoger Signale (Sprache, Musik usw.) auf elektronische Weise realisiert.

Allgemeines

Um analoge Signale zu verzögern, standen bis vor einigen Jahren im wesentlichen nur zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Die qualitativ gute, jedoch technisch sehr aufwendige und teure Lösung der Verzögerung über ein Tonbandgerät, wobei durch den Einsatz von mehreren Tonköpfen gleichzeitig unterschiedliche Verzögerungszeiten realisiert werden können.
2. Die sehr preiswerte Lösung der Verzögerung durch eine Hallspirale. Hierdurch ergibt sich jedoch leicht ein etwas „blecherner“ Klang.

Durch die fortschreitende Integrationsdichte ist es inzwischen möglich geworden, mehrere tausend Analog-Speicher in einem IC unterzubringen. Werden diese einzelnen Analog-Speicher in Form eines Schieberegisters in Reihe geschaltet, entsteht daraus ein „Eimerkettenspeicher“.

Die Verzögerungszeit ergibt sich nun aus der Anzahl der Stufen, dividiert durch die Taktfrequenz. Mit Taktfrequenz bezeichnen wir die Ansteuerfrequenz, mit der die einzelnen Speicher umgeladen werden. Würde die Taktfrequenz 2000 Hz betragen, bei einem 2000stufigen Analog-Speicher IC, ergebe sich daraus eine Verzögerungszeit von 1 Sekunde, da ein bestimmter Eingangssignalpegel jeweils in 0,5 mSek. ($\frac{1}{2000}$ Sekunden) in den nächsten Analog-Speicher umgeladen wird und dies zweitausendmal erfolgen muß, bevor der Eingangssignalpegel am Ausgang erscheint. Verdoppelt man die Frequenz, so halbiert sich die Verzögerungszeit (Durchlaufzeit). Je höher die Anzahl der einzelnen Stufen, desto länger die Durchlaufzeit.

Um nun eine möglichst hohe Verzögerungszeit zu erreichen, sollte das eingesetzte IC möglichst viele Analog-Speicher besitzen. Aufgrund moderner Integrationstechniken ist es inzwischen möglich geworden, über tausend solcher Speicher auf einem Chip unterzubringen. Darüber hinaus sollte die

Taktfrequenz möglichst hoch sein, damit die Übertragungsfrequenz, das ist die Frequenz, die das IC als Analog-Frequenz noch übertragen kann, ebenfalls möglichst hoch ist. Hierbei ist zu beachten, daß die Abtastrate möglichst 3 bis 5 mal so hoch sein sollte wie die maximale Eingangsfrequenz des zu verzögernden NF-Signals. Bei einer Taktfrequenz von 40 kHz sollte die Frequenz des zu verzögernden NF-Eingangssignals möglichst 10 kHz nicht überschreiten, um einen vertretbaren Klirrfaktor nicht zu überschreiten.

Zur Schaltung

Das Herz der hier vorgestellten elektronischen Verzögerungsschaltung besteht aus dem hoch integrierten IC 2 des Typs TDA 2108, das von der Firma VALVO hergestellt wird und ein 2048stufiges analoges MOS-Schieberegister darstellt – es enthält also 2048 einzelne hintereinander geschaltete Analog-Speicher.

Über den Kondensator C 1 gelangt das Eingangssignal auf den nicht invertierenden (+)Eingang des OP 1, der als reiner Impedanzwandler geschaltet ist. Vom Ausgang des OP 1 gelangt das NF-Signal dann zum einen auf den Eingang (Pin 7) des MOS-Schieberegisters des Typs TDA 2108, das die eigentliche Verzögerungsstrecke darstellt. An seinen Ausgängen (Pin 3 und Pin 4) steht dann das verzögerte NF-Signal zur Verfügung und gelangt auf den mit dem OP 2 mit Zusatzbeschaltung aufgebauten Tiefpaßfilter.

Zum anderen gelangt das am Ausgang des OP 1 anstehende NF-Signal über R 13 auf den invertierenden (-)Eingang des OP 3. Der Trimmer R 4 ist so einzustellen, daß der Klirrfaktor des verzögerten Signals minimiert wird. Steht kein geeignetes Meßgerät zur Verfügung, ist R 4 in Mittelstellung zu bringen bzw. ein Abgleich „nach Gehör“ durchzuführen.

Sowohl das verzögerte NF-Signal am Ausgang des OP 2 als auch das unverzögerte

NF-Signal am Ausgang des OP 3 werden nun jeweils über einen 10 k Ω Widerstand auf den Summenpunkt am invertierenden (-)Eingang des OP 4 geführt, d. h., beide Signale werden miteinander gemischt.

Mit Hilfe des im Rückkopplungszweig von OP 4 liegenden Trimmers kann eine Grundverstärkung fest eingestellt werden, so daß die gesamte Schaltung auch für kleine Eingangssignale eingesetzt werden kann.

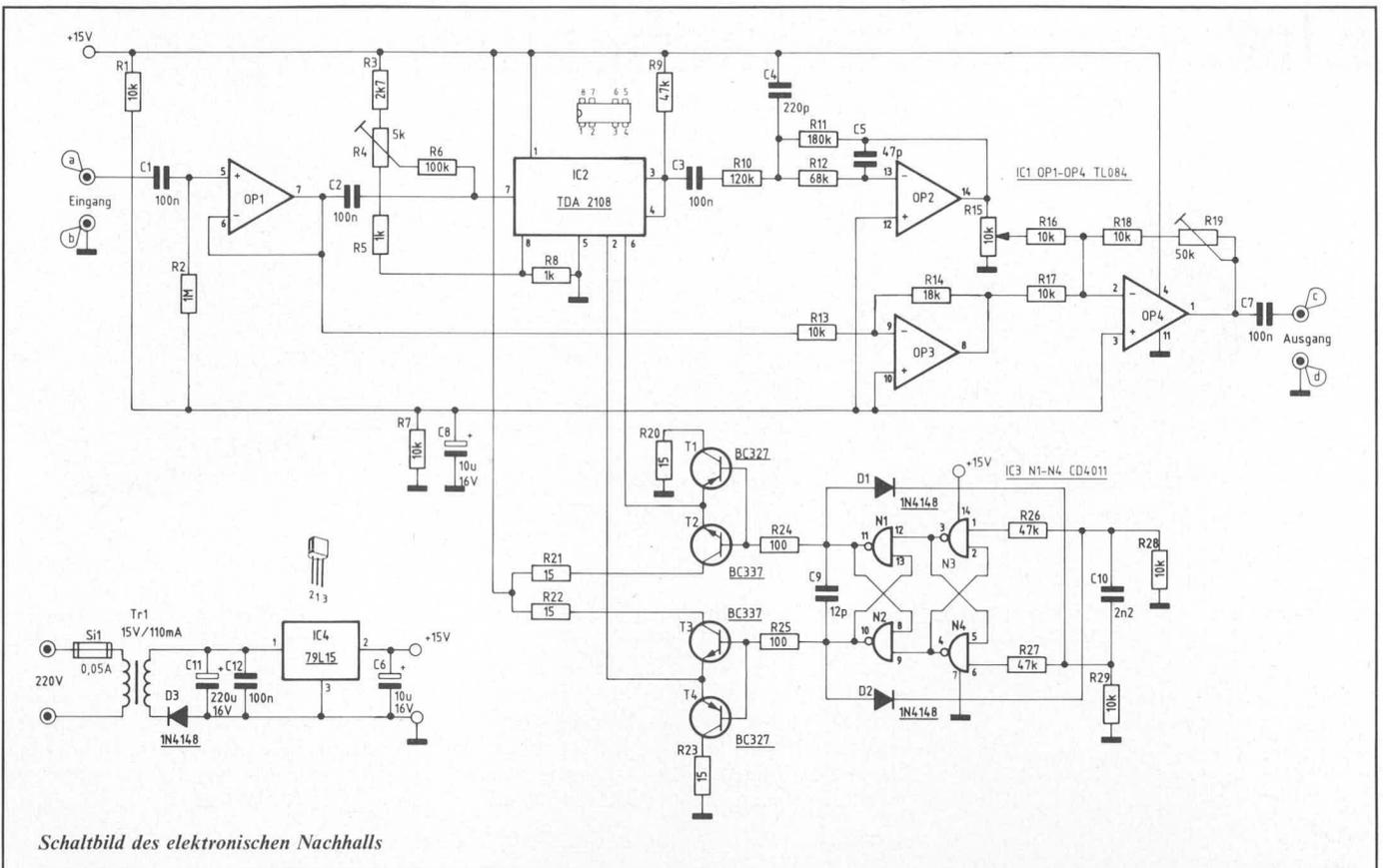
Am Ausgang des OP 4 steht somit ein Signal zur Verfügung, das dem Eingangssignal mit zugefügtem Nachhall entspricht, wobei je nach Stellung von R 15 der Nachhall effekt entweder größer oder kleiner von 0 an beginnend eingestellt werden kann.

Der Taktgenerator besitze eine feste Frequenz von ca. 30 kHz, wobei die absolute Größe dieser Taktfrequenz sowie deren Stabilität von untergeordneter Bedeutung ist. Aufgebaut wird die Schaltung des Taktgenerators mit vier NAND-Gattern, die in einem IC des Typs CD 4011 integriert sind mit nachgeschalteter Leistungspufferstufe. Diese ist erforderlich, da gleichzeitig immerhin 2048 Schieberegisterstufen zu schalten sind.

Wünscht man eine höhere Taktfrequenz, so kann C 10 (2,2 nF) verkleinert werden, während bei kleineren Taktfrequenzen der Kondensator zu vergrößern ist.

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich auch hier wieder recht einfach, zumal sämtliche Bauelemente auf der Platine Platz finden. Beim Einbau des TDA 2108 ist besondere Vorsicht geboten, da es sich um eine MOS-IC handelt, das vor statischen Aufladungen zu schützen ist, zumal dieses IC aufgrund der hohen Integrationsdichte entsprechend teuer ist. Darüber hinaus sind keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen erforderlich. Durch den Einsatz eines Netztesiles, dessen 220 V Eingangsspannung lebensgefährlich ist, möchten wir noch einmal auf die einschlägigen Sicherheitsvorschriften hinweisen. Die VDE-Bestimmungen sind zu beachten.



Schaltbild des elektronischen Nachhalls

Stückliste:
Elektronischer Hall

Halbleiter:

- IC1 TL 084
- IC2 TDA 2108
- IC3 CD 4011
- IC4 79 L 15
- T1, T4 BC 327
- T2, T3 BC 337
- D1-D3 1 N 4148

Kondensatoren:

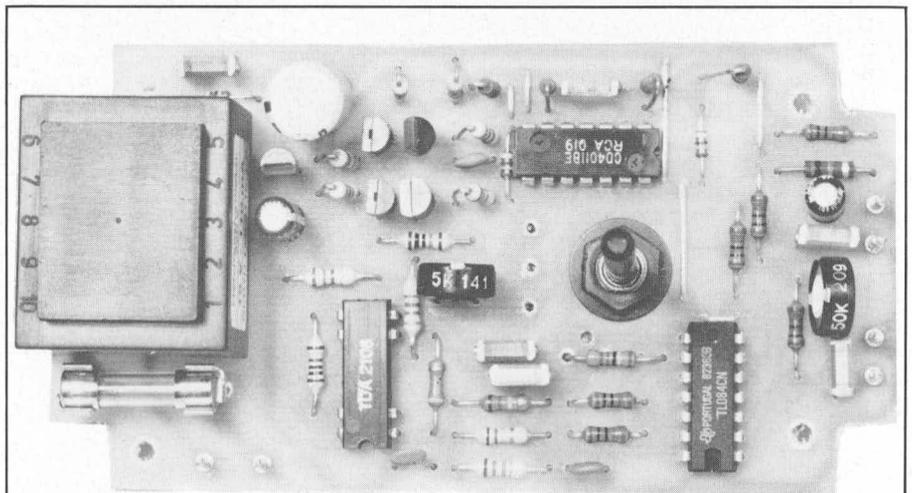
- C1, C2, C3, C7, C12 100 nF
- C4 220 pF
- C5 47 pF
- C6, C8 10 µF/16 V
- C9 12 pF
- C10 2,2 nF
- C11 220 µF/16 V

Widerstände:

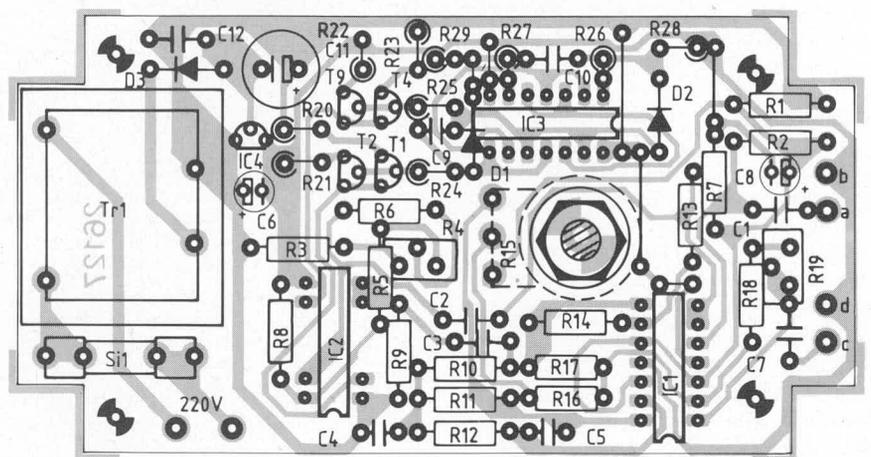
- R1 10 kΩ
- R2 1 MΩ
- R3 2,7 kΩ
- R4 5 kΩ, Trimmer, stehend
- R5 1 kΩ
- R6 100 kΩ
- R7 10 kΩ
- R8 1 kΩ
- R9 47 kΩ
- R10 120 kΩ
- R11 180 kΩ
- R12 68 kΩ
- R13, R16-R18 10 kΩ
- R14 18 kΩ
- R15 10 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
- R19 50 kΩ, Trimmer, stehend
- R20-R23 15 Ω
- R24, R25 100 Ω
- R26, R27 47 kΩ
- R28, R29 10 kΩ

Sonstiges

- Tr1 prim: 220V/1,6 VA
sek: 15 V/110 mA
- Si1 50 mA
- 1 Platinsicherungshalter
- 6 Lötstifte

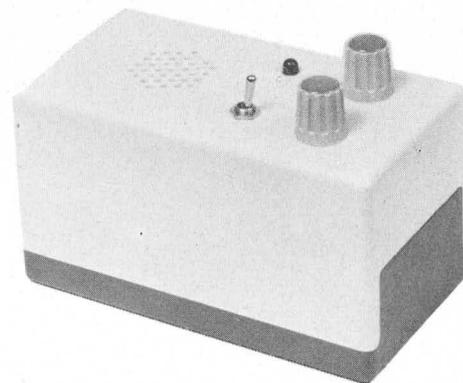


Ansicht der fertig bestückten Platine des elektronischen Nachhalls



Bestückungsseite der Platine des elektronischen Nachhalls

Einfacher Mittelwellenempfänger



Wie sich mit einfachsten Mitteln ein durchaus funktionstüchtiger Mittelwellenempfänger aufbauen läßt, zeigt das hier vorgestellte Beispiel.

Zur Schaltung

Hauptbestandteil der hier vorgestellten Schaltung sind zum einen der mit dem IC des Typs ZN 414 von Ferranti aufgebaute HF-Empfänger und zum anderen ein nachgeschalteter NF-Verstärker.

Indem IC des Typs ZN 414, das erstaunlicherweise nur 3 Anschlüsse besitzt, sind sämtliche, zum Aufbau eines Geradeausempfängers erforderlichen, aktiven Funktionsgruppen enthalten. Im einzelnen sind dies ein Impedanzwandler, ein 3stufiger HF-Verstärker mit nachgeschaltetem Detektor sowie einer automatischen Verstärkungsregelschaltung, die im Bereich von bis zu 20 dB arbeitet, wodurch Lautstärkeunterschiede von starken und schwächeren Sendern automatisch ausgeglichen werden. In Bild 1 ist das Blockschaltbild des Innenlebens des ZN 414 zum besseren Verständnis dargestellt.

Durch den Anschluß von nur 6 weiteren Bauelementen ist bereits eine Empfänger-schaltung aufgebaut (R 1, R 3, C 1, C 2, C 4 sowie L 1).

Die weiteren Bauelemente dienen zum einen der Spannungstabilisierung für das ZN 414, das mit einer Versorgungsspannung von 1,2 bis 1,6 V betrieben wird (R 2, C 3, D 1) sowie zur NF-Signalverstärkung.

Der NF-Verstärker ist im wesentlichen mit den Transistoren T 1 bis T 5 in konventioneller Weise aufgebaut, so daß eine detaillierte Beschreibung an dieser Stelle entfallen soll. Die Lautstärke wird mit R 4 eingestellt, während die Sendereinstellung mit C 1 erfolgt.

Die Empfängerspule L 1 kann mit einfachen Mitteln leicht selbst hergestellt werden. Entweder kann man sich eine Spule aus einem defekten Transistorradio ausbauen, wo auch evtl. ein entsprechender Drehko zu finden ist oder man besorgt sich einen Ferritstab von etwa 7 bis 10 cm Länge, bei einem Durchmesser von ca. 1 cm. Auf diesen Stab werden 49 Windungen mit 0,3 mm dickem Kupferlackdraht gewickelt, sofern die Kapazität des Drehkos 500 pF beträgt. Wird ein Drehko von 150 pF eingesetzt, sollte die Windungszahl 100 betragen. Ggf. kann auch mit der Windungszahl experimentiert werden, um so den optimalen Einstellbereich des Drehkos auszunutzen.

Zum Nachbau

Der Aufbau findet auf einer kleinen Platine statt, auf der auch der Ferritstab seinen Platz findet. Die Anordnung dieses Ferritstabes ist nicht ganz unbedeutend und muß möglichst genau dem Bestückungsplan entsprechen. Führt man Experimente mit anderen Positionierungen des Ferritstabes durch, wird man leicht erkennen, daß der

gesamte Empfänger Schwingneigungen aufzeigen kann. In der aufgezeigten Ausführung arbeitet diese kleine Schaltung gemessen an dem minimalen Aufwand überraschend gut. In diesem Zusammenhang soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß es sich um einen einfachen Geradeausempfänger handelt, der selbstverständlich keineswegs die Leistungen eines modernen „Supers“ erreichen kann.

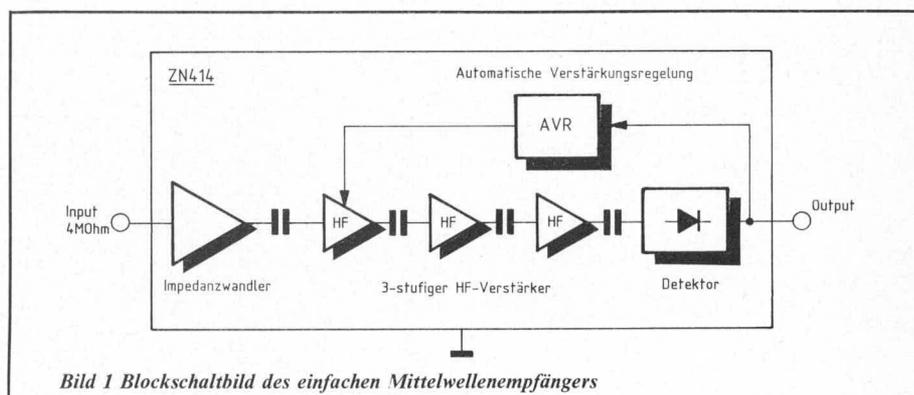
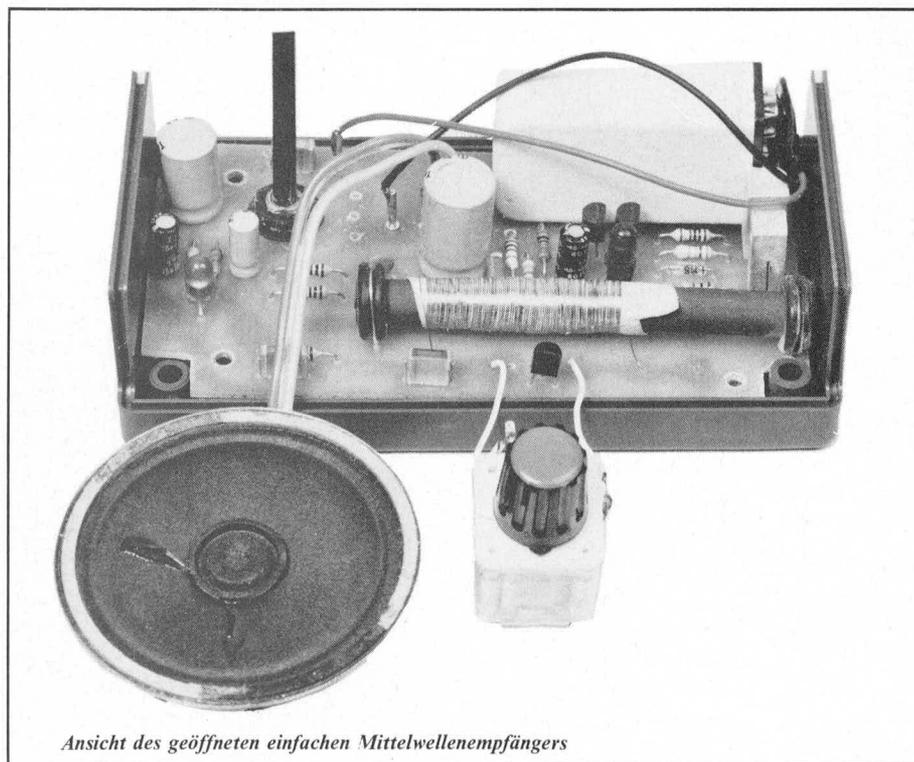
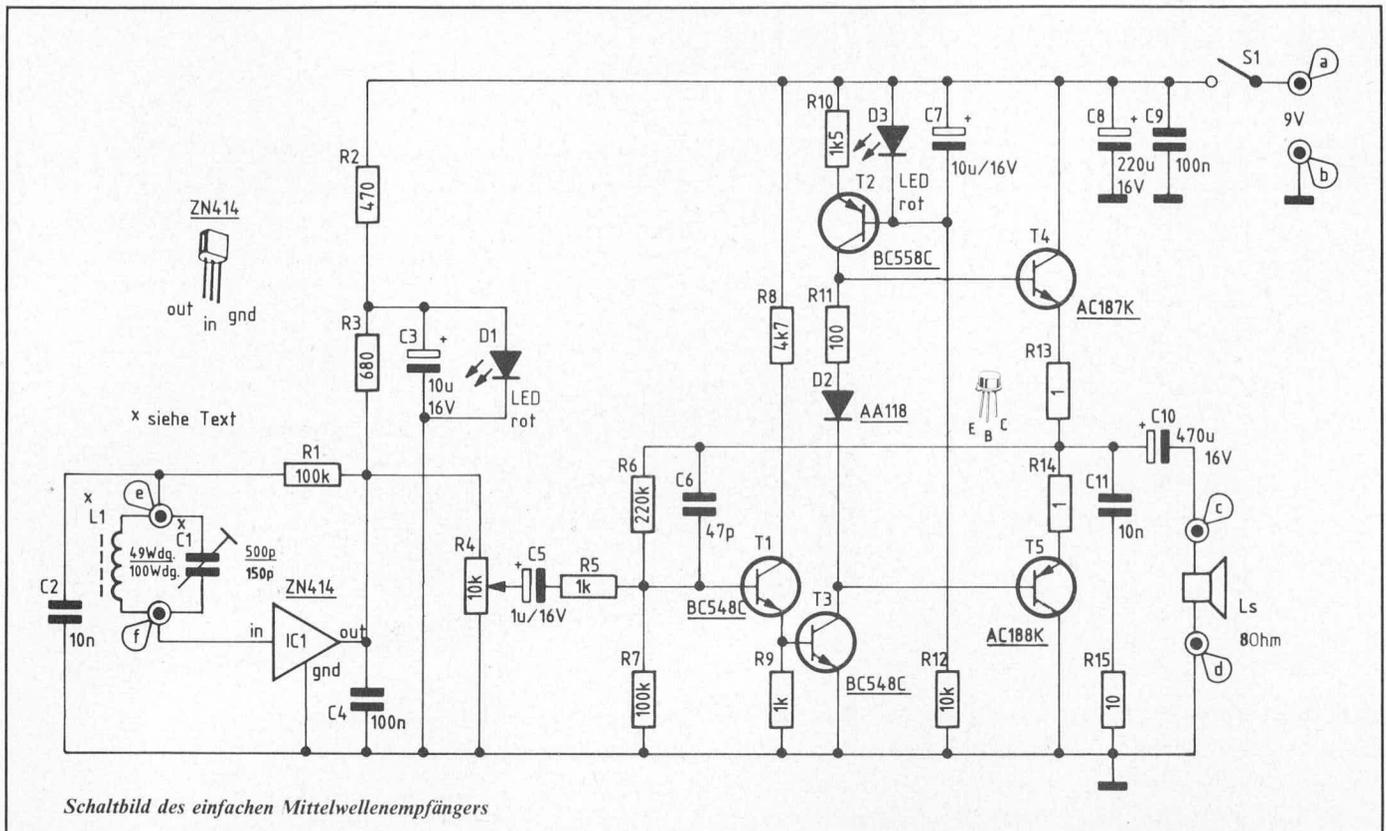


Bild 1 Blockschaltbild des einfachen Mittelwellenempfängers



Ansicht des geöffneten einfachen Mittelwellenempfängers



Schaltbild des einfachen Mittelwellenempfängers

Stückliste:
Einfacher Mittelwellenempfänger

Halbleiter:

IC1	.....	ZN 414
T1, T3	.....	BC 548
T2	.....	BC 558
T4	.....	AC 187 K
T5	.....	AC 188 K
D1, D3	.....	LED, rot, 5 mm
D2	.....	AA 118

Widerstände:

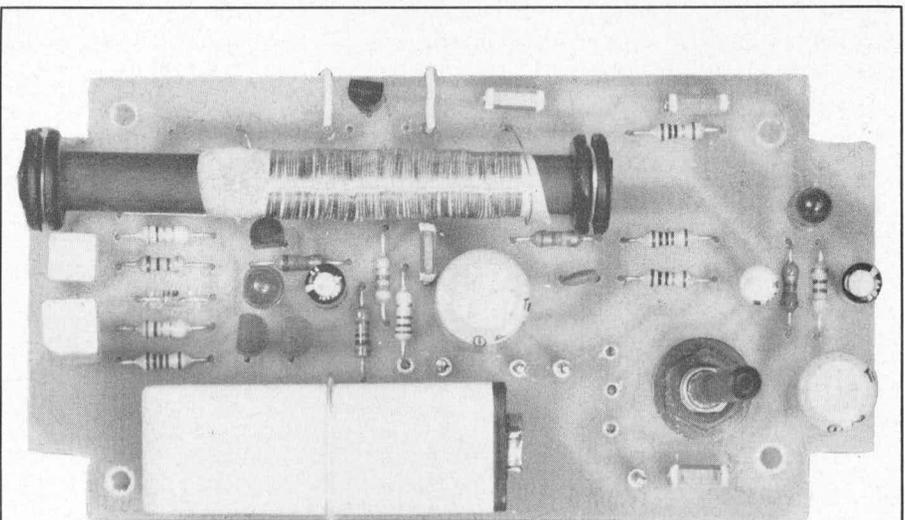
R1, R7	.....	100 kΩ
R2	.....	470 Ω
R3	.....	680 Ω
R4	.....	10 kΩ, Poti, lin 4 mm, Achse
R5, R9	.....	1 kΩ
R6	.....	220 kΩ
R8	.....	4,7 kΩ
R10	.....	1,5 kΩ
R11	.....	100 Ω
R12	.....	10 kΩ
R13, R14	.....	1 Ω
R15	.....	10 Ω

Kondensatoren:

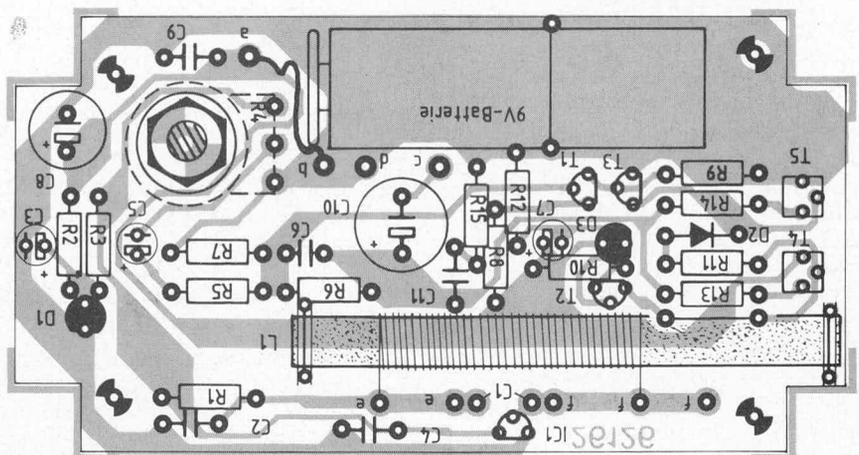
C1	.....	Drehkondensator 0-500 pF
C2	.....	10 nF
C3	.....	10 μF/16 V
C4	.....	100 nF
C5	.....	1 μF/16 V
C6	.....	47 pF
C7	.....	10 μF/16 V
C8	.....	220 μF/16 V
C9	.....	100 nF
C10	.....	470 μF/16 V
C11	.....	10 nF

Sonstiges:

- S1 Kippschalter 1 x um
- 1 x Ferritstab ca. 7,5-10 cm
- Kupferlackdraht Ø 0,3 mm ca. 3,50 m
- 1 x Miniatur Lautsprecher 8 Ω, Ø5,6 cm
- 4 x Lötstifte
- 1 x Batterieclips 9 V
- 2 x Gummi-Netzdurchführungen zur Ferritstabbefestigung



Ansicht der fertig bestückten Platine des einfachen Mittelwellenempfängers



Bestückungsseite der Platine des einfachen Mittelwellenempfängers

ELV-Serie 7000:

4 $\frac{1}{2}$ stelliges Digital-Multimeter DMM 7000



Als eines der Spitzengeräte in unserer ELV-Serie 7000 stellen wir Ihnen ein 4 $\frac{1}{2}$ stelliges Digital-Multimeter der Spitzenklasse vor. Nachfolgend die herausragenden Eigenschaften des DMM 7000 in Kurzform:

- 30 Meßbereiche, unter anderem 6 Strombereiche von 1 nA bis 20 A,
- Toleranz des Verteilers wahlweise 0,5 % - 0,1 % - 0,05 % (!),
- Kalibrierung im wesentlichen mit nur einem einzigen Spindeltrimmer,
- AC/DC-Meßgleichrichter ohne Abgleich,
- automatische Anzeige von Meßart und Meßbereich,
- alle Bereiche überlastungsgeschützt,
- eingebautes 220 V Netzteil.

Allgemeines

Die vorstehend kurz beschriebenen wesentlichen Merkmale des DMM 7000 lassen erkennen, um welches außergewöhnliche Meßgerät es sich hier handelt.

Weitere Merkmale, die das DMM 7000 besonders bedienungsfreundlich machen, sind automatische Nullpunkt Korrektur, automatische Polaritäts-, Dezimalpunkt- und Überlaufanzeige sowie die logische Gliederung der Frontplatte, u. a. mit farblich gekennzeichneten Drucktastern.

Besonders hervorzuheben ist auch der klare übersichtliche Aufbau der Schaltung, nicht zuletzt in mechanischer Hinsicht. Auf eine durchkontaktierte Leiterplatte konnte trotz der vielfältigen Schalterstellungen durch einen Kunstgriff verzichtet werden, ohne den Verdrahtungsaufwand unnötig zu erhöhen: Mittels einer zusätzlichen kleinen Leiterplatte, die sich oberhalb des Tastensatzes befindet, so daß sich der Tastensatz praktisch zwischen zwei Leiterplatten befindet, wird derselbe Effekt wie mit einer durchkontaktierten Leiterplatte erzielt, jedoch ohne deren nicht ganz unerhebliche Kosten. Auch der nicht so versierte Hobbyelektroniker darf sich deshalb durchaus zutrauen, das DMM 7000 auf Anrieb fehlerfrei nachbauen zu können – etwas Lötpraxis vorausgesetzt.

Der außerordentlich einfache Abgleich trägt weiter zur Nachbaufreundlichkeit bei. Im Grunde wird das gesamte Gerät mit nur

einem einzigen Trimmer abgeglichen. Lediglich für die Einstellung des 20 A-Bereichs ist noch ein zweiter Trimmer vorgesehen, während mit einem dritten Trimmer die Taktfrequenz des Oszillators zur Steuerung des A/D-Wandlers eingestellt werden kann. Günstig ist eine Frequenz, die einem ganzzahligen Vielfachen der Netzfrequenz entspricht (hier z. B. 100 kHz). Diese Einstellung ist jedoch nicht unbedingt erforderlich und der entsprechende Trimmer wird in Mittelstellung gebracht.

Zur Schaltung

Als Analog/Digitalwandler findet die IC-Kombination TL 501/502 von Texas Instruments, mit einem geradezu sagenhaften Linearitätsfehler von lediglich 0,01 % Verwendung. Dies bedeutet über den gesamten Meßumfang von -20 000 bis +20 000 eine Abweichung von weniger als 1 Digit. Im Meßbereich „200 mV Gleichspannung“ kann diese Genauigkeit sogar direkt genutzt werden. In allen anderen Meßarten und -bereichen muß noch die Toleranz der Vorwiderstände und in den AC-Bereichen der Fehler des AC/DC-Konverters berücksichtigt werden.

Für die Teilerkette kommen im DMM 7000 hochbelastbare Präzisionsmeßwiderstände zum Einsatz. Um den Nachbau so individuell wie möglich zu gestalten, können Meßwiderstände mit einer Genauigkeit von wahlweise 0,5 %, 0,1 % oder 0,05 % (!) eingesetzt werden.

Der Meßwiderstandssatz mit einer Genauigkeit von 0,05 % dürfte wohl eine kleine Sensation darstellen und wird exklusiv für ELV von zwei führenden internationalen Herstellern für Präzisionsmeßwiderstände produziert, wobei diese Genauigkeit bei vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand bereits an die Grenzen des technisch Machbaren stößt.

Die Abweichungen des AC/DC-Konverters liegen bei ca. 0,5 % bis zu einer Frequenz von ca. 1 kHz. Auch bei 5 kHz können noch mit ausreichender Genauigkeit Messungen durchgeführt werden.

Eine Gesamtübersicht der Meßbereiche und Fehlergrenzen zeigt die Tabelle der technischen Daten.

Die Stromversorgung

Für die Versorgung des Digitalteils des DMM 7000 und zur Speisung der fünf 7-Segment-Anzeigen des Typs DJ 700 A wird eine stabilisierte Versorgungsspannung von 5 V benötigt, die mittels eines Festspannungsreglers des Typs 7805 erzeugt wird.

Die übrige Schaltung benötigt eine symmetrische Versorgungsspannung von ± 15 V, die mittels zweier Festspannungsregler stabilisiert wird.

An dieser Stelle noch kurz einige Worte zu den 7-Segment-Anzeigen des Typs DJ 700 A:

Es handelt sich hierbei um eine Neuentwicklung von AEG/Telefunken die sich durch besonders hohe Leuchtstärke auszeichnet.

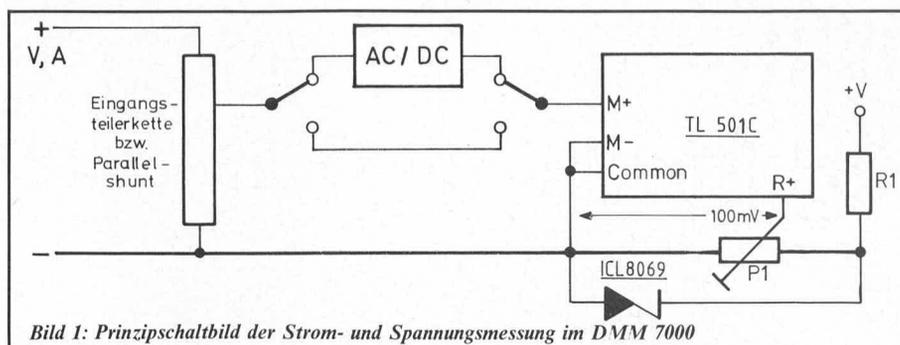


Bild 1: Prinzipschaltbild der Strom- und Spannungsmessung im DMM 7000

Dies bringt bei statischer, besonders aber auch bei gemultiplexer Ansteuerung erhebliche Vorteile. Darüber hinaus weist diese Anzeige ein sehr gelungenes Design auf, d. h. daß die einzelnen Segmente nicht einfach aus „Balken“ bestehen, sondern entsprechend geformt (angeschrägt und abgerundet) sind. Wir werden diese qualitativ hochwertige Anzeige daher in Zukunft häufiger einsetzen – sie ist als Nachfolger der bekannten TIL 701 zu sehen, deren Produktion eingestellt wurde.

Strom- und Spannungsmessung

Die Arbeitsweise in diesen Meßarten zeigt das Prinzipschaltbild (Bild 1). Die Meßspannung gelangt von der Eingangsteilerkette entweder direkt oder über den AC/DC-Wandler auf die Meßeingänge des TL 501 C (Pin 1 und Pin 2), der den Analogteil mit der eigentlichen A/D-Umsetzung darstellt, während der TL 502 C den Steuer- und Digitalteil in Zusammenhang mit den beiden IC's NE 555 (Taktoszillator) und SN 74 LS 02 darstellt.

Die Anzeige erfolgt 4½stellig, d. h., +/-20 000 Meßpunkte.

In weiten Grenzen können Überlastungen keinen Schaden anrichten, da die Schaltung mittels Vorwiderstände und Schutzdioden (FDH 300) abgesichert ist. In den Strombereichen müssen die entsprechenden Verteilerwiderstände vor Überlastung geschützt werden. Dies geschieht entweder mit D 1 oder D 2 – je nach Polarität – indem eine der beiden Dioden die Meßbuchsen kurzschließt, sobald die Spannung innerhalb des Verteilers über 0,7 V ansteigt. Die Dioden verkräften Stoßströme von mehreren 10 A. Damit sie selbst nicht zerstört werden können, ist zusätzlich noch eine 2,5 A-Schmelzsicherung vorhanden. Der 20 A-Shunt benötigt keinen weiteren Schutz.

Der AC/DC-Wandler

Im Prinzip handelt es sich bei diesem Schaltungsteil um einen Einweg-Gleichrichter, bei dem die Schwellenspannung der Diode durch einen OP auf wenige μV reduziert wird.

Durch das Integrationsglied wird die zu messende Spannung geglättet. Die Besonderheit dieses hier vorgestellten Wandlers liegt darin, daß er in weiten Bereichen linear arbeitet, ohne einen Abgleich zu benötigen.

Widerstandsmessung

Für Widerstandsmessungen wird im DMM 7000 ein besonders exaktes Meßprinzip verwendet, das auch schon bei unserem beliebten MM 31 erfolgreich Anwendung fand.

Die Referenzspannung, die mit dem IC des Typs ICL 8069 erzeugt wird, wird hierbei abgeschaltet und stattdessen eine Serienschaltung aus dem zu messenden Widerstand und einem Referenzwiderstand (aus der Teilerkette) an die Meß- und Referenzeingänge des TL 501 C gelegt (Bild 2). Maß für R_x ist das Verhältnis der Spannungen, die über diese beiden Widerstände abfallen. Das Verfahren ist deshalb so genau, weil nur die Genauigkeit des Referenzwiderstandes eine Rolle spielt. Änderungen der Versorgungsspannung gehen nicht in das Meßergebnis ein, da sie keinen Einfluß auf das

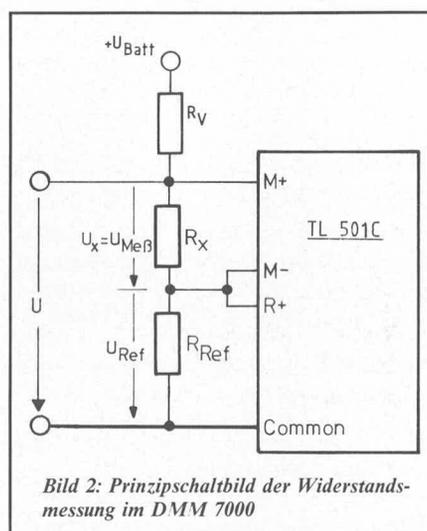
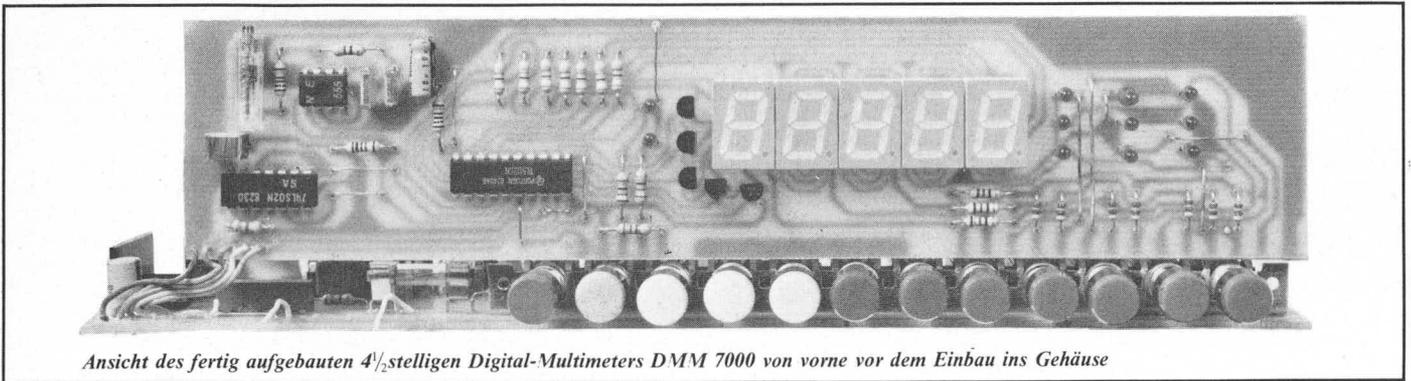


Bild 2: Prinzipschaltbild der Widerstandsmessung im DMM 7000

Technische Daten des 4½stelligem Digital-Multimeters DMM 7000

Funktion	Bereiche	Auflösung	Meßfehler (typ.)*	Überlastschutz
Gleichspannung	200 mV	10 μV	$\pm(0,01\% \text{ v. Meßwert} + 2 \text{ Digit})$	300 V~/ 750 V~ss
	2 V	100 μV	$\pm(0,05\% \text{ v. Meßwert} + 2 \text{ Digit})$	1200 V~/ 1200 V~ss
	20 V	1 mV	$\pm(0,05\% \text{ v. Meßwert} + 2 \text{ Digit})$	1200 V~/ 1200 V~ss
	200 V	10 mV	$\pm(0,05\% \text{ v. Meßwert} + 2 \text{ Digit})$	1200 V~/ 1200 V~ss
Wechselspannung	200 mV	10 μV	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 5 \text{ Digit})$	300 V~/ 750 V~ss
	2 V	100 μV	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 15 \text{ Digit})$	1200 V~/ 1200 V~ss
	20 V	1 mV	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 5 \text{ Digit})$	1200 V~/ 1200 V~ss
	200 V	10 mV	$\pm(0,6\% \text{ v. Meßwert} + 5 \text{ Digit})$	1200 V~/ 1200 V~ss
Gleichstrom und Wechselstrom	200 μA	10 nA	wie Spannungsbereiche	Dioden und 2,5 A Schmelzsicherung
	2 mA	100 nA		
	20 mA	1 μA		
	200 mA	10 μA		
	2000 mA	100 μA		
Widerstand	20 Ω	1 m Ω	$\pm(0,05\% \text{ v. Meßwert} + 5 \text{ Digit})$	300 V~/ 750 V~ss
	200 Ω	10 m Ω		
	2 k Ω	1 Ω		
	200 k Ω	10 Ω		
	2000 k Ω	100 Ω		
	20 A	1 mA	$\pm(0,1\% \text{ v. Meßwert} + 2 \text{ Digit})$ für DC $\pm(1\% \text{ v. Meßwert} + 5 \text{ Digit})$ für AC	entfällt

* bei Einsatz der Präzisions-Meßwiderstands-Teilerkette mit einer Toleranz von 0,05%



Ansicht des fertig aufgebauten 4 1/2-stelligen Digital-Multimeters DMM 7000 von vorne vor dem Einbau ins Gehäuse

Verhältnis der beiden Teilspannungen zueinander haben.

Im Gesamtschaltbild fällt in diesem Schaltungsteil der 2 k-PTC-Widerstand auf. Er verhindert eine Zerstörung der IC's sowie der Teilerwiderstände, falls bei Ohmmessungen versehentlich Spannung an die Meßbuchsen gelegt wird. Dieses Bauteil wird bei einem Strom von 7 mA schlagartig hochohmig, aber nicht zerstört, sondern ist nach Fortfall der Überlastung wieder betriebsbereit. Hierdurch ergibt sich ein außerordentlich wirksamer Überlastschutz.

Zum Nachbau

Zunächst werden die Basisplatine und die Anzeigenplatine in gewohnter Weise bestückt, wobei die Positionierung der einzelnen Bauelemente aus dem Bestückungsplan hervorgeht.

Anschließend wird die dritte Platine, mit der Kupferseite nach oben zeigend, von oben auf den Schaltersatz gesetzt und festgelötet. Die Anschlußspießer des Schaltersatzes sollten nur ca. 1 mm aus der Kupferseite der Schalterplatine herausragen, denn bei zu tiefem Einbau dieser Leiterplatte können die Schalter blockieren. An diese Platine wird dann in rechtem Winkel die Anzeigenplatine angelötet.

Zuletzt sind die Meßwiderstände R 3 bis R 8 mit möglichst kurzen Drähten an den entsprechenden Stellen laut Bestückungsplan von der Leiterbahnseite her auf der Schalterplatine anzulöten.

Nach dem Verschrauben der Meßbuchsen mit der Frontplatte wird die fertige Schaltung gleichzeitig mit der Frontplatte in das Gehäuseunterteil eingesetzt. Die Meßbuchsenanschlüsse sind nun mit den entsprechenden Punkten auf der Leiterplatte zu verbinden.

Jetzt kann der 20 A Shunt-Widerstand montiert werden, d. h. er wird direkt zwischen die Eingangsmessbuchsen „0“ und „20 A“ gelötet. Es handelt sich hierbei um einen ca. 3 cm langen Widerstandsdraht, mit einem Querschnitt von 1,2 mm und einem Innenwiderstand von 0,4 Ω pro Meter. Dies entspricht einem Widerstand von 0,012 Ω bei 3 cm.

Der Netztransformator ist möglichst dicht an der Rückwand im hinteren Gehäuseeteil an der unteren Gehäusehalbschale mit 4 Schrauben und Muttern festzuschrauben. Zwecks Konvektionsmöglichkeit sollte ein Abstand vom Trafo zur Rückwand von ca. 3–5 mm eingehalten werden. Alle von außen berührbaren Metallteile, wie Schrauben und Kippschalter müssen mit dem Schutzleiter der 3adrigen Netzzuleitung verbunden werden.

Um das Meßgerät vor Störeinflüssen zu schützen, sollte das gesamte Gehäuse, einschließlich Front- und Rückplatte innen mit einem leitenden Überzug versehen werden (z. B. Graphitspray), der dann mit dem Massepunkt des DMM 7000 zu verbinden ist. Hierbei ist zu beachten, daß die Gehäuse- bzw. Frontplattenstellen, an denen sich Metallteile befinden, die mit dem Schutzleiter verbunden sind, vom Graphitspraysorgfältig befreit bleiben. Eine Verbindung des Schutzleiters mit der Meßgerätemasse würde zum Verlust der Potentialfreiheit führen, was unbedingt zu vermeiden ist. Sicherheitshalber sollte bei fertiggestelltem Gerät mit einem Ohmmeter (2 MΩ- oder 20 MΩ-Bereich) eine Kontrollmessung zwischen dem Massepunkt des DMM 7000 und dem Schutzleiter durchgeführt werden. Bei dieser Messung muß das Ohmmeter „Überlauf“ anzeigen.

Um einen Kontakt der Basisplatine mit dem eingesprühten Gehäuseunterteil zu vermeiden und auch um Spannungsüberschlägen zwischen den unten aus der Basisplatine herausragenden Spießern des Tastensatzes und dem Gehäuseunterteil vorzubeugen, empfiehlt es sich, eine weitere Platine in der Größe der Basisplatine mit der ungeätzten Kupferfläche nach unten weisend, zwischen Basisplatine und Gehäuseunterteil anzuordnen. Die Kupferfläche dieser Zusatzplatine sollte ebenfalls mit dem Masseanschluß des DMM 7000 verbunden werden. Vorgenannte Abschirmmaßnahmen sind keineswegs unbedingt erforderlich, tragen allerdings erheblich zu einer stabilen Anzeige bei.

Abgleich

Für den Abgleich muß entweder ein genaues Vergleichsmultimeter zur Verfügung stehen oder eines der im Handel befindlichen Eichmodule, die eine hochkonstante Ausgangsspannung abgeben. Die bekannte Vergleichsspannung wird an das DMM 7000 gelegt und mit dem Trimmer R 21 auf gleiche Anzeige eingestellt. Am günstigsten ist es im 200 mV-Bereich abzugleichen, denn hier spielt die Toleranz des Vorteilers noch keine Rolle und man kann so in diesem Bereich die max. Genauigkeit bis auf den Wandlerfehler von 0,01 % erreichen.

Ein weiterer Abgleich betrifft den 20 A-Shunt-Widerstand, dessen Wert exakt 0,01 Ω betragen sollte. Solch niederohmige und gleichzeitig hochbelastbare Widerstandswerte sind in der Praxis ohne Abgleich kaum realisierbar. Deshalb wurde hierfür ein Widerstandsdraht vorgesehen, der so bemessen ist, daß sein Widerstandswert etwas größer als 0,01 Ω ist (0,012 Ω).

Das ist wichtig, um mit R 10 abgleichen zu können. Sollte der Abgleichbereich zu klein sein, ist mit Sicherheit der Widerstandsdraht zu kurz bemessen worden, d. h., er ist kleiner als 0,01 Ω. Sofern kein genaues Vergleichsgerät verfügbar ist, kann man beim Abgleich wie folgt vorgehen:

Man mißt zunächst einen Strom im 2 A-Bereich (z. B. 1,850 A) und führt anschließend dieselbe Messung im 20 A-Bereich durch (nicht vergessen das Meßkabel in die 20 A-Buchse umzustecken) und gleicht mit R 10 ab. Dabei gibt man 2 Digit in der letzten Stelle zu, denn bei sonst gleicher Meßordnung fließt jetzt tatsächlich etwas mehr Strom, weil der Innenwiderstand des DMM 7000 im 20 A-Bereich nur 0,01 Ω beträgt, gegenüber 0,1 Ω im 2 A-Bereich.

Eine Einstellung des Meßgleichrichters ist aufgrund der besonderen Schaltungstechnik nicht erforderlich.

Mit dem Trimmer R 25 kann die Taktfrequenz des zur Ansteuerung des IC 4 dienenden Oszillators in gewissen Grenzen geändert werden. Wie weiter vorstehend bereits erwähnt, sollte die Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz betragen, wodurch Störeinflüsse, z. B. in Form von Netzbrummen usw. unterdrückt werden. Günstig ist z. B. eine Frequenz von 100 kHz, die mit einem Frequenzzähler an Pin 3 des IC 3 gemessen und mit R 25 eingestellt werden kann.

Steht keine entsprechende Meßmöglichkeit zur Verfügung, so kann eine Einstellung dadurch erfolgen, indem eine schlecht gesiebte Gleichspannung, z. B. nach einem Aufbau anhand von Bild 3, gemessen wird. R 25 ist nun so einzustellen, daß der Anzeigewert möglichst langsam schwankt. Im Zweifelsfall kann R 25 auch in Mittelstellung gebracht werden.

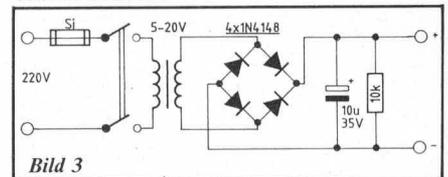
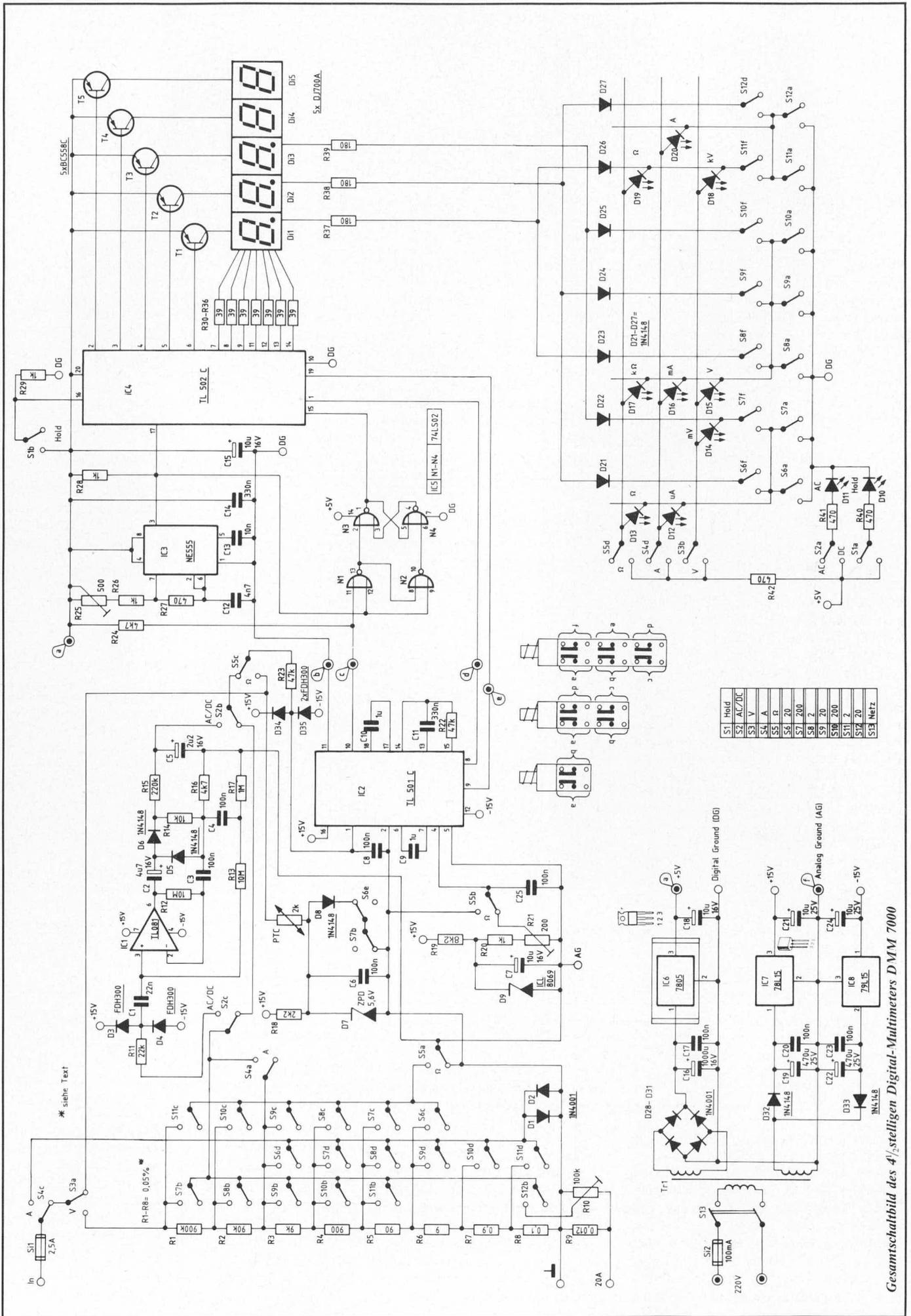


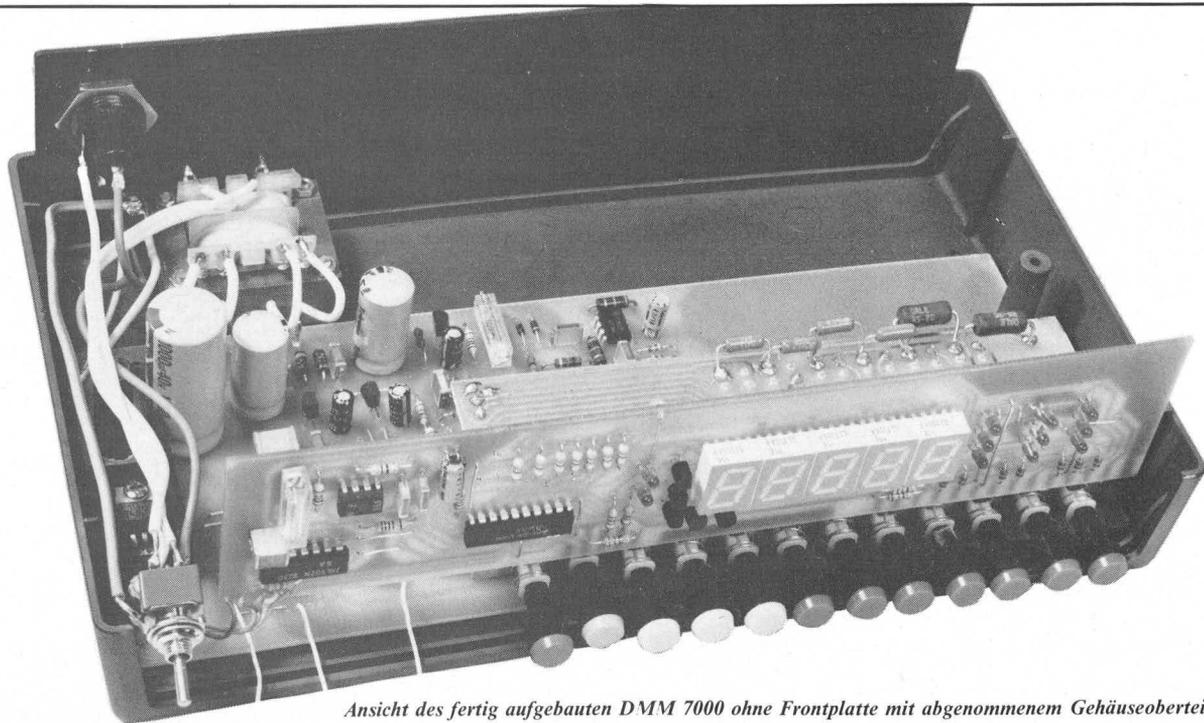
Bild 3

Auf die Meßgenauigkeit hat R 25 praktisch keinen Einfluß. Lediglich in den AC-Bereichen kann durch entsprechende Einstellung von R 25 die Anzeige weiter „beruhigt“ werden, während in den CD- und Ω-Bereichen ohnehin eine „sehr schön stehende“ Anzeige (typ. ±1–2 Digit) erreicht wird, was bei der hohen Auflösung und einem Anzeigenumfang von ±20 000 Digit ganz beachtlich ist.

Dem Einsatz dieses hochwertigen Vielfachmeßgerätes steht nun nichts mehr im Wege.



Gesamtschaltbild des 4 1/2-stelligen Digital-Multimeters DMM 7000



Ansicht des fertig aufgebauten DMM 7000 ohne Frontplatte mit abgenommenem Gehäuseoberteil

Stückliste: DMM 7000

Halbleiter:

IC1	TL 081
IC2	TL 501
IC3	NE 555
IC4	TL 502 C
IC5	74 LS 02
IC6	7805
IC7	78 L 15
IC8	79 L 15
T1-T5	BC 558
D1, D2	1 N 4007
D3, D4, D34, D35	FDH 300
D5, D6, D8, D21-27	
D32, D33	1 N 4148
D7	ZPD 5,6 V
D9	ICL 8069
D10-D20	LED, rot, 3 mm
D28-D31	1 N 4001
Di1-Di5	DJ 900 AF

Meßwiderstände 0,05 %

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

Widerstände

R10	100 k Ω , Spindeltrimmer
R11	22 k Ω
R12, R13	10 M Ω
R14	10 k Ω
R15	220 k Ω
R16	4,7 k Ω
R17	1 M Ω
R18	2,2 k Ω
R19	8,2 k Ω
R20	1 k Ω
R21	200 Ω , Spindeltrimmer
R22, R23	47 k Ω
R24	4,7 k Ω
R25	500 Ω , Spindeltrimmer
R26, R28, R29	1 k Ω
R27	470 Ω
R30-R36	39 Ω
R37-R39	180 Ω
R40-R42	470 Ω

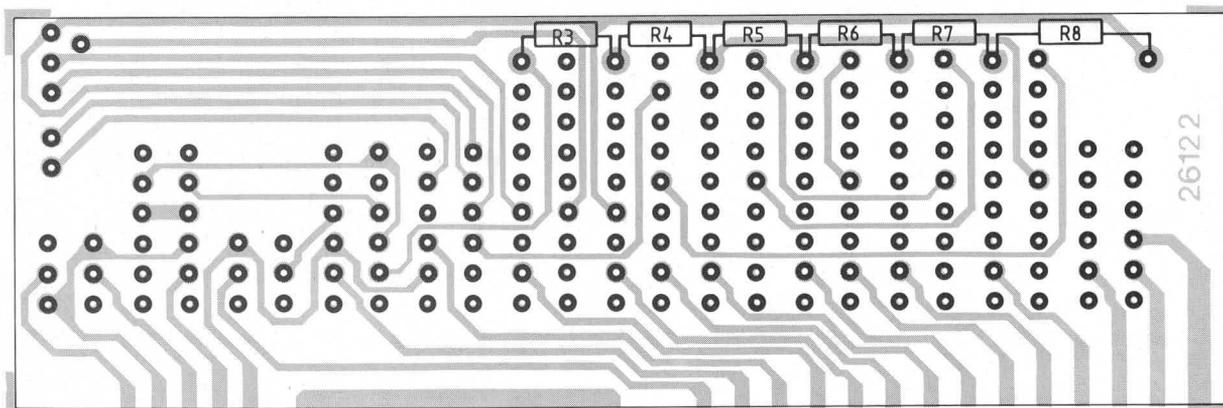
Kondensatoren

C1	22 nF
C2	4,7 μ F/16V
C3, C4, C6, C8, C17, C20, C23	
C25	100 nF
C5	2,2 μ F/16V
C7, C15, C18	10 μ F/16V
C9, C10	1 μ F
C11, C14	330 nF

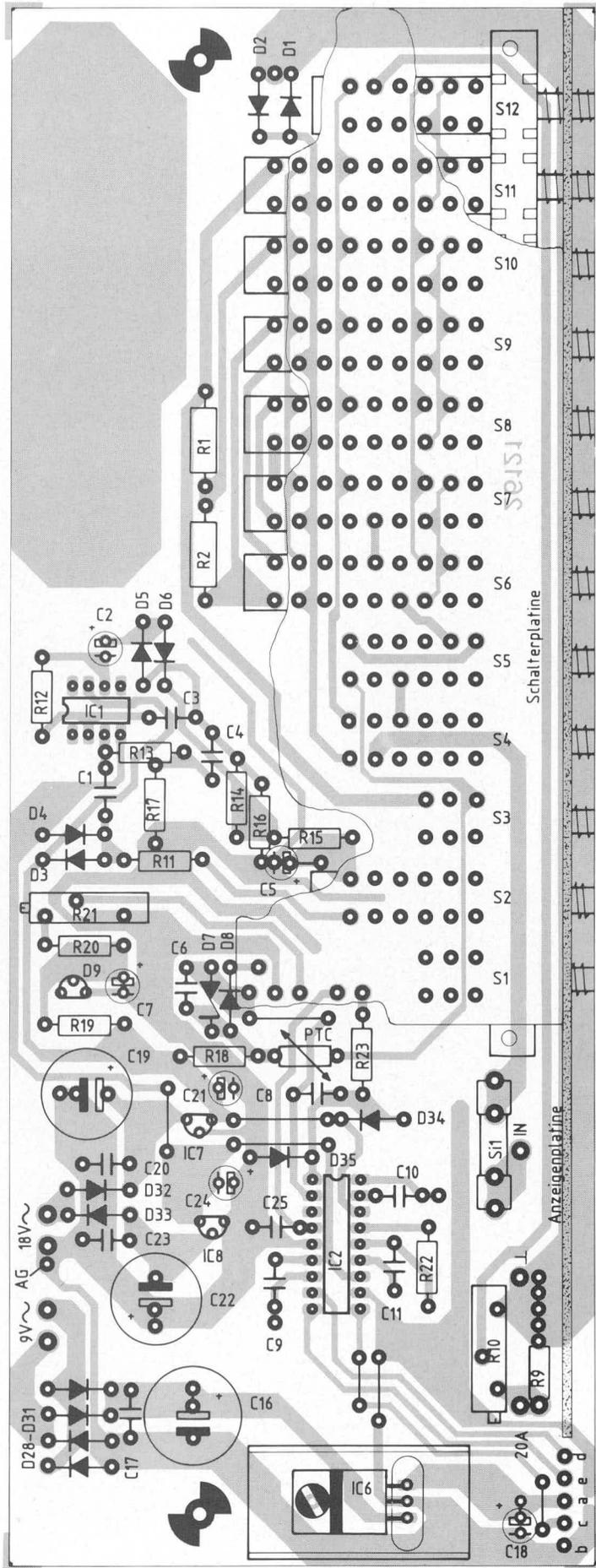
C12	4,7 nF
C13	10 nF
C16	1000 μ F/16V
C19, C22	470 μ F/25V
C21, C24	10 μ F/25V

Sonstiges:

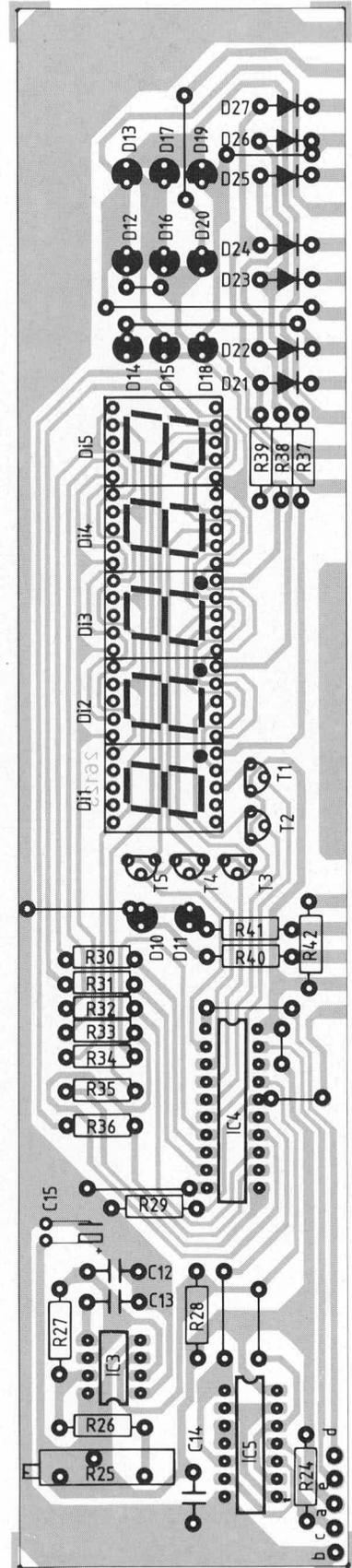
- Tr1
- prim. 220 V
- sek. 9V/600 mA
- 18 V/100 mA
- Si1
- 2,5 A
- Si2
- 100 mA
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 Einbausicherungshalter
- 1 x PTC-Widerstand 2 k Ω
- 1 x Kühlkörper für TO 220 (SK 13)
- 1 x Schraube M 3 x 6 mm
- 5 x Muttern M 3
- 1 x Plastikschaublen M 3 x 6 mm
- 4 Schrauben M 3 x 25 mm
- 1 Plastikmutter M 3
- 2 Lötflächen 3 mm
- 8 Lötstifte
- 0,5 m Silberdraht 0,9 mm
- 5 cm 5adrige Flachbandkabel
- 1 Tastenaggregat



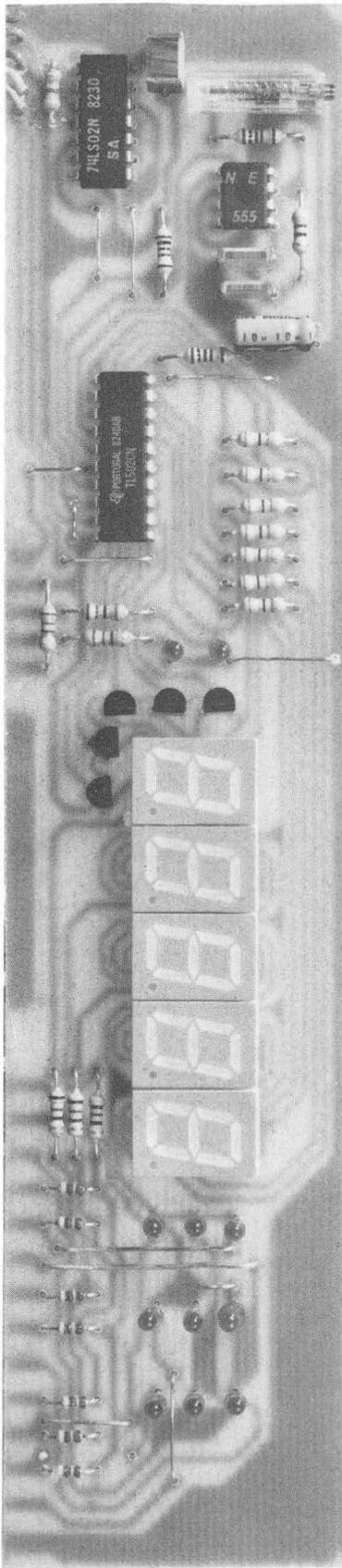
Leiterbahnseite der von oben auf den Schaltersatz gelöteten Schalterplatine



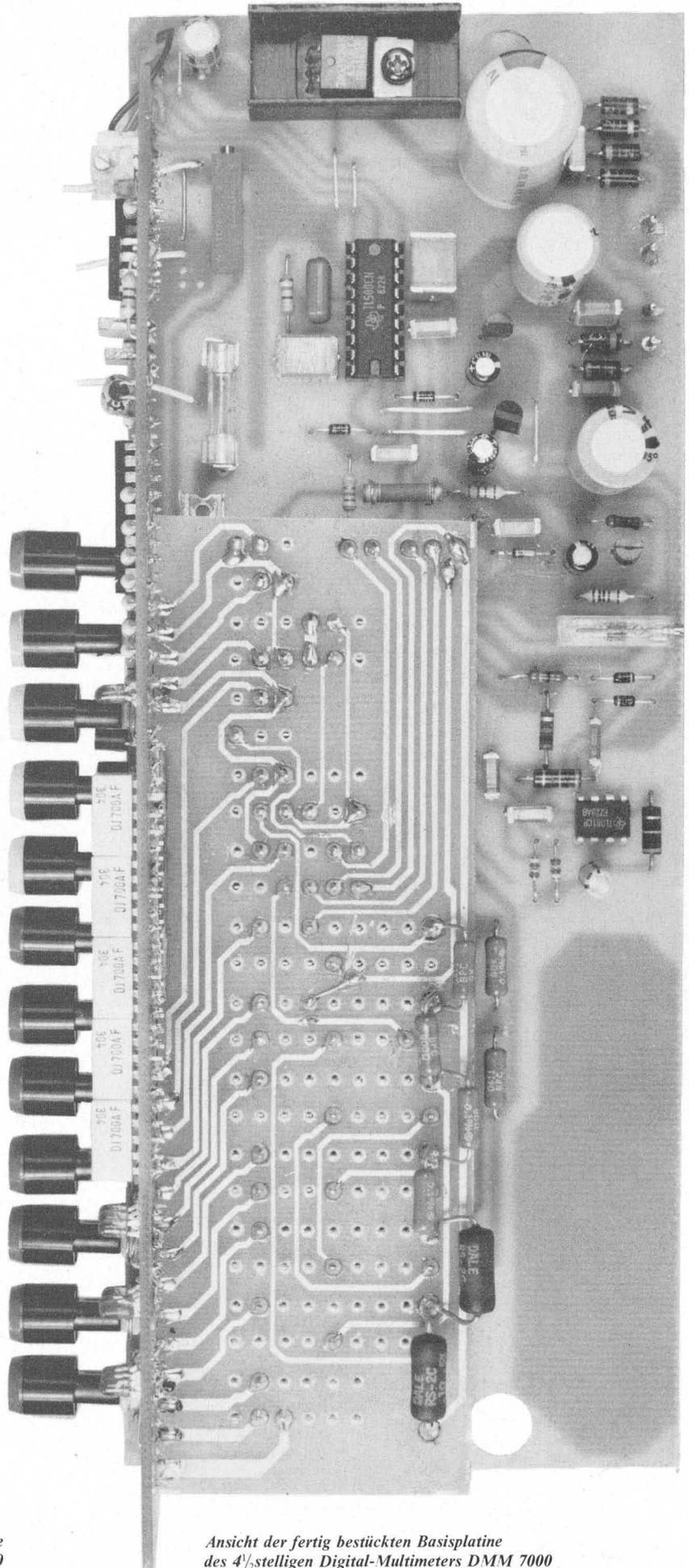
Bestückungsseite der Basisschaltung
des 4 1/2-stelligen Digital-Multimeters DMM 7000



Bestückungsseite der Anzeigeplatz des
4 1/2-stelligen Digital-Multimeters DMM 7000



*Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine
des 4 1/2-stelligen Digital-Multimeters DMM 7000*



*Ansicht der fertig bestückten Basisplatine
des 4 1/2-stelligen Digital-Multimeters DMM 7000*

Digital-Stoppuhr



Mit dieser, in einem formschönen Gehäuse untergebrachten elektronischen Stoppuhr können Zeiten bis zu 1000 Sek. bei einer Auslösung von 0,1 Sek. gemessen werden. Die Steuerung (Auslösung) kann sowohl über Taster als auch fernsteuerbar, z. B. über Lichtschranken, Klatschschalter usw., erfolgen.

Allgemeines

Elektronische Stoppuhren lassen sich heutzutage mit Hilfe moderner Elektronik auf einfache Weise realisieren. Ein besonderer Vorteil liegt darin, daß die Ansteuerung problemlos auch ferngesteuert vorgenommen werden kann, wodurch sich unter Zuhilfenahme von Lichtschranken oder Klatschschalter die objektive Genauigkeit erheblich steigern läßt.

Die hier vorgestellte Schaltung einer elektronischen Digital-Stoppuhr hat darüber hinaus noch folgende Vorteile:

- getrennte Taster für Start und Stopp,
- Taster für Zwischenzeit,
- Taster für Endzeit,
- separater Reset-Taster.

Nachfolgend soll kurz ein Meßvorgang geschildert werden:

Nach dem Einschalten der Digital-Stoppuhr ist zunächst der Reset-Taster zu betätigen, der einen evtl. Zählvorgang stoppt und den Zähler auf 0 setzt.

Sobald die Zeitmessung beginnen soll, ist die Start-Taste Ta 1 zu drücken.

Soll eine Zwischenzeit genommen werden, ist der entsprechende Zwischenzeit-Taster Ta 4 zu drücken, und das Ergebnis wird auf dem Display angezeigt, während der interne Zähler ungehindert weiter läuft.

Sobald die Zeitmessung beendet werden soll, ist der Stopp-Taster Ta 2 zu drücken. Es wird jedoch weiterhin das Zwischenzeitergebnis angezeigt.

In dem Moment, wo der Endzeit-Taster Ta 5 gedrückt wird, erscheint das Endergebnis auf dem Anzeigendisplay, d. h., die Zeit, die der Zähler zu dem Zeitpunkt genommen hatte, in dem der Stopp-Taster Ta 2 gedrückt wurde.

Ein erneutes Betätigen des Tasters Ta 4 ist jetzt wirkungslos.

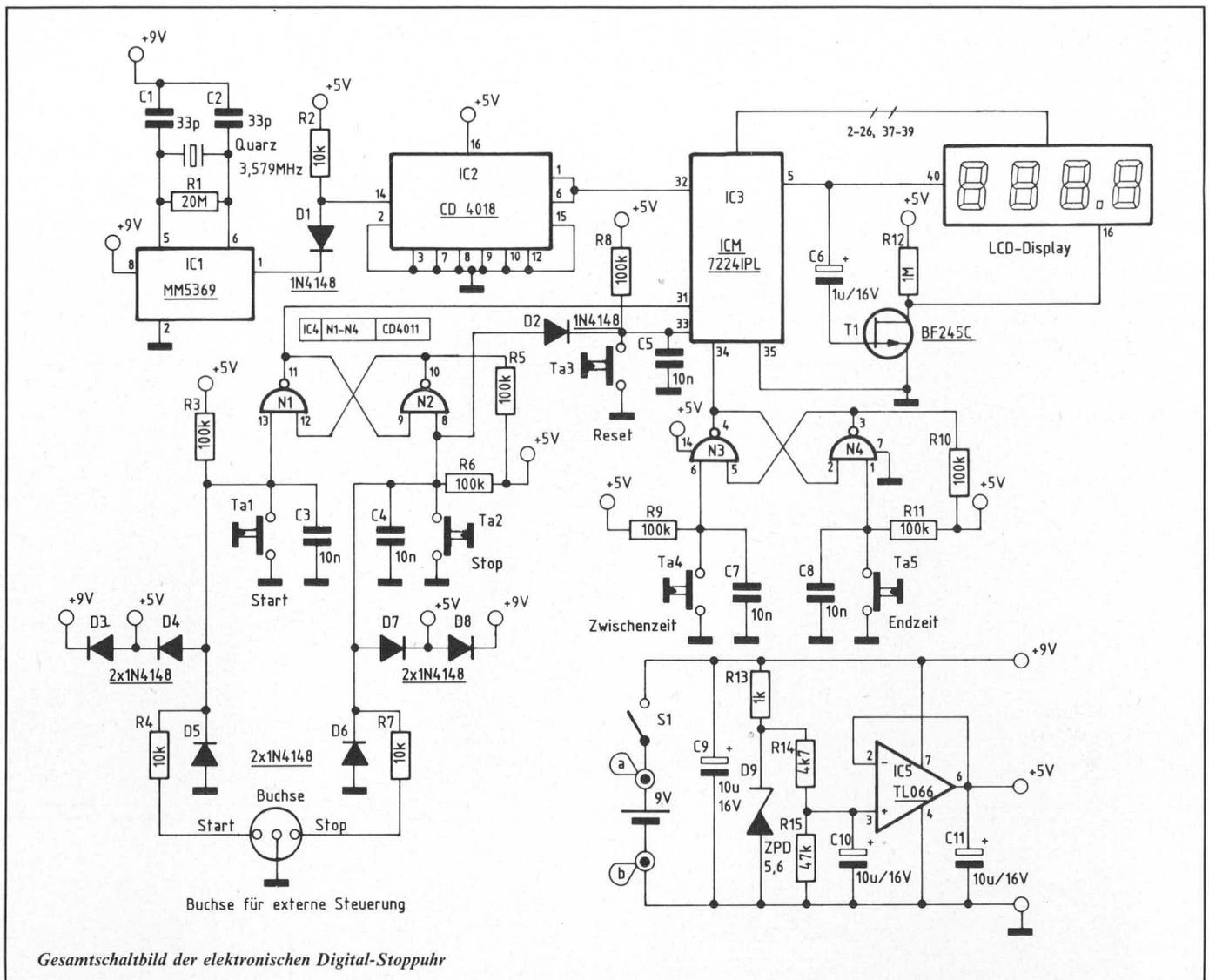
Die Ansteuerung für Start und Stopp kann darüber hinaus über einen externen Impuls erfolgen. Im Ruhezustand sind die beiden Pegel für die Ansteuerung des Start- bzw.

Stopp-Einganges auf ca. + 5 V gemessen gegen Schaltungsmasse. Sobald einer der beiden Pegel für kurze Zeit nach Masse geschaltet wird (z. B. über einen Schalttransistor oder einen Relaiskontakt oder auch TTL-Pegel „low“), beginnt der Zähler zu starten bzw. er wird gestoppt.

Beide Eingänge sind für Spannungen von +/- 50 V überlastgeschützt. Der Ruhezustand liegt bei Eingangsspannungen von 5 V (oder etwas höher), während der Aktivierungszustand (Zähler wird gestartet bzw. gestoppt) bei 0 V bzw. etwas darunter liegt. Zur Ansteuerung kann also nicht nur ein Schaltkontakt, sondern auch eine Spannung dienen, wobei eine Zerstörung, wie vorstehend bereits erwähnt, in weiten Spannungsbereichen ausgeschlossen ist.

Zur Schaltung

Das Herz der Schaltung wird durch das hochintegrierte IC des Typs ICM 7224 IPL dargestellt. Es handelt sich hierbei um einen Zählerbaustein mit integriertem Speicher,



Gesamtschaltbild der elektronischen Digital-Stoppuhr

Dekoder und Treiber zur direkten Ansteuerung eines LCD-Displays.

Der Zählereingang (Pin 32) wird mit einer Frequenz von 10 Hz angesteuert, die mit Hilfe des Oszillator-Teiler-IC's MM 5369 (IC 1) auf 60 und anschließend mit Hilfe des IC 2 noch einmal durch 6, d. h., auf die erforderlichen 10 Hz heruntergeteilt wird.

Eine Feinabstimmung des Quarzoszillators, mit Hilfe eines der beiden Kondensatoren C 1 oder C 2, ist nicht erforderlich, da selbst ungenaue Quarze eine Toleranz von besser als 10^{-4} aufweisen und dies bei dem vierstelligen Zähler weniger als 1 Digit Abweichung bedeutet, so daß auf die Feineinstellung verzichtet werden kann. Die elektronische Digital-Stoppuhr weist somit überhaupt keinen Kalibrierungspunkt auf und ist daher mit einfachsten Mitteln in Betrieb zu nehmen.

Die beiden NAND-Gatter N 1 und N 2 stellen ein Flip-Flop dar, das über den Enable-Eingang (Pin 31) des IC 3 den Zähler startet bzw. stoppt.

Pin 33 ist der Reset-Eingang des IC 3. Über D 2 wird gleichzeitig das mit N 1/N 2 aufgebaute Flip-Flop auf „Stopp“ gesetzt.

Das mit N 3 und N 4 aufgebaute Flip-Flop steuert den Speichereingang des IC 3 (Pin 34) zur Zwischenzeitnahme an. Sobald an Pin 34 des IC 3 ein „high“-Signal liegt, wird

der in diesem Moment auf dem Display angezeigte Wert gespeichert, und zwar solange, bis das an Pin 34 anliegende Signal wieder auf „low“ geht.

Die Fernsteuerung der Start-/Stopp-Funktion erfolgt über die Widerstände R 4 bzw. R 7, wobei die Dioden D 3 bis D 8 zum Schutz vor zu großen Eingangsspannungen dienen. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Reihenschaltung von zwei Dioden (D 3, D 4 bzw. D 7, D 8). Normalerweise könnten die Dioden D 3 und D 8 entfallen. Ist die Eingangsspannung jedoch extrem zu groß, würden D 4 bzw. D 7 den Ausgang des IC 5 (TL 066 - Pin 6) weiter hochziehen, und zwar auch über die +9V-Versorgungsspannung hinaus, wodurch auch dieses IC zerstört würde. D 3 und D 8 verhindern jetzt eine weitere Spannungserhöhung über 9V (+ Diodenflußspannung von 0,7V), wodurch die Elektronik weitgehend geschützt wird. Das Haupt-IC (IC 3) kann diese Spannung nicht verkraften und könnte zerstört werden. Bis 50V Eingangsspannungen ist der Schutz jedoch für die gesamte Schaltung voll wirksam.

Die Spannungs-Stabilisierung erfolgt mit Hilfe des IC 5 in Verbindung mit D 9 und den Widerständen R 13 bis R 15. C 9 bis C 11 dienen zur Unterdrückung von Schwingungen und Störimpulsen.

Zum Nachbau

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

Zweckmäßigerweise geht man beim Aufbau wie folgt vor:

Zunächst sollte die Platine in das Gehäuse einpaßt werden, um geringfügige Toleranzen auszugleichen. Ggf. ist die Platine an den Kanten etwas nachzuarbeiten.

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

Zuerst werden die Brücken, danach die Widerstände, Trimmer und Kondensatoren eingelötet.

Als letztes werden die IC's und die LCD-Anzeigen Einheit eingelötet, wobei diese auf die Leiterbahnseite gesetzt werden muß.

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

tigen Einbaulage nicht immer zum Erfolg, so daß wir Ihnen eine weitere Möglichkeit des Erkennens der richtigen Einbaulage vorstellen wollen.

Bitte legen Sie hierzu die LCD-Anzeige vor sich auf den Tisch. Bei den von uns eingesetzten LCD-Anzeigen sind die Anschlußbeinchen 1 und 40 miteinander leitend verbunden, so daß Sie die richtige Einbaulage auch dadurch kontrollieren können, indem Sie mit einem Ohmmeter den Widerstand der beiden linken gegenüberliegenden Anschlüsse (Pin 1 und Pin 40) messen. Er sollte zwischen 0 Ω und 10 k Ω liegen. Ist hier keine leitende Verbindung feststellbar, so

drehen Sie die Anzeige bitte um 180° und wiederholen die vorstehend beschriebene Messung. Die Anzeige liegt dann richtig herum, wenn sich die beiden miteinander verbundenen Anschlußbeinchen auf der linken Seite befinden. Die auf der anderen Seite liegenden beiden äußeren Anschlußbeinchen sind nicht miteinander verbunden.

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

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

Nachdem dies geschehen ist, sind die Aussparungen im Gehäuseoberteil für die 5-Taster möglichst sorgfältig mit Bleistift anzuzeichnen und dann mit Hilfe einer Laubsäge auszusparen, wobei wir empfehlen, zunächst die Aussparungen etwas kleiner zu halten, um durch mehrmaliges probefhaftes Einbauen der Platine mit einer Feile die Aussparungen auf die gewünschte Größe zu bringen. Auf diese Weise lassen sich geringfügige Toleranzen beim Anzeichnen ausgleichen.

Stückliste Stoppuhr:

Halbleiter:

IC1 MM 5369
 IC2 CD 4018
 IC3 ICM 7224 IPL
 IC4 CD 4011
 IC5 TL 066
 T1 BF 245 C
 D1-D8 1 N 4148
 D9 ZPD 5,6 V

R3, R5, R6, R8-R11 100 k Ω
 R12 1 M Ω
 R13 1 k Ω
 R14 4,7 k Ω
 R15 47 k Ω

Kondensatoren

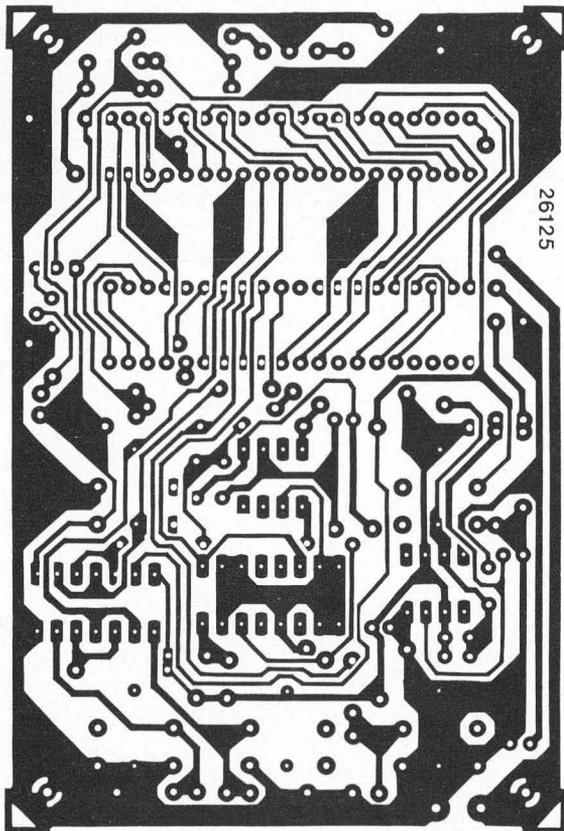
C1, C2 33 pF
 C3-C5, C7, C8 10 nF
 C6 1 μ F/16 V
 C9-C11 10 μ F/16 V

Widerstände:

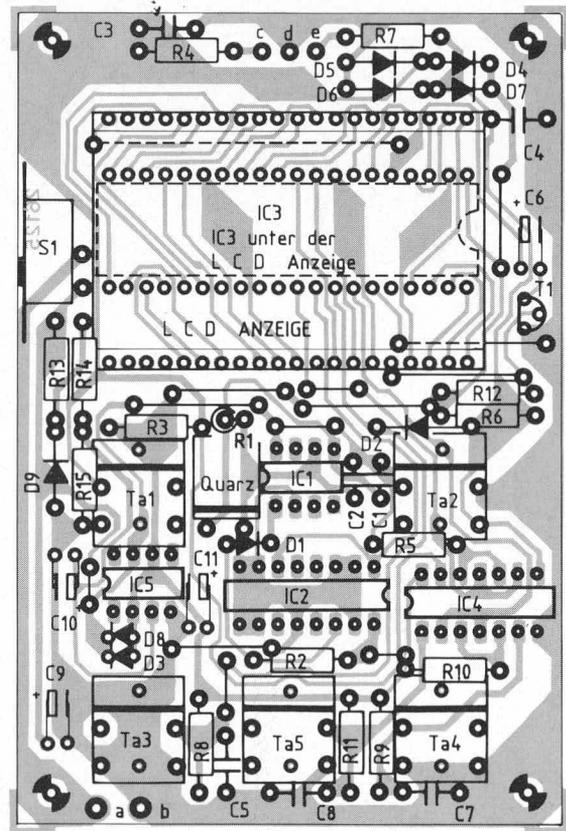
R1 20 M Ω
 R2, R4, R7 10 k Ω

Sonstiges:

S1 Schiebeschalter 1 x um 5 Digitast mini
 1 LCD-Anzeige 4stellig
 1 Quarz 3,579545 1 MHz
 1 Batterieclip 9 V
 1 3polige Klinkenbuchse \varnothing 3,5 mm



Ansicht der fertig bestückten Platine der elektronischen Digital-Stoppuhr



Bestückungsseite der Platine der elektronischen Digital-Stoppuhr

Frequenz- und spannungsstabilisierter Wechselrichter 12 V = /220 V ~



Mit der hier vorgestellten Wechselrichterschaltung läßt sich eine 12 V Gleichspannung in eine 220 V Wechselspannung umformen, wobei die Besonderheit darin liegt, daß die Ausgangsspannung sowohl frequenzstabilisiert (Quarzeitbasis) als auch spannungsstabilisiert ist. In Zusammenhang mit vorgenannten Eigenschaften und einer Spitzenleistung von über 180 VA stehen dem Gerät universelle Einsatzmöglichkeiten offen.

Allgemeines

Die üblicherweise im Handel befindlichen Wechselrichter weisen in vielen Fällen weder Frequenz- noch Spannungsstabilisierung auf, obwohl zumindest die Frequenzstabilisierung über eine Quarzeitbasis mit der heutigen Technik überhaupt kein Problem darstellt. Auch die Kosten halten sich beim Einbau einer Quarzeitbasis durchaus in vertretbaren Grenzen, zumal eine stabile Frequenz von 50 Hz überhaupt erst die Voraussetzung für viele Anwendungsfälle darstellt.

Bei der Ausgangsspannungs-Stabilisierung, die ebenfalls außerordentlich wichtig ist, stößt man schon eher auf technische Probleme, da für die meisten Fälle eine echte Effektivwertkonstanthaltung der Ausgangsspannung erforderlich ist. Eine Stabilisierung der Ausgangsspannung ist um so wichtiger, als diese nicht nur durch Belastungsänderungen erheblichen Schwankungen unterworfen ist, sondern außerdem in den meisten Fällen ein Akku zur Versorgung herangezogen wird, dessen Abgabespannung zwischen 11 V und 14 V – in extremen Fällen sogar zwischen 10 V und 15 V – schwanken kann. Dies bedeutet, ausgangsspannungsseitig, ebenfalls Schwankungen von +/-20 %, das bedeutet, daß die Ausgangsspannung von ca. 170 V bis 270 V schwanken kann, sofern nicht andere Maß-

nahmen (z. B. Umschaltung der Trafowicklungen usw.) ergriffen werden. Rechnet man jetzt noch den Innenwiderstand des Transformators sowie der Endstufe hinzu, können die Schwankungen noch größere Ausmaße annehmen.

Vorgenannte Erläuterungen sollen dem Leser nur kurz die Bedeutung und gleichzeitig auch die Problematik beim Aufbau von qualifizierten Wechselrichtern aufzeigen.

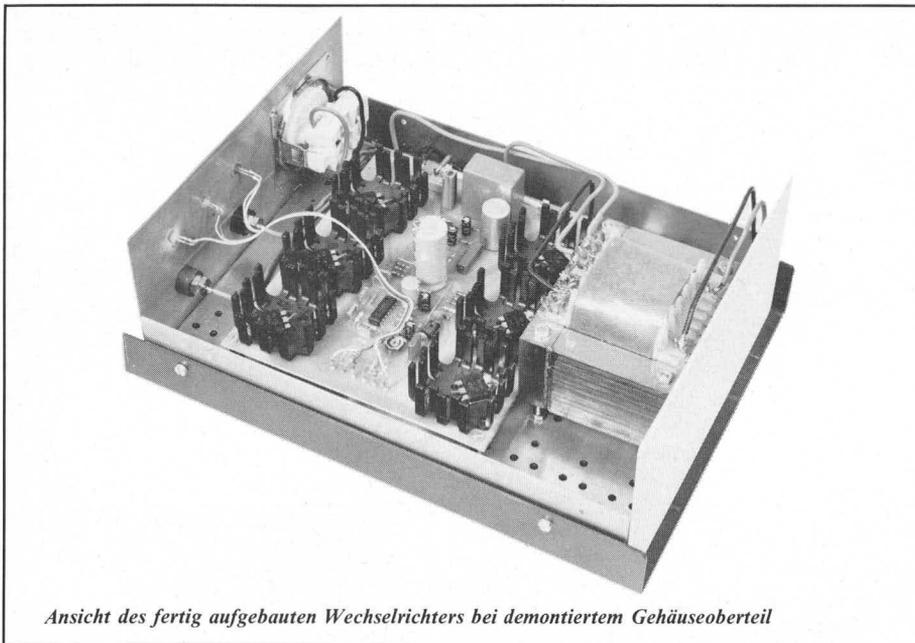
Mit der hier vorgestellten Wechselrichterschaltung lassen sich sowohl Eingangsspannungsschwankungen als auch Belastungsänderungen einwandfrei ausregeln, so daß der echte Effektivwert der Ausgangsspannung exakt konstant gehalten wird und dies mit einer hervorragenden Präzision.

Eine Quarzstabilisierung der 50 Hz Steuerfrequenz ist selbstverständlich ebenfalls vorhanden.

Sofern der Wechselrichter mit konstanter Eingangsspannung bei ebenfalls annähernd konstanter Belastung betrieben wird, kann auf die Ausgangsspannungsstabilisierung selbstverständlich verzichtet werden, da die Schaltung so ausgelegt ist, daß der Schaltungsteil der Ausgangsspannungsstabilisierung entfallen kann bzw. auch zu einem späteren Zeitpunkt problemlos nachrüstbar ist. Die Ausgangsspannungsstabilisierungsschaltung steht in Form einer separaten Platine zur Verfügung. Der in unserer Ausgabe Nr. 14 beschriebene und sehr zahlreich nachgebaute Wechselrichter kann nachträglich mit dieser Stabilisierung ausgerüstet werden.

Leistungsdaten:

Eingangsspannungsbereich:	10 V-15 V
Ausgangsspannung:	220 V/50 Hz
Ausgangsleistung:	120 VA (Dauerbetrieb) 180 VA (Kurzzeitbetrieb)
Frequenzkonstanz:	50 Hz ± 0,01 %
Ausgangsspannungskonstanz bei Laständerungen:	ca. 0,01 % (!) (mit Zusatzschaltung)
Langzeitstabilität der Ausgangsspannung:	besser als 1 % (mit Zusatzschaltung)
Stromaufnahme:	ca. 1 A im Leerlauf/ca. 15 A bei Vollast
Wirkungsgrad:	ca. 90 %



Ansicht des fertig aufgebauten Wechselrichters bei demontiertem Gehäuseoberteil

Zur Schaltung

Zunächst wollen wir die Schaltung ohne die Ausgangsspannungsstabilisierung besprechen, d. h., daß der in Bild 4 dargestellte Schaltungsteil zunächst unberücksichtigt bleibt.

Die Steuerung des Wechselrichters wird durch eine präzise Quarzeitbasis vorgenommen, deren Frequenz von 50 Hz durch mehrfache Teilung mittels des IC's des Typs ICM 7038 A aus der Quarzfrequenz von 3,2768 MHz gewonnen wird. In diesem Zusammenhang ist es sehr wichtig, darauf zu achten, daß das erwähnte IC den Zusatz „A“ besitzt, da eine zweite Version mit einer Ausgangsfrequenz von 100 Hz ebenfalls auf dem Markt erhältlich ist.

Über R 12 und die Z-Diode D 4 wird die Versorgungsspannung für den Quarzoszillator gewonnen in Verbindung mit den Kondensatoren C 8 bis C 10.

Über die beiden als Komparatoren geschalteten Operationsverstärker OP 1 und OP 2 wird in Verbindung mit der vorgeschalteten R-C-Kombination (R 1, C 3) und dem Spannungsteiler, bestehend aus R 2 bis R 4, eine Tastlückensteuerung erreicht.

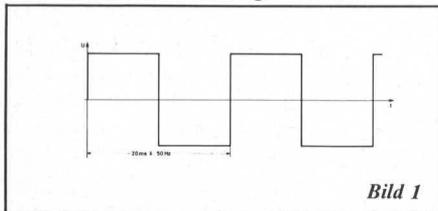


Bild 1

Unter Tastlückensteuerung verstehen wir in unserem Falle eine Rechteckschwingung, bei der die Spannung nicht wie bei einer „normalen“ Rechteckschwingung (Bild 1) von V+ direkt nach V- springt, sondern von V+ zunächst nach 0 V und danach erst nach

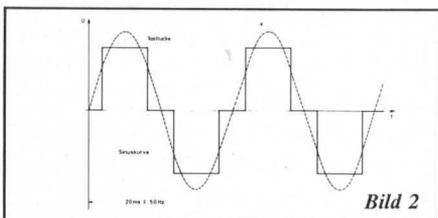


Bild 2

V-, um dann von V- wieder auf 0 V und dann erst auf V+ zu springen (Bild 2).

Anhand der in Bild 2 eingezeichneten Sinuskurve läßt sich leicht erkennen, daß der Spannungsverlauf durch die Tastlückensteuerung dem Sinusverlauf erheblich näher kommt als die reine Rechteckschwingung, ganz davon abgesehen, daß die Tastlückensteuerung eine bessere Trafoausnutzung durch geringen Oberwellenerhalt sowie einen deutlich gesenkten Ruhestrom ermöglicht, was bei Batteriebetrieb besonders vorteilhaft ist.

Darüber hinaus besteht ein ganz wesentlicher Vorteil darin, daß sich die Breite der Tastlücke auf elektronische Weise verändern läßt, wodurch eine Konstanzhaltung des echten Effektivwertes der Ausgangsspannung ermöglicht wird, in Verbindung mit dem im ELV-Labor entwickelten echten Effektivwertkoppler des Typs EF 2105 bzw. EF 2106.

Durch die vorstehend beschriebene besondere Schaltungstechnik sowie durch großzügige Auslegung des verwendeten Transformators konnte die Ruhestromaufnahme, die normalerweise über 5 A liegt, je nach Bauteileinstellung auf typisch ca. 1 A (!) gesenkt werden.

Die Leistung des Wechselrichters liegt bei 120 VA im Dauerbetrieb. Durch die großzügige Dimensionierung der verwendeten Bauelemente wird eine Spitzenleistung von über 180 VA erreicht.

Diese hohe Überlastmöglichkeit ist sehr günstig, da bei einer Vielzahl von Verbrauchern (Glühlampen, Motoren usw.) die Einschaltströme deutlich höher als die Betriebsdauerströme sind.

Hier kommt nun der Vorteil der großzügigen Schaltungsdimensionierung erneut zum Tragen, da der ELV Wechselrichter für impulsartige Belastungen (Einschaltmomente von Verbrauchern) eine große Leistungsreserve bereitzustellen in der Lage ist, ohne daß er Schaden nimmt. Ein weiterer Vorteil der Schaltung liegt in der Eingangsspannungs-Zustandsanzeige mittels drei

Leuchtdioden. Die gelbe LED macht auf zu niedrige Spannung aufmerksam, während die rote LED Überspannung anzeigt.

Bei Aufleuchten der grünen LED weist die Eingangsspannung die richtigen Werte auf.

Die Über-/Unterspannungsanzeige wird mit den Operationsverstärkern OP 3 und OP 4 realisiert, deren invertierende (-)Eingänge auf einem festeingestellten Bezugspotential (über die Widerstände R 5 bis R 8) liegen und deren nicht invertierende (+) Eingänge über den Spannungsteiler R 14 und R 15 die zu testende Eingangsspannung abfragen.

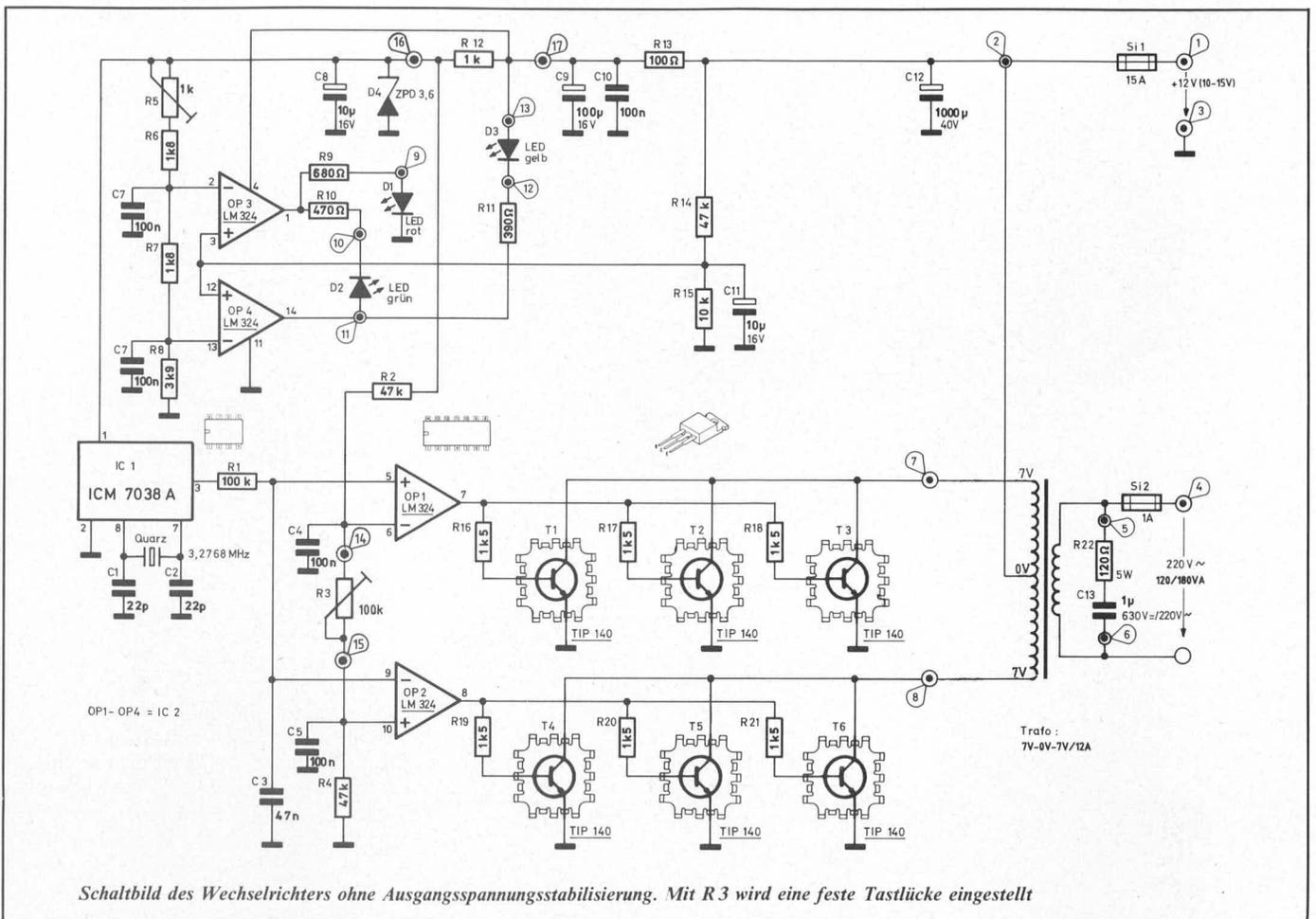
Mit R 5 wird nun die Schaltschwelle so eingestellt, daß der Grünbereich von ca. 10,0 bis 14,5 V Batteriespannung reicht.

Die Endstufe, die aus 2 x 3 Darlingtons-Transistoren des Typs TIP 140 besteht, wird direkt von den Ausgängen (Pin 7 und Pin 8) der Operationsverstärker OP 1 und OP 2 angesteuert.

Mit dem Trimmer R 3 ist die Tastlücke so einzustellen, daß die Ausgangsspannung einem Wert von 220 V_{eff} entspricht. Dies läßt sich auf einfache Weise dadurch erreichen, indem eine möglichst kleine 220 V Glühlampe parallel zum Ausgang geschaltet wird, deren Helligkeit man so einstellt, als würde sie an der Netzwechselspannung angeschlossen sein. Zu berücksichtigen ist selbstverständlich, daß beim Abklemmen der Glühlampe (z. B. 15 W) die Leistungsabgabe des Wechselrichters entsprechend reduziert wird, wodurch sich die Ausgangsspannung in gewissen Grenzen erhöhen kann. In diesem Zusammenhang wollen wir darauf hinweisen, daß die Ausgangsspannungsmessung mit einem Drehspulmeßwerk oder einem Multimeter ohne echten Effektivwertvorsatz ungeeignet ist und vollkommen falsche Werte zur Anzeige bringen kann. Dreheisenmeßwerke oder Multimeter mit einem echten Effektivwertwandler können zur Messung herangezogen werden.

Kommen wir nun zur Schaltung der Ausgangsspannungsstabilisierung, die im wesentlichen mit dem IC 4 des Typs EF 2105, dem IC 3 und dem FET des Typs 2N 5460 (T 7) aufgebaut ist. Die Entwicklung dieser Zusatzschaltung basiert auf dem in unserer Ausgabe Nr. 21 vorgestellten Leistungswechselrichters (300/500 VA), bei dem allerdings der Spezialtransformator eine Anzapfung auf der Sekundärwicklung besitzt, die zur Ansteuerung des EF 2106 dient. Dieses Bauteil wurde von uns weiterentwickelt und steht jetzt unter der Bezeichnung EF 2105 mit einem noch besseren Übertragungsfaktor bei reduzierter Leistungsaufnahme von nur noch ca. 50 mW zur Verfügung. Hierdurch wird es ermöglicht, über entsprechende Vorwiderstände (R 32, R 33) den EF 2105 direkt aus der 220 V Ausgangswechselspannung zu speisen, wodurch kein Spezialtransformator erforderlich ist.

Der Ausgang des EF 2105 steuert nun das IC 3 des Typs TL 081 so an, daß dessen Ausgang (Pin 6) den Fet des Typs 2N 5460 mit einem Steuersignal beaufschlagt, und zwar in der Form, daß sich der Widerstand der Drain-Source-Strecke so ändert, daß die



Schaltbild des Wechselrichters ohne Ausgangsspannungsstabilisierung. Mit R3 wird eine feste Tastlücke eingestellt

Tastlücke eine Breite annimmt, die der Ausgangsspannung von 220 V einen tatsächlichen Effektivwert von 220 V verleiht.

Ein kurzer Regelkreisdurchlauf soll dem besseren Verständnis dienen:

Nehmen wir einmal an, daß die Ausgangsspannung den Effektivwert von 220 V überschritten hat. Dies bedeutet, daß die Eingangsanschlüsse des IC 4 (Pin 1 und Pin 2) ebenfalls eine erhöhte Eingangsspannung zugeführt bekommen (über R33). Dies hat zur Folge, daß der Stromfluß in das Anschlußbeinchen 4 des IC 4 größer wird, wodurch die Spannung an Pin 2 des IC 3 (über R29) sinkt. Daraufhin steigt ebenfalls die Spannung an Pin 6 des IC 3, wodurch T7 so angesteuert wird, daß sich der Widerstand

der Drain-Source-Strecke erhöht. Daraus resultiert eine erhöhte Spannung an Pin 6 des OP 1 bzw. eine verringerte Spannung an Pin 10 des OP 2. Dies wiederum bedeutet eine Vergrößerung der Tastlücke und damit eine Verkleinerung der Ansteuerimpulse. Der Effektivwert der Ausgangsspannung sinkt.

Wir sehen also, daß der Regelkreis die Ausgangsspannung konstant hält. Aufgrund der extrem großen Schleifenverstärkung des hier eingesetzten Regelkreises wird die Ausgangsspannung praktisch ideal konstant gehalten. Schwankungen, von abrupten Lastwechseln einmal abgesehen, die einen kurzen Ausregelvorgang verursachen, ist eine Schwankung der Ausgangsspannung aufgrund von Eingangsspan-

nungsschwankungen oder auch Belastungsänderungen kaum feststellbar.

Sofern die Ausgangsspannungsstabilisierungsschaltung eingebaut wird, ist der sonst zur Tastlückeneinstellung erforderliche Trimmer R3 ersatzlos auszubauen.

Der echte Effektivwert der Ausgangsspannung wird mittels des Trimmers R30 eingestellt und zwar anhand einer angeschlossenen Glühlampe, die auf gleiche Helligkeit wie bei Anschluß an die Netzwechselspannung, gebracht wird.

Zum Nachbau

Bis auf den Transformator befinden sich sämtliche Bauelemente auf der Platine, so daß abgesehen vom Trafoanschluß und den beiden Zuleitungen von der Batterie zu der Platine keinerlei Verdrahtung erforderlich ist.

Beim Bestücken der Leiterplatte hält man sich genau an den abgedruckten Bestückungsplan, wobei zunächst die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren und zuletzt die Halbleiter eingelötet werden.

Auf die besonders belasteten Leiterbahnen, die zu den Kollektoren bzw. Emittoren der Endstufentransistoren T1 bis T6 führen, sollte man zweckmäßigerweise einen möglichst dicken Kupferdraht (ca. 1 bis 2 cm² Querschnitt) auflöten, um die Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten.

Inbetriebnahme

Nachdem die Platine bestückt und noch einmal kontrolliert wurde, wird noch, bevor der Transformator angeschlossen wird, eine erste Teilinbetriebnahme vorgenommen,

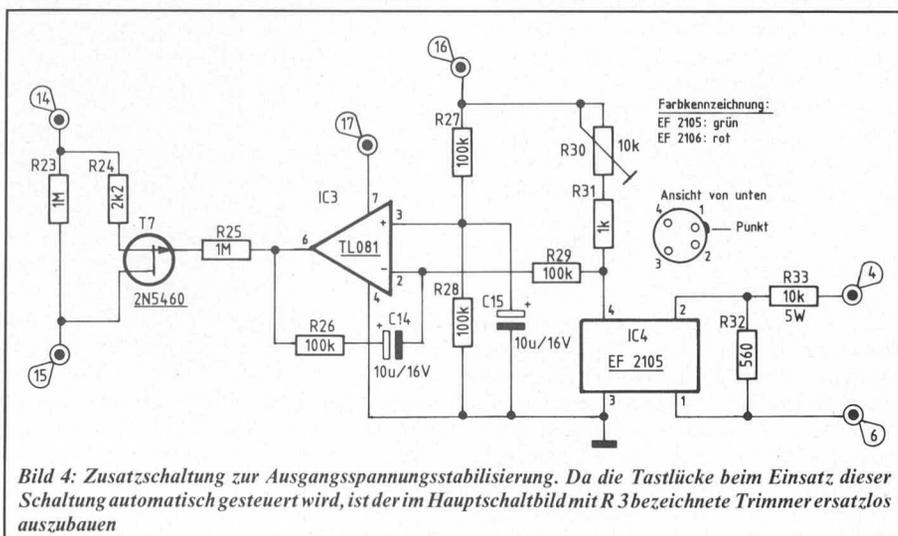
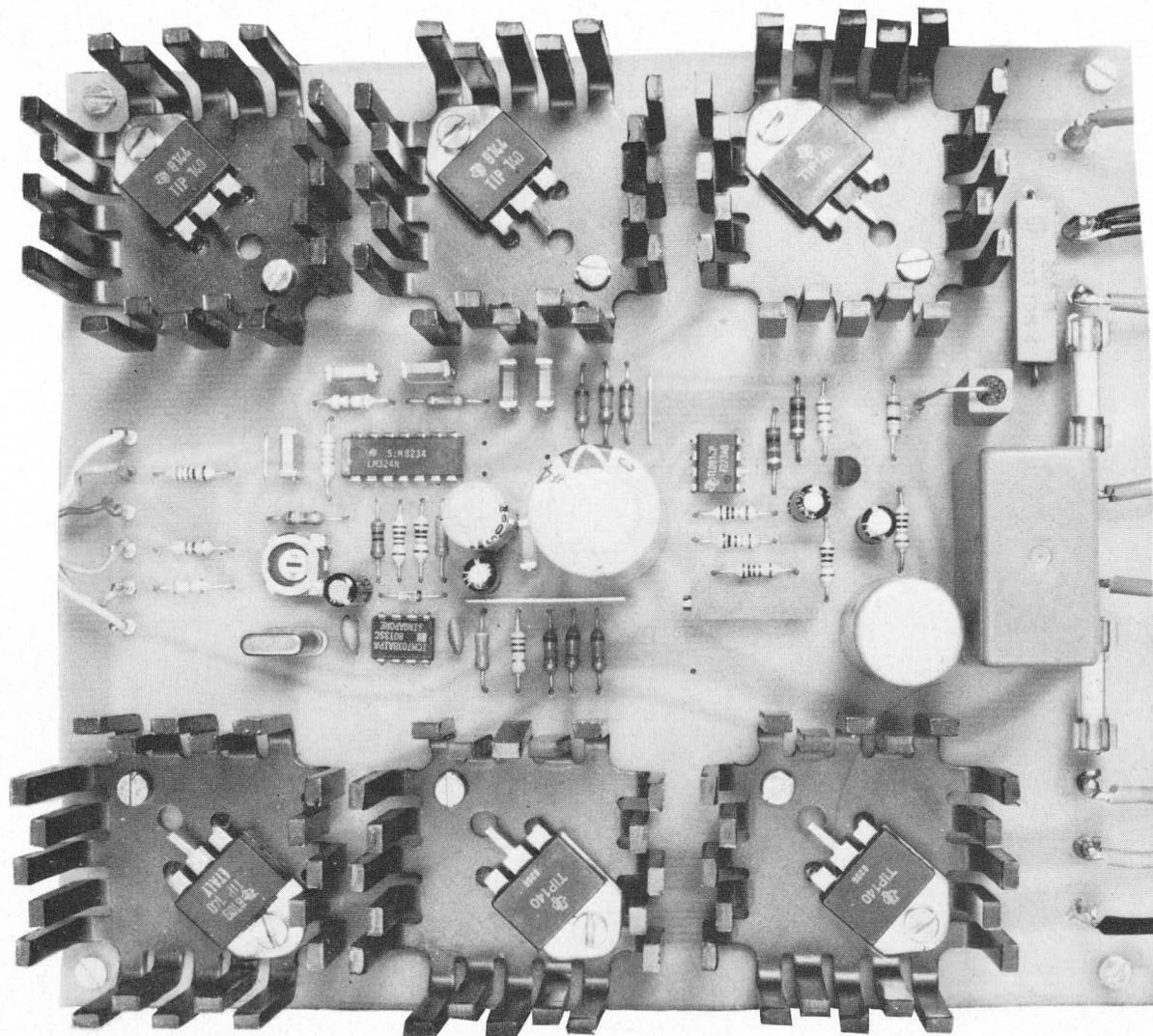


Bild 4: Zusatzschaltung zur Ausgangsspannungsstabilisierung. Da die Tastlücke beim Einsatz dieser Schaltung automatisch gesteuert wird, ist der im Hauptschaltbild mit R3 bezeichnete Trimmer ersatzlos auszubauen



Ansicht der fertig bestückten Platine des Wechselrichters

indem die Versorgungsspannung von ca. 12 V an die Punkte 1 (+ 12 V) und 3 (Masse) angelegt wird.

Hat man vorher die drei Leuchtdioden an die Punkte 9 bis 13 angelötet, so müßte jetzt je nach angelegter Spannung und Stellung von R 5 eine der drei LED's aufleuchten.

Um diesen Teil der Schaltung abzugleichen, ist ein kleines regelbares Netzgerät erforderlich, das nur einen Strom von weniger als 100 mA zu liefern braucht, da der Trafo noch nicht angeschlossen ist.

Man stellt die Versorgungsspannung auf ca. 10 V ein und dreht R 5 in eine Stellung, bei der gerade ein Wechsel von der grünen auf die gelbe LED (Unterspannungsanzeige) erfolgt ist.

Wird die Versorgungsspannung nun auf ca. 14,5 V erhöht, müßte zunächst die grüne und beim Überschreiten von 14,5 V die rote LED (Überspannungsanzeige) aufleuchten.

Es reicht im allgemeinen, wenn die Einstellung auf 0,2 bis 0,3 V erfolgt.

Kommen wir nun zum Abgleich des eigentlichen Wechselrichters. Es ergeben sich hier keine Probleme, da die Frequenz von 50 Hz durch einen Quarz sehr genau festgelegt ist

und daher keine Einstellung erforderlich macht.

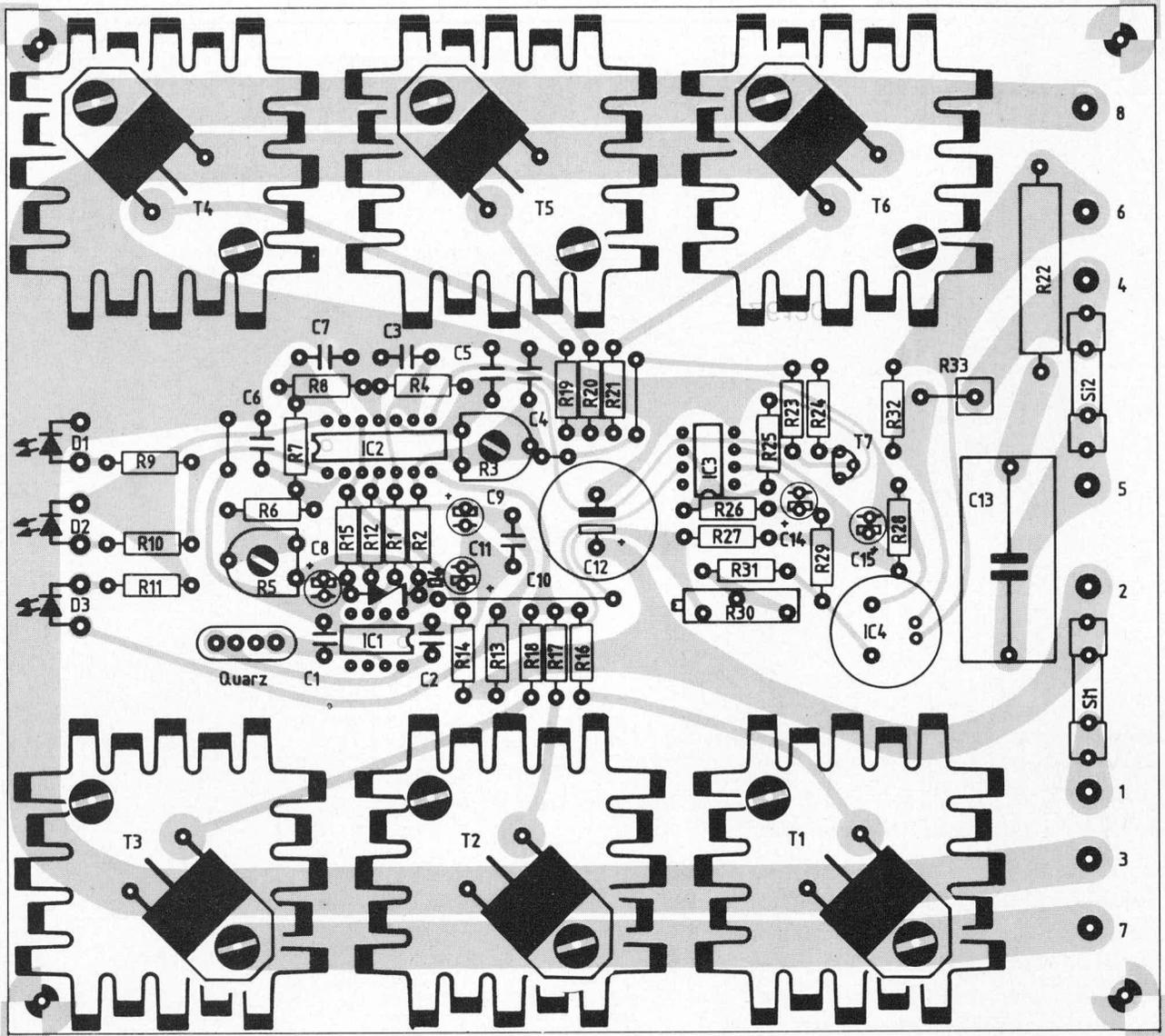
Mit R 3 ist lediglich, wie weiter vorstehend beschrieben, die Tastlückensteuerung einzustellen.

Befindet sich R 3 in 0-Stellung, so ist die Tastlückensteuerung ausgeschaltet und es werden „normale“ Rechteckimpulse erzeugt. Dies sollte jedoch nicht unbedingt ausprobiert werden, da sowohl Endstufe als auch Transformator je nach Eingangsspannung und Belastungszustand in die Sättigung fahren können. Die Stellung von R 3 sollte so vorgenommen werden, daß der echte Effektivwert der Ausgangswechselspannung 220 V entspricht. Dies läßt sich sehr leicht feststellen, indem man eine entsprechende kleine Glühlampe an den Ausgang anschließt und den Helligkeitswert so einstellt, als ob sie an 220 V Netzwechselspannung angeschlossen wäre (die Lampe muß selbstverständlich für 220 V geeignet sein). Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß sowohl Eingangsspannungsschwankungen als auch Belastungsänderungen einen nennenswerten Einfluß auf die Ausgangsspannung ausüben, was auch bereits zu Beginn dieses Artikels angesprochen wurde.

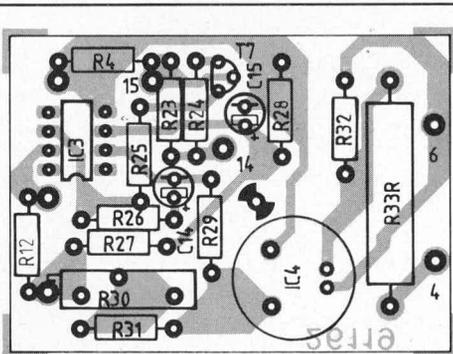
Hat man die elektronische Ausgangsspannungsstabilisierungsschaltung eingebaut, so wird die Einstellung nur 1malig mit dem Trimmer R 30 vorgenommen, in dem ebenfalls eine 220 V Glühlampe (15–100 W) an den Ausgang angeschlossen und mit R 30 ein der 220 V Netzwechselspannung entsprechender Helligkeitswert eingestellt wird. Die Einstellung von R 30 kann ggf. nach einigen Betriebsstunden noch einmal überprüft und korrigiert werden. Die Ausgangsspannung müßte jetzt belastungsunabhängig den echten Effektivwert von 220 V aufweisen.

Zu beachten ist noch, daß beim Anschließen des Trafos unbedingt die richtige Anschlussfolge zu berücksichtigen ist und außerdem die R-C-Kombination bestehend aus R 22 und R 13 unbedingt sofort vor dem ersten Inbetriebnehmen mit angeschlossen werden muß, da sonst Impulsspitzen, hervorgerufen durch die Rechteckschwingung, die Endstufen zerstören könnten.

Abschließend möchten wir noch darauf hinweisen, daß die Höhe der Ausgangsspannung lebensgefährlich ist und daher entsprechende Vorsichtsmaßnahmen erforderlich sind. Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist zu achten.



Bestückungsseite der Platine des Wechselrichters (einschließlich Zusatzschaltung)



Bestückungsseite der Zusatzschaltung zur Nachrüstung des in unserer Ausgabe ELV 14 vorgestellten Wechselrichters, so daß auch dieser Wechselrichter dann eine Ausgangsspannungsstabilisierung besitzt. Zu beachten ist, daß der Trimmer R 3 ersatzlos entfällt und die Widerstände R 4 und R 12 jetzt mit auf der Zusatzschaltung Platz finden – sie werden also von der ursprünglichen Platine genommen und auf die Zusatzplatine gelötet. Hierdurch wird erreicht, daß die Verbindungspunkte der Zusatzplatine zur Hauptplatine direkt senkrecht nach unten gelötet werden können, da die entsprechenden Bohrungen durch Ausbau von R 3, R 4 und R 12 frei geworden sind.

Für die Aufnahme der auf der Zusatzplatine befindlichen Bauelementen ist die ganz oben abgebildete neue Wechselrichterplatine bereits vorgesehen, so daß die Zusatzplatine hierfür nicht erforderlich ist.

**Stückliste: Quarzstabilisierter Wechselrichter 12 V= / 220~
Frequenzstabilisierte Grundversion**

Halbleiter:

- IC1 ICM 7038 A
- IC2 LM 324
- T1–T6 TIP 140
- D1 LED rot, 5 mm
- D2 LED grün, 5 mm
- D3 LED gelb, 5 mm
- D4 ZPD 3,6

Kondensatoren:

- C1, C2 22 pF
- C3 47 nF
- C4, C5, C6, C7 100 nF
- C8 10 µF/16 V
- C9 100 µF/16 V
- C10 100 nF
- C11 10 µF/16 V
- C12 1000 µF/40 V
- C13 1 µF–630 V= / 220 V~

Widerstände

- R1 100 kΩ
- R2 47 kΩ
- R3 100 kΩ, Trimmer
- R4 47 kΩ
- R5 1 kΩ, Trimmer
- R6, R7 1,8 kΩ
- R8 3,9 kΩ
- R9 680 Ω
- R10 470 Ω
- R11 390 Ω
- R12 1kΩ

- R13 100 Ω
- R14 47 kΩ
- R15 10 kΩ
- R16–R21 1,5 kΩ
- R22 120 Ω/5 W

Diverses

- 1 Trafo 7 V–0 – 7 V/12 A
- 1 x 220 V/160 VA
- 6 Fingerkühlkörper
- 12 Schrauben M 3 x 10
- 12 Muttern M 3
- 2 Platinsicherungshalter
- 1 Sicherung 50 mA
- 1 Sicherung 16 A
- 8 Lötstifte
- 1 Quarz 3,2768 MHz

Zusatzschaltung zur

Ausgangsspannungsstabilisierung

- IC3 TL 081
- IC4 EF 2105
- T1 2 N 5460
- R23, R25 1 MΩ
- R24 2,2 kΩ
- R26–R29 100 kΩ
- R30 10 kΩ Spindeltrimmer
- R31 1 kΩ
- R32 560 Ω
- R33 10 kΩ, 5 Watt
- C14, C15 10 µF/16 V

Zusätzlich in dieser Ausgabe:

ELV Elektronik-Lötstation ELS 7000

mit digitaler Temperaturanzeige



In dem vorliegenden, zusätzlich in diese Ausgabe aufgenommenen Artikel, stellen wir Ihnen eine Weiterentwicklung der in unserer Ausgabe Nr. 18 veröffentlichten Elektronik-Lötstation vor, die wohl zu den beliebtesten ELV-Schaltungen zählen dürfte.

Die wesentlichste Verbesserung — von einigen schaltungstechnischen Feinheiten einmal abgesehen — stellt die Entwicklung eines neuen Elektronik-Sensor-LötKolbens dar. Dieser neue LötKolben — das Herz der Lötstation — wurde in Zusammenarbeit mit einem der Welt bedeutendsten LötKolbenhersteller entwickelt und speziell auf die Erfordernisse der Hobby-Elektroniker zugeschnitten. Da auch alle früheren ELV-Lötstationen auf diesen neuen LötKolben umgerüstet werden können, dürfte dieser Artikel sowohl für Besitzer der „alten“ LS 7000 als auch für neue Interessenten gleichermaßen aktuell sein.

Allgemeines

Beim Aufbau von elektronischen Schaltungen dürfte der LötKolben wohl das wichtigste Werkzeug des Hobby-Elektronikers sein.

Für sehr feine Lötungen ist ein LötKolben mit einer Leistung von 15 bis 20 Watt gut geeignet, während bei Arbeiten an größeren Kupferflächen auf der Platine, beim Anlöten von Netzkabeln oder Lötstiften Leistungen von 30 bis 50 Watt günstig sind.

Hat der LötKolben für die jeweils ausgeführte Arbeit eine zu kleine Leistung, besteht die Gefahr einer kalten Lötstelle durch unzureichende Erwärmung genauso wie bei zu großer Leistung, wenn das Flußmittel schnell verdampft und sich Oxidschichten aufbauen.

Eine elektronisch geregelte Lötstation bietet hier wohl das Optimum für jeden Anwendungsfall, wo Leistungen zwischen 0 und 50 Watt gebraucht werden, da die Spitztemperatur dem jeweiligen Anwendungsfall individuell angepaßt werden kann und durch die Elektronik konstant gehalten

wird, unabhängig von der Wärmeabfuhr bzw. dem Leistungsbedarf.

Die hier vorgestellte Elektronik-Lötstation ELS 7000 kann wohl zu Recht als Profigerät bezeichnet werden. Aufgrund durchdachter Schaltungs- und Platinauslegung ist es uns gelungen, den Elektronikteil für die Temperaturregelung des LötKolbens so aufzubauen, daß im allgemeinen auch ein weniger geübter Hobbyelektroniker sich an den Nachbau heranwagen kann.

Die dreistellige, digitale Temperaturanzeige der LötKolbenspitzentemperatur kann wahlweise entweder sofort mitgebaut werden oder auch problemlos zu einem späteren Zeitpunkt nachgerüstet werden. Der Nachbau dieses Schaltungsteiles erfordert aufgrund der etwas feineren Lötungen an dem 40poligen Haupt-IC schon eine gewisse Löt Erfahrung, dürfte jedoch im allgemeinen einem Hobby-Elektroniker mit etwas Bastelerfahrung keine Schwierigkeiten bereiten.

Bedienung und Funktion

Bevor wir zur Schaltungsbeschreibung

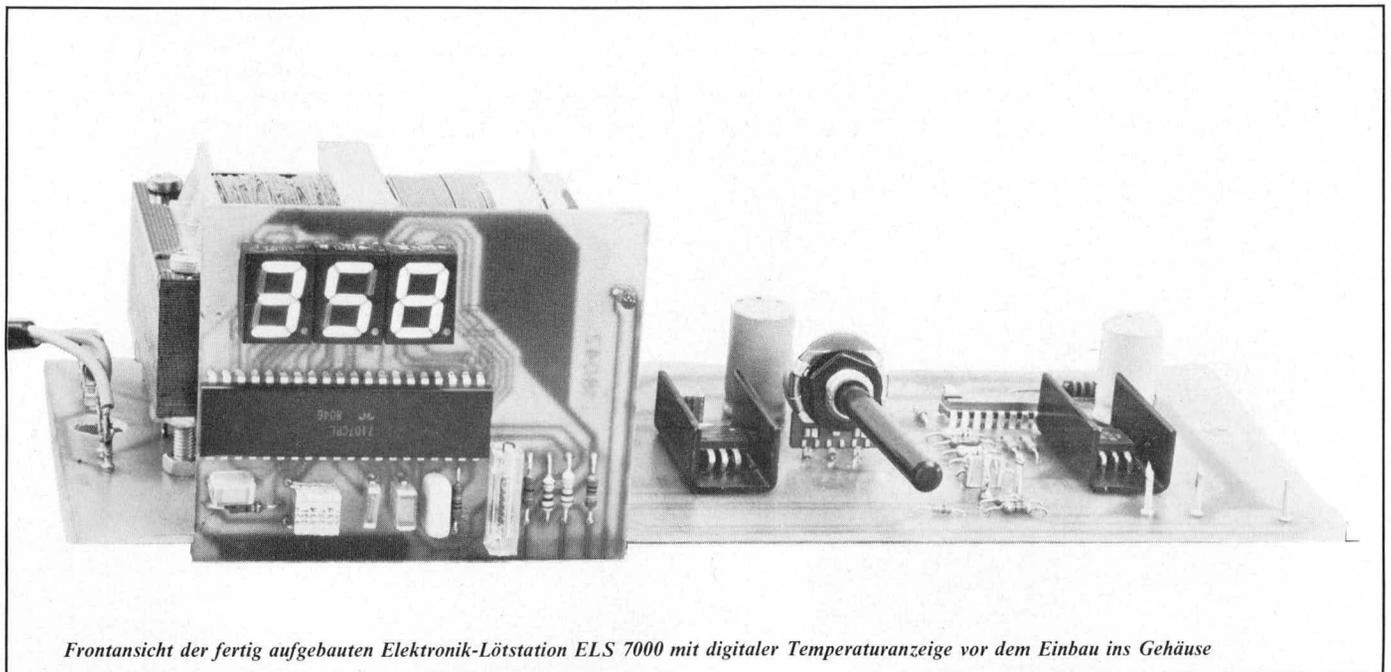
kommen, wollen wir zunächst auf die Bedienung und die allgemeine Funktion der Elektronik-Lötstation ELS 7000 eingehen, damit sich der Leser schnell ein Bild von der Qualifikation dieses Gerätes machen kann.

An die rechts am Gerät befindliche Dioden-Flanschbuchse wird der ELV Elektronik-Sensor LötKolben LK 50 angeschlossen, auf dessen besondere Eigenschaften später noch eingegangen wird.

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, sollte sich der LötKolben in einer sicheren Position befinden, möglichst in dem dazu passenden LötKolben-Ablageständer.

Nach Einschalten des Gerätes kann mit dem Temperaturregler die gewünschte LötKolbentemperatur eingestellt und auf der dreistelligen, digitalen Anzeige abgelesen werden.

Aufgrund des besonders leistungsfähigen, überdimensionierten Transformators, wird die Löttemperatur schon nach kurzer Zeit nach dem Einschalten erreicht (weniger als 1 Minute), wobei das Hochlaufen der Temperatur genau auf der digitalen Anzeige verfolgt werden kann.



Frontansicht der fertig aufgebauten Elektronik-Lötstation ELS 7000 mit digitaler Temperaturanzeige vor dem Einbau ins Gehäuse

An dieser Stelle wollen wir auf die besonderen Eigenschaften des ELV-Elektronik-Sensor-Lötkolbens LK 50 eingehen:

Der LK 50 wurde speziell für den Einsatz im Hobby-Elektronik-Labor entwickelt und auf die hohen Anforderungen hinsichtlich Leistung, Temperaturgenauigkeit und Präzision der Hobby-Elektroniker zugeschnitten. Die herausragenden Merkmale sind neben dem Spezial-Thermo-Fühlerelement mit extrem hoher Linearität der besonders schlanke Heizkörper, der die Verwendung einer schmalen Lötspitze gestattet, so daß Lötungen auch an unzugänglichen Stellen leicht möglich sind. Die Maximal-Leistung des Heizkörpers beträgt nichtsdestoweniger stolze 50 Watt.

Darüber hinaus stehen diverse leistungsfähige Dauer-Lötspitzen zur Auswahl, von denen eine bleistiftspitze für allerfeinste Lötungen bei maximaler Wärmeleistung dem fortgeschrittenen Hobby-Elektroniker sicherlich besonders entgegenkommt. Standardmäßig wird der LK 50 mit einer Universal-Dauer-Lötspitze geliefert, mit der sowohl feine als auch mittlere Lötstellen erhitzt werden können.

Durch die ausgezeichneten Regeleigenschaften der Elektronik in Verbindung mit dem besonders linearen Fühlerelement in der Lötkolbenspitze, wird die Temperatur auf wenige Grad konstant gehalten.

Über eine zusätzliche, mit „Heizung“ bezeichnete Leuchtdiode wird außerdem die Ansteuerung des Heizkörpers des Lötkolbens über die Regelelektronik angezeigt.

Eine ganz rechts auf der Frontplatte befindliche Telefonbuchse kann zum Potentialausgleich der Lötstation verwendet werden, die selbstverständlich galvanisch vom Netz getrennt ist. Der Potentialausgleich ist immer dann angebracht, wenn Lötungen an besonders empfindlichen Bauelementen vorgenommen werden. In diesem Falle wird die Schaltung, an der gerade gelötet wird, über eine Zuleitung mit der Potential-Ausgleichsbuchse verbunden, wodurch statische Aufladungen abgebaut werden.

Zur Schaltung

In ihren wesentlichen Zügen ist die hier vorliegende Schaltung mit der der „alten“ Elektronik-Lötstation LS 7000 aus unserer Ausgabe Nr. 18 identisch. Die Leiterplattenlayouts stimmen sogar vollständig überein. Lediglich die Dimensionierung der Schaltung wurde noch einmal überprüft, verbessert und auf die speziellen Erfordernisse des neuen ELV Elektronik-Sensor-Lötkolbens LK 50 angepaßt.

Das Herz der Schaltung zur Regelung der Lötkolbentemperatur besteht aus einem IC des Typs U 106 BS von AEG/Telefunken.

Über die Widerstände R 6 und R 7 wird die vom Thermoelement, das sich in der Lötkolbenspitze befindet, erzeugte Spannung auf die Eingänge Pin 3 und Pin 4 des IC 1 gegeben.

Eine interne Stabilisierung des IC's sorgt dafür, daß in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 3, der Einweggleichrichterdiode D 1, sowie dem Siebkondensator C 2 eine stabile Versorgungsspannung für die Regelelektronik erzeugt wird.

Diese an C 2 anstehende Spannung fällt auch über die Reihenschaltung, bestehend aus den Widerständen R 10 und R 12, dem Trimmer R 11 sowie dem Temperatur-Regler-Poti P 1, ab.

Die mit P 1 eingestellte Spannung gelangt über R 8 auf einen der beiden Eingänge des IC 1, wodurch eine Einstellung der Temperatur ermöglicht wird.

Der Ausgang des IC 1 (Pin 10) steuert über R 13 den Triac Tri 1 des Typs BT 138/500 so an, daß die gewünschte Temperatur konstant gehalten bleibt.

Eine weitere Besonderheit des IC 1 liegt darin, daß der Triac immer im Nulldurchgang der Sinuskurve geschaltet wird, wobei zwecks Vermeidung eines Gleichspannungsanteils immer nur eine gerade Anzahl von Sinushalbwellen zur Regelung der Lötkolbentemperatur zur Ansteuerung kommt!

Die für letztgenannte Arbeit der Schaltung erforderliche Synchronisation mit der Versorgungswechselspannung erfolgt über den Widerstand R 9 auf den Eingang Pin 14.

Die zur Ansteuer-Anzeige des Lötkolbens dienende Leuchtdiode D 3 bezieht ihren Versorgungsstrom über R 14, wobei D 2 dem Schutz der Leuchtdiode vor zu großen negativen Spannungen dient.

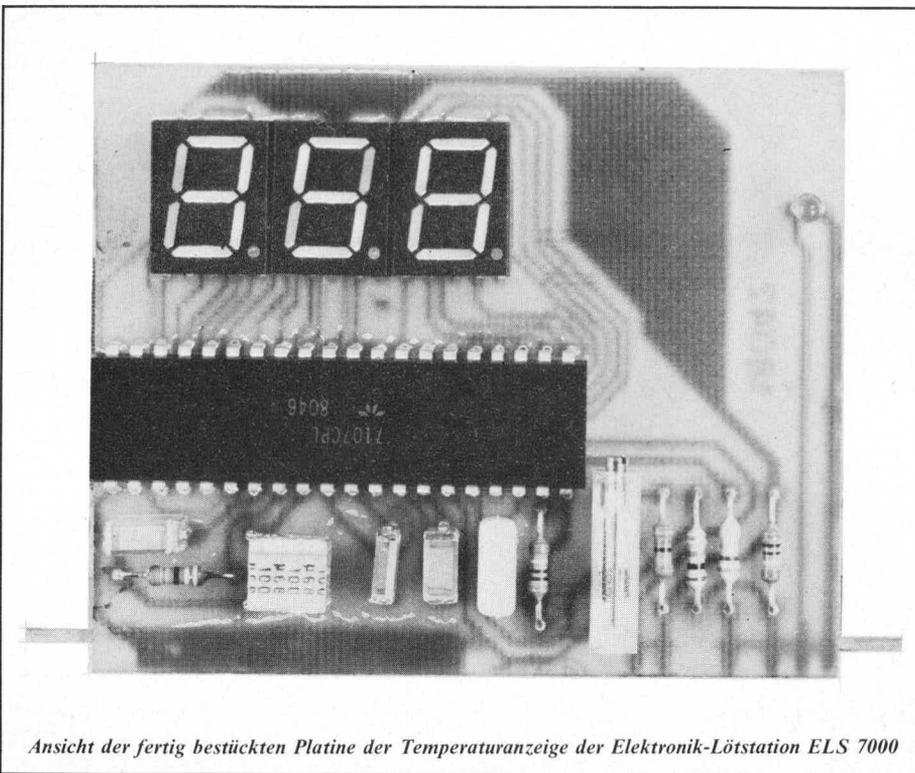
D 3 leuchtet immer dann, wenn dem Heizkörper des Lötkolbens Energie zugeführt wird, d. h., daß sie im Einschaltmoment dauernd aufleuchtet. Sobald die mit dem Temperatureinstellpoti P 1 eingestellte Temperatur der Lötstation erreicht wurde, wird der Heizstrom für den Lötkolben unterbrochen und D 3 erlischt. Sinkt die Temperatur der Lötspitze, wird dies vom Thermoelement an die Regelelektronik (im IC 1) weitergegeben und neuer Heizstrom wird zur Verfügung gestellt. Dies wird durch Aufleuchten (Flackern) von D 3 signalisiert. Arbeitet der Lötkolben einwandfrei und die Leuchtdiode D 3 bleibt dunkel, so überprüfen Sie bitte die richtige Einbaulage der Dioden D 2 und D 3.

Die Temperaturanzeige

Das IC 2 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung (R 15-R 21 sowie C 3-C 7) einen kompletten, dreistelligen, digitalen Spannungsmesser dar, wie er schon vielfach eingesetzt und beschrieben wurde, so daß auf eine detaillierte Schilderung an dieser Stelle verzichtet werden soll.

Für diejenigen unter unseren Lesern, die dieses IC des Typs ICL 7107 noch nicht kennen, wollen wir kurz die Wirkungsweise darstellen.

Die zu messende Spannung (hier die Thermospannung des im Fühler des Lötkolbens integrierten Thermoelementes) wird zwischen die Anschlußbeinchen Pin 30 und Pin 31 des IC 2 angelegt, wobei in unserem speziellen Fall über den Widerstand R 20 eine geringe zusätzliche Spannung zur Thermospannung addiert wird, die gleichzeitig zwei Aufgaben übernimmt:



Ansicht der fertig bestückten Platine der Temperaturanzeige der Elektronik-Lötstation ELS 7000

Zum einen wird mit der über R 20 abfallenden Spannung von ca. 3 mV die Raumtemperatur kompensiert und zum anderen eine weitere Verschiebung der Nullspannung nach oben erreicht, wodurch ein kleinerer Skalenfaktor bei der Kalibrierung der digitalen Anzeige eingestellt werden kann. Durch diese letztgenannte Maßnahme wird der Temperaturabfall zwischen Thermoelement und LötKolbenspitze berücksichtigt, so daß die tatsächliche Löttemperatur mit guter Genauigkeit angezeigt wird. Zwar befindet sich das Thermoelement ganz vorn im LötKolben, jedoch bis zur Spitze selbst sind noch einige mm zu überbrücken, auf denen ein Temperaturabfall stattfinden kann, den wir in unserem Falle bereits berücksichtigt haben. Im Einschaltmoment wird hierdurch auf der Anzeige ein Wert von ca 75° C erscheinen, der durch vorstehend beschriebene Faktoren bedingt ist.

Durch einen mehr oder weniger umfangreichen Funktionsablauf, auf dessen Beschreibung wir hier verzichten wollen, werden die 7-Segment-Anzeigen des Typs DJ 700 A (gemeinsame Anode) so angesteuert, daß der auf der 3stelligen, digitalen Anzeige erscheinende Wert der Eingangsspannung, die, wie schon gesagt, an den Pins 30 und 31 ansteht, proportional ist.

Mit dem Spindeltrimmer R 18 wird eine Referenzspannung eingestellt und dem entsprechenden Referenzeingang (Pin 36) zugeführt, die den Umsetzfaktor (Skalenfaktor) festlegt.

In unserem Fall wird der Umsetzfaktor so eingestellt, daß sich in Kombination mit der Thermospannung von $40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ eine direkte Anzeige in Grad Celsius ergibt. Dies bedeutet für unseren Fall, daß mit R 18 eine Referenzspannung von exakt 51 mV zwischen den Punkten 35 und 36 des IC 2 eingestellt werden muß, womit der Abgleich bereits beendet ist, da sich der Nullpunkt des IC's automatisch einstellt.

Zur Stromversorgung

Der Transformator TR 1 besitzt eine Primärwicklung von 220 V/65 VA (Spitzenleistung ca. 100 VA) sowie zwei Sekundärwicklungen, wobei die eine mit 24 V/2,5 A zur Versorgung der Temperaturregelelektronik mit dem LötKolben dient, und die zweite Spannung von 9 V/0,4 A nur benötigt wird, wenn die 3stellige, digitale Anzeige mit aufgebaut und angeschlossen wird.

Die für das IC 2 erforderliche positive Versorgungsspannung von 5 V wird über D 4 gleichgerichtet und mit Hilfe des IC 3 in Verbindung mit den Kondensatoren C 8, C 9 und C 11 stabilisiert.

Eine zusätzlich benötigte negative Hilfsspannung von ca. -5,6 V gewinnen wir über D 5 in Verbindung mit R 22 und der Z-Diode D 6, wobei C 10 und C 12 der Siebung und Glättung dienen. An dieser Stelle möchten wir noch einmal darauf hinweisen, daß die +5 und die -5,6 V nur erforderlich sind, wenn die 3stellige, digitale Temperaturanzeige eingebaut wird. Anderenfalls bleibt die 9 V/0,4 A-Wicklung unbeschaltet.

Einstellung

Um einen sinnvollen Einsatz der Elektronik-Lötstation ELS 7000 zu gewährleisten, ist eine Einstellung der Skala des Temperaturreglerpotis erforderlich.

Da einem Hobby-Elektroniker im allgemeinen jedoch kein genaues Temperaturmeßgerät zur Verfügung steht, das zudem noch im Bereich von 400 Grad Messungen durchzuführen in der Lage ist, haben wir uns zum Punkt der Kalibrierung etwas Besonderes einfallen lassen.

Um die Lötstation einzustellen, drehen wir den Temperatur-Regler ganz an den linken Anschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn). Dieser mit 183° C bezeichnete Punkt dient uns als Ausgang für die folgende Kalibrierung, da das üblicherweise in der Elektronikbranche verwendete Lötzinn (60/40)

sich exakt bei einer Temperatur von 183° C verflüssigt bzw. wieder verfestigt.

Der Trimmer R 11 wird vorsichtig so verdreht, daß zunächst das an die Spitze des LötKolbens geführte Lötzinn schmilzt und ein kleiner Tropfen an der Spitze hängt. R 11 wird nun so verdreht, daß der LötKolben keine Heizspannung mehr zugeführt bekommt (LED 3 bleibt erloschen). In dem Moment, wo sich der an der LötKolbenspitze hängende Zinntropfen verfestigt, stellt man R 11 so ein, daß die Heizung gerade wieder einsetzt. Mit etwas Fingerspitzengefühl läßt es sich erreichen, daß die LötKolbenspitze genau auf der Temperatur bleibt, bei der das Lötzinn gerade flüssig bzw. wieder fest wird – die Temperatur beträgt dann ziemlich exakt 183° C, womit die Kalibrierung der Lötstation bereits beendet ist und mit dem Temperaturreglerpoti nun der gesamte Bereich von 200–400° C eingestellt werden kann, wobei geringe Abweichungen selbstverständlich zulässig sein sollten.

In diesem Zusammenhang ist es sehr wichtig darauf zu achten, daß man die Schmelzpunktbestimmung vornimmt wenn das Lötzinn vorher flüssig war und anschließend wieder erstarrt. Würde man umgekehrt vorgehen, d. h., man würde warten bis das Lötzinn sich gerade verflüssigt, so ergibt sich eine falsche Kalibrierung, da die Temperatur des LötKolbens selbst etwas höher sein müßte, um das Lötzinn an der Spitze zu verflüssigen, denn die Energiezufuhr und damit der Temperaturabfall an der Lötspitze ist beim Schmelzvorgang verhältnismäßig groß. Wartet man hingegen bis sich das Lötzinn gerade verfestigt, ist der Temperaturabfall vom Fühler-Thermoelement zur Lötspitze praktisch vernachlässigbar.

Der Abgleich der digitalen Temperaturanzeige wurde bereits weiter vorstehend beschrieben, d. h., zwischen den Anschlußbeinchen 35 und 36 des IC 2 ist eine Referenzspannung von 51 mV einzustellen, die mit einem möglichst hochohmigen Voltmeter (R_i mind. 1 M Ω) gemessen wird.

Sollten Abweichungen bei der Kalibrierung der digitalen Temperaturanzeige nach der Methode der Referenzspannungseinstellung auf 51 mV mit der anderen Einstellung über den Schmelzpunkt des Lötzinns bei 183° C auftreten, so ist die Methode des Schmelzpunktes vorzuziehen und ggfs. die Anzeige der digitalen Temperaturanzeige bei einer Temperatur von 183° C auf diesen Wert mit dem Trimmer R 18 einzustellen. Die an den Punkten Pin 35 und 36 anliegende Referenzspannung darf allerdings nur um wenige mV abweichen. Größere Abweichungen (von über 10 mV) deuten auf einen Defekt in der Schaltung hin.

Zum Nachbau

In Verbindung mit der professionellen Schaltungstechnik ist es gelungen, durch eine ausgereifte Konstruktion eine hohe Nachbausicherheit zu erreichen, zu der nicht zuletzt das hochwertige Layout der Leiterplatten beiträgt, auf denen bis auf den Netzschalter sämtliche Bauelemente Platz finden, konnte die erforderliche Verdrahtung auf ein Minimum beschränkt werden.

Bevor allerdings mit der Bestückung der Platinen begonnen werden kann, sind diese

**Stückliste:
Elektronik-Lötstation
ELS 7000**

Grundversion

IC 1 U 106 BS
Tri 1 BT 138/500
D1, D2 1 N 4148
D3 LED rot, 3 mm

Kondensatoren

C1 10 nF
C2 470 µF/16 V

Widerstände

R1 220 kΩ
R2 180 kΩ
R3 330 Ω, 1 Watt
R4, R5 3,9 kΩ
R6, R7 2,2 kΩ
R8 180 kΩ
R9 3,9 kΩ
R10 3,9 kΩ
R11 1 kΩ, Trimmer
R12 1,5 kΩ
R13 22 Ω
R14 820 Ω
P1 Poti, 1 kΩ, lin, 6 mm Achse

Sonstiges

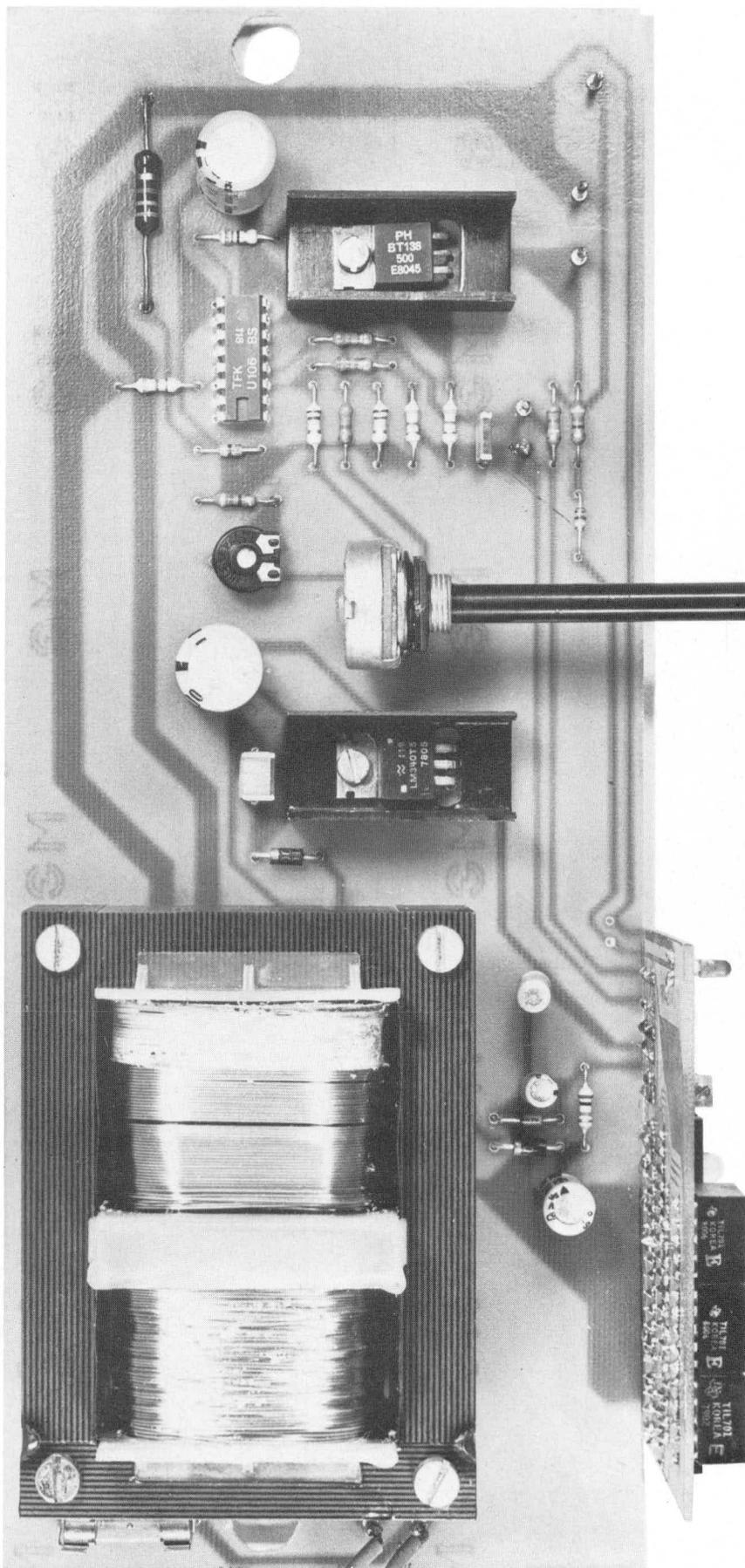
1 Transformator prim:220 V/65 VA
sek: 24 V/2,5 A
9 V/0,4 A
4 Schrauben M 4 x 55 mm
12 Muttern M 4
1 U-Kühlkörper
1 Schraube M 3 x 6 mm
1 Mutter M 3
7 Lötstifte
1 Platinensicherungshalter
1 Sicherung 0,63 A
1 Lötöse 6 mm Ø für Kippschalter

Zubehör

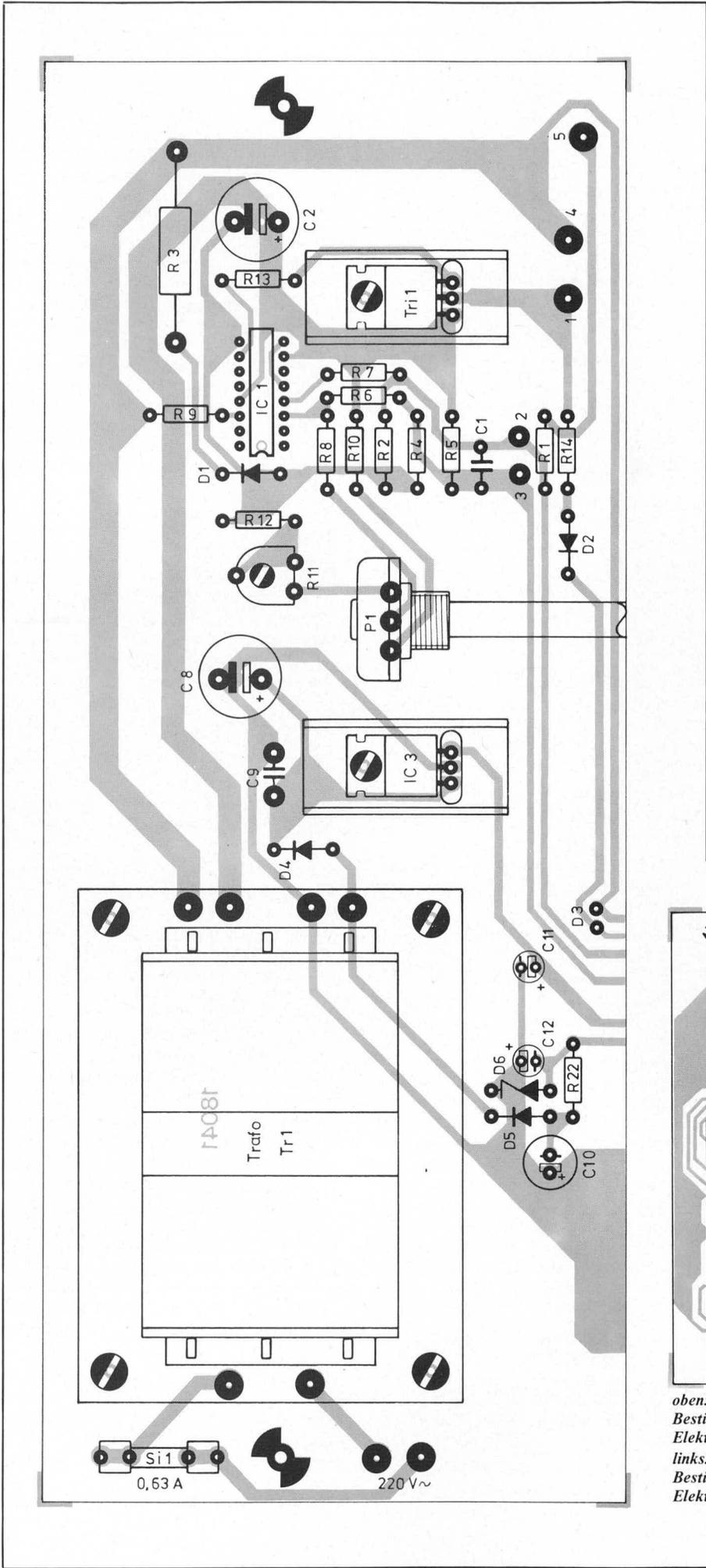
1 Ersa LötKolben TE 50 mit integrier-
tem Thermoelement mit hochflexib-
lem Teflonkabel mit Diodenstecker
mit Renkverschluß
1 LötKolben-Ablageständer mit Rei-
nigungsschwamm

Gehäusebausatz

1 Gehäuse aus der ELV-Serie 7000
1 bedruckte und gebohrte Frontplatte
2 Gehäusebefestigungsschrauben
1 3-adriges Netzkabel mit Stecker
1 Netzkabeldurchführung mit Zug-
entlastung
1 Spannzangen-Drehknopf, 21 mm Ø
mit Deckel und Pfeilscheibe
1 Kippschalter, 2-polig
1 Dioden-Flanschbuchse
2 Befestigungsschrauben dafür
1 isolierte Telefonbuchse



Ansicht der fertig bestückten Platinen von oben der Elektronik-Lötstation ELS 7000



Stückliste
Temperatur-Meßzusatz

Halbleiter

IC 2	ICL 7107
IC 3	7805
Di1-Di3	DJ 700 A
D4, D5	1 N 4001
D6	ZPD 5,6

Kondensatoren

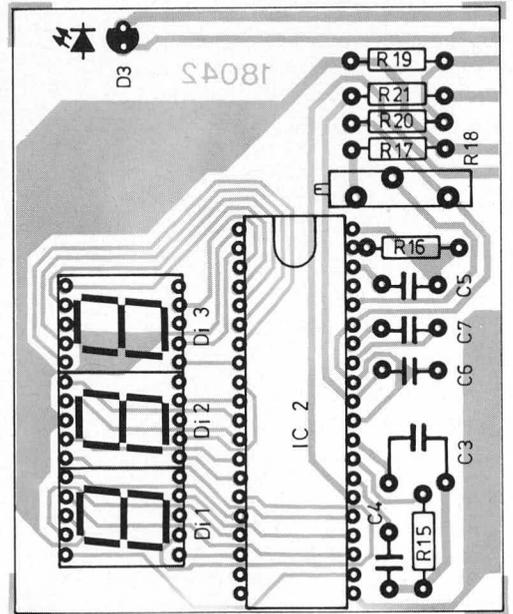
C3	680 nF
C4	100 nF
C5	330 pF
C6	100 nF
C7	100 nF
C8	1000 µF/16 V
C9	330 nF
C10	100 µF/16 V
C11, C12	10 µF/16 V

Widerstände

R15	33 kΩ
R16	100 kΩ
R17	27 kΩ
R18	1 kΩ, Wendeltrimmer
R19	100 kΩ
R20	100 Ω
R21	100kΩ
R22	1 kΩ

Sonstiges

- 1 U-Kühlkörper
- 1 Schraube M 3 x 6 mm
- 1 Mutter M 3



oben:
Bestückungsseite der Anzeigenplatine der
Elektronik-Lötstation ELS 7000

links:
Bestückungsseite der Basisplatine der
Elektronik-Lötstation ELS 7000

in das Gehäuse einzupassen. Nachdem ein Probeinbau der Platinen zur Zufriedenheit verlaufen ist (Platinen sind noch nicht miteinander verlötet), kann mit der Bestückungsarbeit begonnen werden.

Zunächst werden die Widerstände, dann die Kondensatoren, Dioden usw. in gewohnter Weise eingelötet, wobei auf die Polung bei Kondensatoren und Dioden geachtet werden muß.

Ist die Bestückung nach Einsetzen der IC's (auf richtigen Einbau achten) beendet, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine angelötet, und zwar so, daß sie ca. 3 mm unter ihr hervorragt.

Sind alle Kupferflächen der senkrecht aufeinanderliegenden Platinen miteinander verlötet, kann der Einbau ins Gehäuse vorgenommen werden, wobei als letztes der große und schwere Trafo auf die Platine gelötet und mit vier Schrauben mit Muttern befestigt wird.

Die Dioden-Flanschbuchse wird mit der Frontplatte verschraubt und deren Anschlußpunkte, die auf der Rückseite zu lesen sind, werden mit den entsprechenden Punkten auf der Basisplatine der Lötstation verbunden. Ganz wesentlich ist es zu beachten, daß die Anschlüsse des Thermoelements an den Platinenanschlußpunkten 2 und 3 nicht versehentlich verpolt werden. Der richtige Anschluß geht aus der Beschriftung hervor. Auf der Dioden-Flanschbuchse ist auf der Rückseite die Bezeichnung der Punkte 1, 2, 3 und 4 eingepreßt. Die gleiche Bezeichnung finden Sie auch auf dem Bestückungsplan der Basisplatine. Außerdem sind die Anschlußpunkte der Buchse im Schaltbild zusätzlich noch einmal aufgezeichnet. Eine Verpolung der Anschlüsse des Thermoelements würde zu einer permanenten Aufheizung und damit Zerstörung des LötKolbens führen.

Wird die digitale Anzeige nicht mit aufgebaut, so ist die Anzeigenplatine ebenfalls nicht erforderlich. Die Leuchtdiode D 3 (Heizung) wird dann über 2 ca. 40 mm lange Schaltdrähte mit der Basisplatine an der dafür vorgesehenen Stelle verbunden, damit sich die Leuchtdiode, die sonst auf die Anzeigenplatine gelötet wird, auch jetzt in der richtigen Höhe zum Frontplattenfenster befindet.

„Phase“ und „Null“ des 3adrigen Netzkabels mit Schuko-Stecker sind mit dem in der Frontplatte eingeschraubten Kippschalter zu verbinden. Vom Kippschalter werden dann zwei Leitungen mit mind. 0,75 mm²-Querschnitt zu den entsprechenden Netzanschlußpunkten auf der Basisplatine gezogen. Der Schutzleiter des Netzkabels (gelbgrün) ist über eine 6 mm Ø Lötöse mit dem Kippschalterhals sowie mit der Dioden-Flanschbuchse als auch mit dem Blechpaket des Netztransformators zu verbinden.

Beim Anschluß des Netzkabels sowie überhaupt beim Aufbau und Umgang mit elektronischen Geräten sind die VDE-Bestimmungen unbedingt zu beachten.

Nachdem der Abgleich und die Endmontage erfolgt sind, kann das Gerät seiner eigentlichen Bestimmung, dem präzisen und sauberen Löten von hoffentlich noch vielen in-

teressanten Elektronik-Schaltungen, zugeführt werden, wobei wir Ihnen viel Freude und Erfolg wünschen.

Hinweise zur Inbetriebnahme und bei Störungen

Aufgrund der Erfahrung, die mit der „alten“ Elektronik-Lötstation LS 7000 gemacht wurden, können wir Ihnen im nachfolgenden einige Hinweise und Ratschläge zur Inbetriebnahme der hier vorgestellten ähnlichen Schaltung der ELS 7000 geben.

Die Elektronik-Lötstation ELS 7000 besteht aus zwei weitgehend unabhängig voneinander arbeitenden Baugruppen. Dies sind zum einen die elektronische Regelung selbst, die mit dem IC 1 aufgebaut ist und zum zweiten die digitale Temperaturanzeige, die mit dem IC 2 aufgebaut ist.

Sollte das Gerät nicht einwandfrei arbeiten, gehen Sie bitte bei der Fehlersuche wie folgt vor:

Bitte überprüfen Sie zunächst nachfolgend aufgeführte Spannungen auf ihre richtigen Werte:

Die Spannung des Transformators Tr 1 an der 9 V Wicklung sollte zwischen 8,0 V und 10,0 V liegen, während an der 24 V Wicklung 24,0 V bis 28,0 V gemessen werden können.

Bitte achten Sie darauf, daß Sie Ihr Meßgerät bei den beiden vorstehend genannten Spannungen auf AC (Wechselspannung) schalten. Alle weiteren angegebenen Spannungswerte sind Gleichspannungen.

Die 5 V Spannung am Ausgang des IC 3 gemessen gegen Masse (0 V) darf zwischen 4,5 V und 5,5 V liegen.

Die negative 5,6 V-Spannung, gemessen über der Diode D 6, sollte im Bereich von -5 V bis -7 V liegen.

Als nächstes untersuchen Sie bitte die Schaltung des Temperatur-Reglers, die mit dem IC 1 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut ist. Bitte überprüfen Sie die eingebaute Spannungs-Stabilisierung des IC 1. Hierzu messen Sie eine Gleichspannung, wobei Sie den -Anschluß des Meßgerätes mit dem Anschlußbeinchen Pin 9 und den +Anschluß Ihres Meßgerätes mit dem Anschlußbeinchen Pin 7 des IC 1 verbinden. Die jetzt gemessene Spannung muß sich zwischen 7,0 V und 9,0 V bewegen. Eine größere Spannung deutet auf einen Defekt des IC 1 hin. Ist die Spannung verpolt, so ist dies voraussichtlich auf einen falschen Einbau der Diode D 1 zurückzuführen. Wird die Diode richtig herum eingebaut, müßte die angegebene Polarität am IC 1 festgestellt werden (- an Pin 9 und + an Pin 7).

Ein weiterer wichtiger Meßpunkt ist die Spannung über dem Widerstand R 4 bzw. über dem Widerstand R 5. Diese beiden Spannungen müssen exakt die gleiche Größe haben und zwischen 3,5 V und 4,5 V liegen.

Als nächstes kommen wir zur Überprüfung der digitalen Temperaturanzeige, die im wesentlichen mit dem IC 2 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut ist.

Überprüfen Sie bitte zunächst die positive

und negative Versorgungsspannung, die auf Masse bezogen (Pin 21 des IC 2) gemessen wird. An Pin 1 liegt die positive Versorgungsspannung von 5 V an, die in den Bereichen zwischen 4,5 V und 5,5 V schwanken darf. Die negative Versorgungsspannung von -5,6 V messen Sie an dem Anschlußbeinchen Pin 26 des IC 2 (immer gegen Masse - Pin 21). Diese Spannung darf zwischen -5 V und -7 V schwanken.

Ein weiterer wesentlicher Meßpunkt ist die interne Referenzspannung des IC 2. Diese messen Sie zwischen den Anschlußbeinchen Pin 35 und Pin 1. Sie sollte zwischen 2,6 V und 3,2 V liegen. Größere Abweichungen deuten auf einen Defekt des IC 2 hin. Mit dem Spindel-Trimmer R 18 wird, wie dies auch weiter vorstehend beschrieben wurde, zwischen den Anschlußbeinchen Pin 35 und Pin 36 eine Spannung von 51 mV eingestellt, die max. um +/-20 mV abweichen darf, wenn R 18 verdreht wird, zwecks Herstellung einer Übereinstimmung der Skala des Temperatur-Reglers und der digitalen Anzeige.

Um die einwandfreie Funktion der LED-Anzeigen im Zusammenhang mit dem IC 2 festzustellen, können Sie anschließend die Anschlußbeinchen Pin 30 und Pin 31 mit einem Schraubenzieher kurzschließen. Die Anzeige muß dann auf „000“ gehen. Eine zulässige Abweichung wäre die Schwankung um 1 bis 2 Digit der letzten (rechten) Stelle. Größere Abweichungen deuten auf einen Defekt des IC 2 bzw. auf eine falsche äußere Beschaltung hin. Fehler im Platinenlayout sowie im Schaltbild liegen nicht vor. Wir können dies zuverlässig mitteilen, da die Geräte auch von uns als Fertigergeräte ohne aufretrende Schwierigkeiten produziert werden.

Nach unseren Erfahrungen treten leicht Probleme auf bei den Verbindungslötungen zwischen der Anzeigenplatine und der Basisplatine. Sofern hier Lötbrücken bzw. Leiterbahnkurzschlüsse entstehen, kann die Schaltung selbstverständlich nicht einwandfrei arbeiten. Bitte überprüfen Sie noch einmal die Leiterbahnführung auf evtl. Lötbrücken oder Haarrisse hin, wobei Sie an den Verbindungsstellen der beiden Platinen sowie an allen Platinenrändern besonders sorgfältig nachschauen sollten.

Sind die Untersuchungen soweit zur Zufriedenheit verlaufen, schließen Sie kurzzeitig (nur wenige Sekunden) die Platinenanschlußpunkte 2 und 3 der Basisplatine mit einem etwas dickeren, möglichst kurzen Draht kurz. Die Anzeige des IC 2 muß dann zwischen 50° C und 100° C anzeigen. Ein längerer Kurzschluß würde unweigerlich zu dauernder Aufheizung des LötKolbens und damit zur Zerstörung führen. Einige Sekunden Kurzschluß sind jedoch absolut unbeschädlich.

Anhand der vorstehenden ausführlichen Baubeschreibung sowie der umfangreichen Unterstützung bei einer evtl. Fehlersuche sollte der Nachbau nicht nur den Profis unter unseren Lesern gelingen. Nach den bisher gemachten umfangreichen Erfahrungen beim Nachbau der LS 7000 arbeitet die Schaltung aufgrund der ausgereiften Konzeption in den allermeisten Fällen auf Anhieb zuverlässig.