

ELV *journal*

Nr. 12

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50



Die Sensation für Elektroniker!

Mit Platinenfolien

Printentwürfe auf Klarsichtfolie zur problemlosen Herstellung der Platinen

Kostenloser Reparaturservice

für jeweils eine veröffentlichte Schaltung

Österreich öS 40, Schweiz sfr 5,20, Niederlande hfl 5,80, Luxemburg lfr 80, Finnland 17 Fmk

Mit
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:

- Elektronisch stabilisiertes Super-Netzgerät
- 500 MHz Frequenzähler FZ 500
- High Speed Transistorzündung
- Reaktionstester, Dreiklang-Gong

Digitales, elektronisches Kfz-Außen-/Innen- Thermometer mit Eiswarner
Sherlock Holmes in der Schublade

ELV
extra

Slim-line-Anlage
„Champagner“
Neues Video-recordersystem

Digitales, elektronisches Kfz-Außen-/Innen-Thermometer mit Eiswarner



Das hier vorgestellte digitale, elektronische Thermometer mit LED-Anzeige verfügt über zwei Meßstellen (Außen/Innen), deren Temperatur wahlweise zur Anzeige gebracht werden kann.

Ein zusätzlicher Eiswarner macht über eine akustische oder optische Anzeige auf für Autofahrer kritische Temperaturen aufmerksam.

Die Konstruktion der Schaltung ist so ausgeführt worden, daß sie in dem abgebildeten formschönen, mattschwarzen Kunststoffgehäuse Platz findet. Zur Befestigung dient ein eingebauter Magnet sowie eine zusätzliche Klebeplattform, die es gestattet, trotz Klebeverbindung das Gerät über den Magneten abzunehmen.

Wie schon Anfang dieses Jahres, als wir als einer der ersten den neuartigen Temperatursensor KTY 10 D in unserem Temperaturmesser mit LCD-Anzeige einsetzten, so sind wir auch heute mit unseren Entwicklungen ganz vorn, indem wir Ihnen einen neuen Temperatursensor vorstellen, der durch seine besondere Störsicherheit auch für den Kfz-Bereich hervorragend geeignet ist.

Der neue Temperatursensor, der von uns mit 3 m Anschlußkabel unter der Bezeichnung SAC 1000 geliefert wird, ist in seinen ausgezeichneten elektrischen Daten dem KTY 10 D sehr ähnlich. In einem wesentlichen Punkt, dem Nennwiderstand bei 25° C, liegt jedoch der gravierende Unterschied.

Durch eine Reduzierung des Nennwiderstandes auf 50% sowie weiterer Einengung der Toleranzen ist er für

den Kfz-Bereich besonders geeignet da hier nachweislich hohe Störspannungen im Bordnetz vorhanden sind.

Der Gewinn an Störsicherheit durch die Erhöhung des Meßstromes bei gleicher Meßspannung liegt bei 100%.

Der Einfluß der Leitungswiderstände liegt bei einer Zuleitung von ca. 3 m im Bereich von 0,01% und ist somit vollkommen vernachlässigbar.

Um unseren Lesern den Nachbau weiter zu erleichtern, wird der Temperatursensor mit einem 3 m langen Anschlußkabel geliefert.

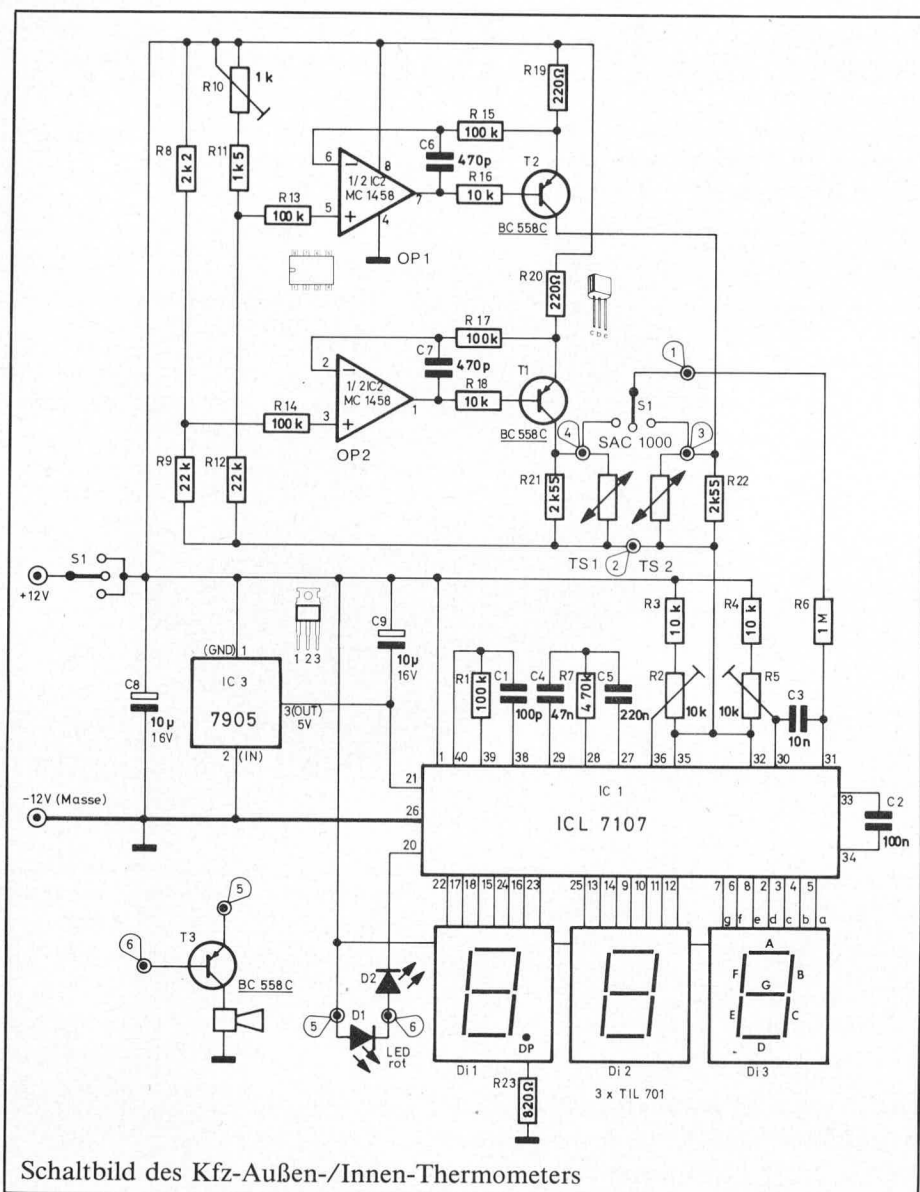
Die Verbindung zwischen Sensor und Kabel ist vergossen und zusätzlich mittels eines Schrumpfschlauches geschützt, so daß sichergestellt ist, daß das Meßergebnis nicht durch Kriechströme zwischen den Sensoranschlüssen (durch Feuchtigkeit verursacht) verfälscht wird.

Dieses Foto zeigt die bestückten Platinen. Im eingebauten Zustand müssen die Bauteile nachher nach unten zeigen.

Zur Schaltung

Einen wesentlichen Bestandteil der Schaltung des Temperaturmessers stellt der 3½-stellige monolithische A/D Wandler des Typs ICL 7107 von Inter-sil dar. Alle notwendigen aktiven Elemente wie BCD-Sieben-Segment-Dekodierer, Treiberstufen für das Display, Referenzspannung und Takterzeugung sind auf dem Chip realisiert.

Der Schaltkreis ist eine gute Kombination von hoher Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die hohe Genauigkeit wird erreicht durch die Verwendung eines automatischen Nullabgleichs bis auf weniger als 10 µV (dies entbindet allerdings nicht, den Temperaturmesser auf Null abgleichen zu müssen), die Realisierung einer Nullpunktdrift von weniger als 1 µV pro °C, die Reduzierung des Eingangsstromes auf 1 pA (!)



Schaltbild des Kfz-Außen-/Innen-Thermometers

und die Begrenzung des „Roll-Over“-Fehlers (Änderung der Anzeige bei Vorzeichenwechsel der Eingangsspannung) auf weniger als eine Stelle.

Mit dem Widerstand R1 und dem Kondensator C1 wird die Frequenz des internen Oszillators festgelegt.

Der Kondensator C2 ist der Referenzkondensator. Bei der angegebenen Dimensionierung bleibt der „Roll-Over“-Fehler kleiner als $\frac{1}{2}$ Digit.

Der Kondensator C3 dient der Eingangsspannungsstabilisierung, während C4 den „Auto-Zero“-Kondensator und C5 den Integrationskondensator darstellen.

Mit Hilfe des Wendeltrimmers R2 in Zusammenhang mit dem Vorwiderstand R3 wird der Skalenfaktor eingestellt (Festlegung der Beziehung zwischen Temperatursensor und Eingangsspannung des A/D Wandlers). Der Wendeltrimmer R5 ermöglicht in Verbindung mit dem Vorwiderstand

R4 den Nullpunktgleich, der in diesem Anwendungsfall eine Verschiebung des Gleichspannungspotentials des Eingangs „IN LOW“ darstellt.

Über den Widerstand R6 wird das von dem Temperatursensor in Zusammenhang mit der Linearisierungsschaltung gewonnene Signal auf den Eingang „IN HIGH“ des A/D Wandlers geführt.

Die Linearisierungsschaltung, die für jeden der beiden Temperatursensoren separat erforderlich ist, besteht aus einem Stromkonstanter und einem Parallelwiderstand zum Sensor SAC 1000.

Um genaue Messungen in einem möglichst weiten Temperaturbereich durchführen zu können, ist diese zunächst aufwendig erscheinende Linearisierungsschaltung notwendig, wobei dem Wert des Parallelwiderstandes (R21 für den Sensor TS 1 und R22 für TS 2 des Typs SAC 1000) besondere Bedeutung zukommt.

Um in einem Bereich von -55°C bis $+125^{\circ}\text{C}$ gute Ergebnisse zu erzielen, ist ein Wert des Parallelwiderstandes von $2550\ \Omega$ erforderlich.

Daß es sich hierbei um hochwertige, temperaturstabile Meßwiderstände handeln muß, braucht wohl nicht extra erwähnt zu werden.

Der Stromkonstanter für den Sensor TS 1 besteht im wesentlichen aus dem Operationsverstärker OP 1 des Typs MC 1458 (2 OP's in einem Gehäuse), dem Transistor T 1 sowie der zugehörigen externen Beschaltung.

Über den Widerstand R14 liegt der nicht invertierende Eingang der OP 1 (Pin 3) auf einer festen Spannung, die ca. 220 mV unterhalb der positiven Versorgungsspannung liegt.

Der invertierende Eingang (Pin 2) des gleichen OP's erhält seine Spannung vom Spannungsabfall an R20.

Der Ausgang des OP 1 steuert über R18 den Transistor T 1 so an, daß der Spannungsabfall an R20 gleich dem Spannungsabfall an R8 ist.

Da die Spannung an R8 konstant ist und die Beziehung $I = U/R$ gilt, ergibt sich daraus ein konstanter Strom durch R20, der in unserem Fall bei 1 mA liegt.

Der Stromkonstanter für den Temperatursensor TS 2, der im wesentlichen aus dem OP 2, T 2 sowie Zusatzbeschaltung besteht, ist bis auf die Einstellmöglichkeit über den Cermet-Trimmer R10 nahezu identisch mit dem erstbeschriebenen Konstanter.

Diese zusätzliche Einstellmöglichkeit ist erforderlich, um Nennwiderstandsunterschiede zwischen den beiden Temperatursensoren TS 1 und TS 2 ausgleichen zu können. Näheres hierzu in dem Abschnitt „Abgleich“.

Zum Abschluß der Schaltungsbeschreibung sei noch auf eine Besonderheit hingewiesen:

Temperaturen von unter 0°C werden durch Aufleuchten der gelben LED gekennzeichnet. Es ist aber auch möglich, anstelle der LED einen Transistor einzubauen, der dann einen Summer treibt. Der Summer wird mit einem Anschluß an -12V und mit dem anderen am Kollektor des Transistors angeschlossen. Steuert der Transistor durch (bei Minusgraden), so ertönt ein akustisches Warnsignal, das allerdings über einen zusätzlichen Schalter auszu-schalten sein müßte.

Aufbau

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

Zweckmäßigerweise geht man beim Aufbau deshalb wie folgt vor:

Zuerst wird die noch unbestückte Platine in das Gehäuse eingepaßt. Dies ist ratsam, da man immer mit gewissen Toleranzen seitens des Platinenmaterials oder der Gehäuseabmessungen rechnen muß.

Ggf. müssen die Platine und evtl. auch das Gehäuse und die rote Filterscheibe an den Kanten etwas nachgearbeitet werden.

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

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

Die Halbleiter und hierbei insbesondere das große und wertvolle Haupt-IC werden zuletzt eingesetzt, wobei auf eine thermische Überhitzung der Bauelemente besonders zu achten ist. Zweckmäßigerweise legt man zwischen jede Lötung eine kleine Pause von vielleicht einer halben Minute ein.

Nachdem beide Platinen fertig bestückt sind, können sie miteinander verlötet werden.

Es ist darauf zu achten, daß die Basisplatine so an die Anzeigenplatine angelötet wird, daß die Bestückungsseite der Basisplatine später beim Einbau in das Gehäuse nach unten zeigt (Bauteile stehen auf dem Kopf).

Bild 2 verdeutlicht diesen Arbeitsgang, indem die bereits verlöteten Platinen von hinten, oben gezeigt werden.

Bevor nun das Gerät in Betrieb genommen werden kann, ist noch der zweipolige Umschalter mit Mittelstellung (S1) zu verdrahten, und zwar so, daß das Gerät in der Mittelstellung ausgeschaltet ist und in den beiden anderen

Stellungen einmal TS 1 und einmal TS 2 mit dem Meßeingang (Punkt 1) verbunden ist.

Zwar wird das Gerät durch die Zündung automatisch ausgeschaltet, es sollte (durch die Mittelstellung) jedoch auch die Möglichkeit bestehen, während der Fahrt das Gerät zu deaktivieren, damit z.B. bei Dunkelheit die Anzeige nicht irritieren kann.

Kommen wir nun als nächstes zum Abgleich der Schaltung, der vorgenommen werden muß, bevor die Schaltung in das Gehäuse eingebaut wird.

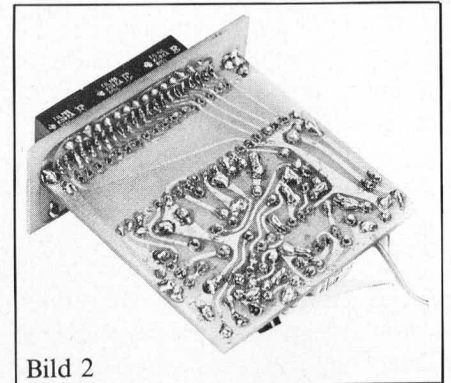
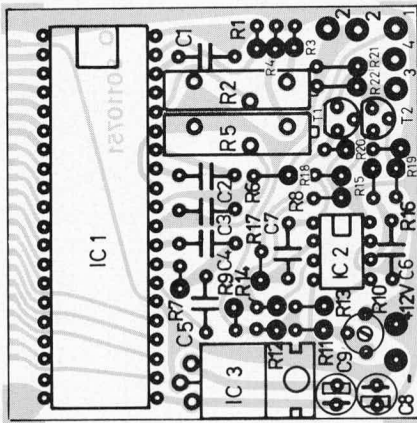
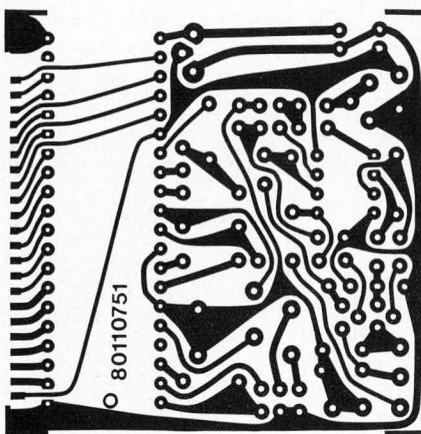
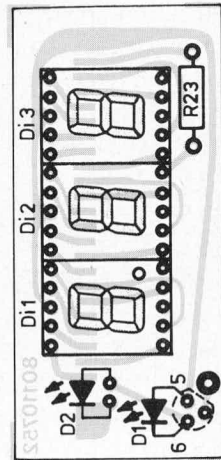


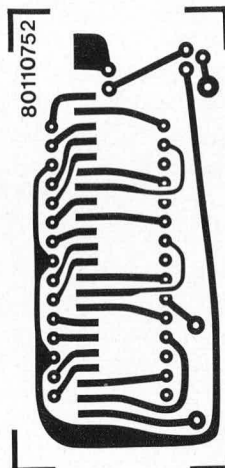
Bild 2



Bestückungsseite der Platinen



Leiterbahnseite der Platinen



Stückliste

Kfz-Temperaturmesser

Halbleiter

IC 1	ICL 7107
IC 2	MC 1458
IC 3	7905
T1, T2	BC 558 C
Di 1 bis Di 3	TIL 701
D1	LED, 3 mm, gelb
D2	LED, 3 mm, rot

Kondensatoren

C1	100 pF
C2	100 nF
C3	10 nF
C4	47 nF
C5	220 nF
C6, C7	470 pF
C8, C9	10 uF/16 V

Metallfilm-Widerstände, 1 %

R1	100 kΩ
R2	10 kΩ, Wendeltrimmer
R3, R4	10 kΩ
R5	10 kΩ, Wendeltrimmer
R6	1 MΩ
R7	470 kΩ
R8	2,2 kΩ
R9	22 kΩ
R10	1 kΩ, Cermet-Trimmer
R11	1,5 kΩ
R12	22 kΩ
R13 bis R15	100 kΩ
R16	10 kΩ
R17	100 kΩ
R18	10 kΩ
R19, R20	220 Ω
R21, R22	2,55 kΩ

Sonstiges

TS 1	SAC 1000
TS 2	SAC 1000
1 Gehäuse	
1 Filterscheibe	
S1 Kippschalter	2 x um mit Mittelstellung

Der Abgleich

Nachdem die Schaltung noch einmal auf evtl. Bestückungsfehler hin untersucht und die beiden Sensoren angeschlossen wurden, kann das Gerät eingeschaltet werden.

Zum Abgleich stehen zwei getrennte, beides sehr genaue, Methoden zur Verfügung.

Der Nullabgleich, der zuerst durchzuführen ist, ist bei beiden Methoden gleich.

Nachdem das Gerät eingeschaltet wurde, wird der Temperaturfühler TS 1 in ein Glas, das mit einem Gemisch aus kleinstoßenen Eiswürfeln und Wasser besteht, eingetaucht.

Mit dem Wendeltrimmer R 5 wird nun die Anzeige auf 00.0 abgeglichen, da das Eis-Wasser-Gemisch exakt eine Temperatur von 0,0° C aufweist.

Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel möglichst klein (wenige mm Durchmesser) gehackt wurden und nur verhältnismäßig wenig Wasser (möglichst weniger als 50%) in dem Glas ist, wobei natürlich alle Eisstückchen mit Wasser bedeckt sein müssen.

Das Fühlerelement muß möglichst weit in das Eiswasser getaucht werden, damit der Temperatureinfluß über die beiden Versorgungsleitungen ausgeschaltet wird.

Hält man sich vor Augen, daß mit diesem Gerät Temperaturen mit einer Auflösung von 0,1° C gemessen werden, die man unter Einsatz des neuartigen Fühlerelementes dem Gerät auch weitgehend glauben kann, so ist der Temperatureinfluß über die Versorgungsleitungen des Fühlerelementes durchaus zu beachten und auszuschalten.

Sehr wesentlich ist es, noch anzumerken, daß die Anschlußdrähte des Temperatursensors einwandfrei isoliert werden müssen, damit nicht durch das Eintauchen in Wasser Kriechströme das Ergebnis verfälschen können.

Eine Isolierung erreicht man z. B. durch sauberes Anlöten der Anschlußlitze an die Sensorbeinchen bei anschließendem Rüberschieben der Isolierung bis zum Sensorkopf. Danach werden mit einem wasserfesten Klebstoff die Anschlußstellen abgedichtet. Durch zusätzliche Isolierung der Verbindungsstelle mittels eines speziellen, für hohe Temperaturen geeigneten

Schrumpfschlauches wird ein noch perfekterer Schutz vor Feuchtigkeit und Kriechströmen erreicht.

Der von uns gelieferte Temperatursensor SAC 1000 ist bereits in dieser Form mit einem 3 m langen Anschlußkabel verbunden.

Bei der Einstellung des Skalenfaktors können zwei verschiedene, in jedem Haushalt befindliche Vergleichsmöglichkeiten gewählt werden.

Erste Möglichkeit:

Man erinnert sich des hoffentlich wenig gebrauchten Fieberthermometers, das normalerweise nur eine Abweichung von höchstens $\pm 0,1^\circ$ C hat.

Nachdem sowohl Fieberthermometer als auch Temperatursensor desinfiziert und gereinigt wurden, mißt man zunächst seine eigene Körpertemperatur am besten im Mund mit dem Fieberthermometer.

Nehmen wir an, daß sich eine Anzeige von z. B. 36,9° C einstellt. Der Temperatursensor wird dann in den Mund genommen. Nach 1 bis 2 Minuten kann die Anzeige mit dem Wendeltrimmer R2 auf diesen Wert eingestellt werden. Zu Kontrollzwecken kann gleichzeitig oder auch hinterher die Temperatur noch einmal mit dem Fieberthermometer überprüft werden.

Zweite Möglichkeit:

Man macht sich die Tatsache zunutze, daß kochendes Wasser eine Temperatur von 100° C aufweist, die lediglich geringfügig mit dem Luftdruck schwankt. Dieser Einfluß ist jedoch vernachlässigbar.

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

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

Die Anzeige ist nun mit dem Wendeltrimmer R2 auf 100,0 abzugleichen.

Das digitale, elektronische Thermometer ist jetzt in °C kalibriert.

Welche Methode des Abgleichs man wählt, hängt im wesentlichen von dem späteren Einsatz ab.

Sollen überwiegend Temperaturen unter +50° C gemessen werden (in unseren Breitengraden), so ist die Fieber-

thermometer-Methode günstiger, da hierdurch diese Temperaturen besser abgedeckt werden.

Im Bereich um Null Grad C und im Bereich bis 40° C sind Genauigkeiten von $\pm 0,1^\circ$ C erreichbar.

Dies ist eine Genauigkeit, die selbst von sehr teuren, professionellen Temperaturmessern teilweise nur mit Mühe erreicht wird.

Wird hingegen gesteigerter Wert auf Genauigkeit der Messung bei Temperaturen von über 50° C gelegt (in unseren Breiten wohl kaum zu erwarten), so ist die 100°-C-Methode vorzuziehen.

Hier sind nahezu über den gesamten Bereich Genauigkeiten von besser als 1% (teilweise erheblich besser) vom Endwert zu erzielen.

Nachdem der Temperatursensor TS 1 auf diese Weise abgeglichen wurde, ist der Schalter S 1/S 2 in die andere Position zu bringen, in der der Temperatursensor TS 2 eingeschaltet ist.

Bei einer besonders markanten Temperatur (vorzugsweise 0° C im Eiswasser) wird nun mit Hilfe des Cermet-Trimmers R10 eine Übereinstimmung zwischen den beiden Sensoren herbeigeführt (bei 0° C muß also auch die Meßstelle TS 2 diesen Wert anzeigen). Damit ist der Abgleich des Gerätes durchgeführt. Die Methoden des Abgleichs sind deshalb so genau beschrieben, da diese eine ganz wesentliche Voraussetzung für ein genaues und erfolgreiches Arbeiten darstellen.

Bevor nun die fertig bestückte und abgeglichene Schaltung in das Gehäuse eingesetzt und mit einem Tupfen Klebstoff an jeder Ecke festgeheftet wird, ist der Schalter S 1/S 2 in den Sockel des Gehäuses einzubauen.

Zum Abschluß sei noch darauf hingewiesen, daß durch ungünstige Montage am Kfz sowie durch Bodenfrost und plötzliche Temperaturgefälle Glatt-eis auftreten kann, obwohl die Anzeige noch Plusgrade vortäuscht. Es ist deshalb besonders wichtig, daß auch bei Temperaturen, die noch bei einigen Grad Plus liegen, die nötige Vorsicht geboten sowie die Vorbereitung auf Glatt-eis getroffen wird.

Wir wünschen unseren Lesern viel Freude beim Nachbau und beim späteren Einsatz dieses vielseitigen digitalen, elektronischen Kfz-Temperaturmessers.

Elektronisch stabilisiertes Super-Netzgerät 0-60 V, 0-2 A

mit elektronischer Trafoumschaltung



Mit dem nachfolgend vorgestellten und beschriebenen elektronisch stabilisierten Super-Netzgerät stellen wir dem Hobby-Elektroniker ein Gerät vor, das auch den verwöhntesten Ansprüchen gerecht werden dürfte.

Spannung und Strom werden digital angezeigt und sind über den gesamten Bereich von 0 bis Max. getrennt einstellbar.

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

Allgemeines

In unserer Ausgabe Nr. 2 schrieben wir anlässlich des Artikels über unser derzeit vorgestelltes semiprofessionelles Netzgerät:

„Es ist ein Netzgerät in der Erprobung, bei dem keine Kompromisse eingegangen werden und das sogar eine revolutionierende Neuerung auf dem Gebiet der elektronisch stabilisierten Netzgeräte darstellt.“

Immer häufiger wurden wir gefragt: „Wann kommt denn nun endlich euer Super-Netzteil?“

Gut Ding braucht gut Weil — hier ist es nun, und wir meinen, daß sich das Warten gelohnt hat, denn mit diesem Gerät, das sich in der Reihe der absoluten Spitzengeräte weit vorn anstellen kann, haben wir ganz neue Wege beschritten.

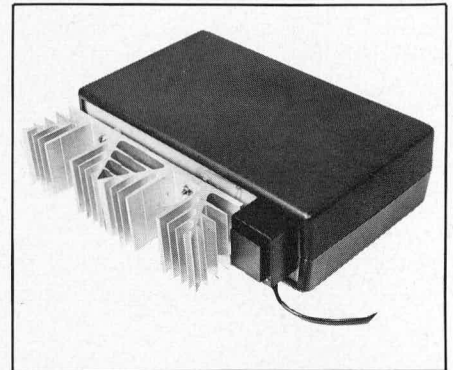
Allein die Überwachungselektronik ist hier aufwendiger als bei vielen Netzgeräten die Gesamtschaltung.

Für die optische Anzeige der Betriebszustände, die einen Meilenstein in der Entwicklung elektronischer Netzgeräte darstellen dürfte, ist eine LED-Zeile von 8 Leuchtdioden vorhanden. Hierfür wurde von uns eine neue Bezeichnung geprägt: „Power Supply Control Unit“, kurz PCU.

Über die PCU wird mittels der oberen vier LED's der jeweilige erlaubte Betriebszustand angezeigt, und zwar:

1. Spannungsregler in Betrieb
2. Stromregler in Betrieb
3. Trafoumschaltung über 30 V
4. Wert des Stromreglers auf elektronische Sicherung übertragen (bei dem mit dem Stromreglerpoti eingestellten Wert wird nun der Strom nicht mehr wie vorher konstant gehalten, sondern es wird bei Erreichen dieses Wertes abgeschaltet. Die Umschaltung erfolgt durch S1).

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



5. Der Ausgang ist über T8 kurzgeschlossen (zum Einstellen des Stromwertes für den Stromkonstanter).
6. Die elektronische Sicherung hat angesprochen, der mit dem Stromreglerpoti eingestellte Wert wurde erreicht, und vorher wurde vom Stromkonstanter auf Sicherung umgeschaltet (siehe auch LED 4).
7. Die Temperatursicherung des Trafos hat angesprochen.
8. Die Temperatursicherung der Endstufe hat angesprochen.

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

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

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

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

Um das Gerät so kompakt wie möglich und nicht unnötig schwer aufzubauen (Gewicht und Größe werden maßgeblich vom Trafo bestimmt), ist eine elektronische Trafoumschaltung eingebaut, die bei Spannungseinstellung über 30 Volt die beiden vorher parallel geschalteten Hauptwicklungen nun in Reihe schaltet.

Hierdurch wird eine doppelte Spannung (60 V) erzielt, allerdings im Dauerbetrieb bei halbiertem Strom (1 A).

Da der Ladekondensator (C1) jedoch ausreichend dimensioniert wurde, ist auch bei 60 V ein kurzzeitiger Strom von 2 A möglich.

Wichtig ist noch anzumerken, daß die Trafoumschaltung bezüglich der Ausgangsspannung ohne Einfluß ist, so daß man mit dem Spannungsreglerpoti durchgehend von 0 bis 60 V die Ausgangsspannung einstellen kann, und zwar ohne Spannungssprünge und ohne Unterbrechung.

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

Bevor wir nun zur Schaltungsbeschreibung kommen, wollen wir noch kurz auf die hervorragende Qualität des Spannungs- und Stromreglers eingehen:

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

Da bei hochwertigen Netzgeräten bis-

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

Daß es uns gelang, Spitzenqualität zu erzielen bei minimalem Verdrahtungsaufwand (selbst Trafo und Endstufentransistoren sowie Einstellregler befinden sich auf den Platinen), verdient besonders hervorgehoben zu werden, da hierdurch auch ein Nichtprofi dieses Gerät aufbauen kann (Newcomer sollten allerdings nicht gleich mit einer so aufwendigen Schaltung ihr Hobby beginnen).

Zur Schaltung

Die hier vorliegende Schaltung wurde von einem Expertenteam entwickelt, das auf eine mehr als 10jährige Erfahrung im Bau von elektronisch stabilisierten Netzgeräten zurückgreifen kann und hier ein kompromißloses Meisterstück vorstellt.

Aufgrund der Komplexität der Schaltung würde es den Rahmen dieses Artikels und unseres Magazins sprengen, sämtliche Feinheiten und Tricks in allen Einzelheiten zu besprechen.

Wir haben erwogen, den Artikel deshalb in mehreren Fortsetzungen zu veröffentlichen, sind aber zu dem Schluß gekommen, daß wir Ihnen, verehrte Leser, den Nachbau so schnell es geht ermöglichen wollen, da wir ein Magazin für Hobby-Elektroniker, d. h. für Praktiker, sind. Sie finden deshalb den kompletten, abgeschlossenen Artikel in dieser Ausgabe.

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

Bei der Konstruktion des Netzgerätes wurde auf eine universelle Anwendbarkeit Wert gelegt. Hierzu trägt nicht zuletzt die getrennte Einstellbarkeit von Spannung und Strom über den gesamten Bereich (0 bis 60 V, 0 bis 2 A) bei.

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

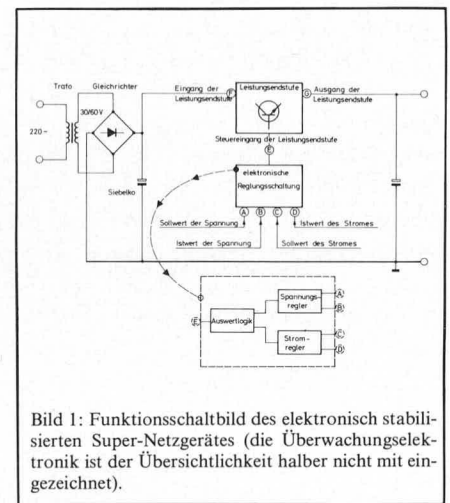


Bild 1: Funktionsschaltbild des elektronisch stabilisierten Super-Netzgerätes (die Überwachungselektronik ist der Übersichtlichkeit halber nicht mit eingezeichnet).

Über die Regler selbst ist nicht viel zu sagen. Sie bestehen im wesentlichen aus den beiden Operationsverstärkern IC 3 und IC 4, die jeweils den Sollwert mit dem Istwert vergleichen bzw. einen Teil davon (Sollwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils haben soll, Istwert ist der Wert, den der Ausgang des Netzteils tatsächlich hat, d. h. es wird eine möglichst gute Übereinstimmung von Soll- und Istwert angestrebt).

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

Nachfolgendes Beispiel wird zum besseren Verständnis beitragen:

Es soll eine Autobatterie aufgeladen werden:

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

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

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

Um bei unserem Beispiel des Autoakkus zu bleiben, würde eine Einstellung von 14 V und 2 A bedeuten, daß der ungeladene Akku, der eine Spannung

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

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

Über die beiden Widerstände R10 und R11 werden die Ausgangswerte des Stromreglers (IC 3) bzw. des Spannungsreglers (IC 4) auf die Eingänge des als Komparator geschalteten IC 5 geführt, wobei R12 zur Erzeugung einer geringen Hysterese dient.

Über R 13 gelangt das so ausgewertete Signal auf den Steuereingang A (Pin 10) des Analogsignalschalters IC 6.

Sofern der Eingang B (Pin 9) dieses IC's nicht über einen der Transistoren T3, T4 oder T6 auf -5 V gezogen wird, sondern über R14 auf +10 V liegt, wird über Eingang A (Pin 10) entweder der I-Regler (über R9 auf Pin 11) oder der U-Regler (über R17 auf Pin 15) nach Pin 13 durchgeschaltet.

Über den Steuereingang B des IC 6 werden noch weitere Funktionen ausgeführt (elektronische Sicherung sowie Temperaturüberwachung), auf die später näher eingegangen wird.

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

Die Regelungsschaltung „schwimmt“ sozusagen auf der positiven Ausgangsspannung des Netzgerätes, d. h. die Operationsverstärker mit der +10 V/-5 V Versorgungsspannung und allem was dazugehört, die Referenzspannung sowie die Erzeugung von Soll- und Istwert haben als gemeinsamen Bezugspunkt die positive Ausgangsspannung. Die +/-5 V für die Versorgung der Überwachungselektronik beziehen sich ebenfalls hierauf.

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

Diese besteht im wesentlichen aus der Endstufe selbst, mit den beiden Darlington-Leistungstransistoren T1 und T2, die über Pin 13 des IC 6 direkt von

IC 3 oder IC 4 angesteuert werden, sowie den Emitterwiderständen R24 und R25, die zum Ausgleichen von unterschiedlichen Transistordaten von T1 und T2 dienen. Sie haben aber noch eine weitere Funktion, auf die im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden soll.

Erzeugung von Soll- und Istwert von Spannung und Strom

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

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

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

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

Der Istwert ist der Wert (bzw. ein Teil davon), den der Ausgang des Netzgerätes tatsächlich hat, d. h. dieser Wert wird am Ausgang abgegriffen.

Für den Stromregler wird der Sollwert mit dem Potentiometer R6 vorgegeben. R4 dient zur Festlegung des maximal mit R6 einstellbaren Stromes (hier 2 A). Der Istwert wird als Spannungsabfall über die Widerstände R24 und R25 gemessen. Hier sehen wir die zweite Funktion dieser beiden Widerstände. Soll- und Istwert werden über die Widerstände R7 sowie R26, R27 und R8 auf die beiden Differenzeingänge des Operationsverstärkers IC 3 gegeben, wo sie miteinander verglichen werden. Der Operationsverstärker stellt nun den Ausgangsstrom des Netzteils so ein, daß Soll- und Istwert möglichst gut übereinstimmen, d. h. aber auch so, daß wir den Ausgangsstrom mittels R6 regeln können.

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

Beim Spannungsregler ist noch eine kleine Abweichung in der Funktionsweise anzumerken. Hier wird zur Spannungseinstellung nicht der Sollwert verändert, sondern der Teil des Istwertes, der vom Ausgang abgegriffen und auf den Eingang zurückgeführt wird, erfährt mittels der Potis R22 (Feineinstellung) und R23 (Grob-einstellung) eine Veränderung. Der Sollwert bleibt immer gleich und wird einmal mittels R20 und R21 fest eingestellt, und zwar so, daß bei aufgedrehtem Poti R23 und Mittelstellung von R22 (Fein) die maximale Ausgangsspannung (hier 60 V) erreicht und nicht überschritten wird.

Die Differenz, die von Sollwert und Istwert gebildet wird, steuert den Operationsverstärker IC 4.

Versorgungsspannung der Steuer- und Überwachungselektronik

Über die Erzeugung der +10 V/-5 V Versorgungsspannung für die Steuer-elektronik ist nicht viel zu sagen. Sie wird mit Hilfe der beiden Einweggleichrichter und der nachgeschalteten Stabilisierungsschaltung realisiert.

Die +10 V werden über den integrierten Spannungsregler 723 stabilisiert, der gleichzeitig die Referenzspannung für die Regelungsschaltung des Netzgerätes sowie für die Stromquelle erzeugt.

Die -5 V stabilisiert das IC 2.

Um eine möglichst gute Trennung zwischen dem Herzstück des Netzgerätes (den Reglern IC 3 und IC 4) und der Überwachungselektronik zu erreichen, wurde für letzteres auch eine separate +/-5 V Stromversorgung mit getrenntem Trafo, Gleichrichter und Festspannungsreglern (IC 7 und IC 8) aufgebaut.

Zur Überwachungselektronik

Im wesentlichen wird die Überwachungselektronik durch die Operationsverstärker OP 1 bis OP 4 realisiert, die im gleichen Gehäuse (IC 9) Platz finden.

OP 1 tastet über den Temperatursensor TS 1 des Typs SAA 1000 die Endstufentemperatur ab. Mit R28 wird die maximal zulässige Endstufentemperatur eingestellt. Der Ausgang des OP 1 steuert über R32 den Transistor T3 an, der bei Überschreiten der eingestellten zulässigen Temperatur durchsteuert. Mit Hilfe von D13 wird eine Selbsthaltung erreicht, die ermöglicht, daß der

Ausgangsstrom ausgeschaltet bleibt, wodurch ein ständiges Ein- und Ausschalten verhindert wird.

Um die Temperatursicherung in ihren Grundzustand zu versetzen, muß das Netzgerät kurz ausgeschaltet werden.

Genau wie OP 1 so arbeitet auch OP 2 in Zusammenhang mit TS 2 und T4.

Für die Endstufe sollte eine Temperatur von 80° C und für den Trafo von 60° C nicht überschritten werden. Zweckmäßigerweise werden die Abschalttemperaturen mit Hilfe eines genauen Thermometers, das möglichst in engem Kontakt mit einem Endstufentransistorgehäuse bzw. dem Trafo stehen sollte (evtl. Wärmeleitpaste), gemessen (z. B. LCD-Thermometer aus dem ELV Journal Nr. 7).

Steht keine entsprechende Meßmöglichkeit zur Verfügung, so sind die Einstellregler R28 und R33 zunächst in Mittelstellung zu bringen. Die Dimensionierung der Bauelemente ist so ausgeführt, daß dann eine ungefähre Temperaturüberwachung möglich ist, die jedoch durch Bauteiltoleranzen evtl. sogar stark eingeschränkt ist.

Eine weitere Einstellmöglichkeit liegt darin, das Gerät (im Gehäuse) ca. 10 min. bei kurzgeschlossenem Ausgang mit 2 A zu belasten. Die Auslegung erlaubt diese Belastung normalerweise auf Dauer bei Raumtemperatur (max. 25° C). Die Regler R28 und R33 werden nun so eingestellt, daß die Temperatursicherung gerade noch nicht anspricht (ansprechen lassen und ganz wenig zurückdrehen).

Treten nun irgendwelche Veränderungen auf (z. B. stark erhöhte Umgebungstemperatur), so wird das Netzgerät rechtzeitig ausgeschaltet, wobei eine sorgfältige Einstellung selbstverständlich Voraussetzung ist.

Der OP 3 arbeitet als elektronische Sicherung und bezieht seine Signalspannungen direkt über R50 und R51 vom Stromregler IC 3.

Da R50 und R51 hinreichend hochohmig sind, ist eine Beeinflussung ausgeschlossen.

Sofern S1 geöffnet ist, kann OP 3 seine Information nicht an T6 weitergeben. Wird S1 hingegen geschlossen, so steuert der Ausgang des OP 3 über R49 den Transistor T6 an.

Solange der mit R6 eingestellte Stromwert nicht überschritten wird, bleibt T6 gesperrt.

Überschreitet der Ausgangsstrom die-

sen Wert, geht der Ausgang des OP 3 auf +5 V (Selbsthaltung über D15) und steuert T6 durch.

Gleichzeitig mit Schließen von S1 geht S2 in Stellung 4—5. Daraus folgt, daß D4 (S_{iein}) aufleuchtet und der Eingang A (Pin 10) des IC 6 auf den Spannungsregler umschaltet.

Hierdurch wird erreicht, daß bei Überschreiten des mit R6 eingestellten Stromwertes nicht der Stromregler einschaltet, sondern die elektronische Sicherung den Ausgang ganz abschaltet.

Die Abschaltung der Ausgangsspannung erfolgt mittels der Transistoren T3, T4 oder T6.

Steuert einer dieser drei Transistoren durch, wird der B-Eingang (Pin 9) des IC 6 auf -5 V gezogen.

Hierdurch schaltet der Analogsignalwechsler (IC 6) so, daß die Basis der Endstufentransistoren über Pin 13 des IC 6 auf -5 V gelegt wird, so daß T1 und T2 sperren.

Anzumerken ist noch, daß schaltungstechnisch der B-Eingang über den A-Eingang dominiert, so daß die Endstufe abgeschaltet werden kann unabhängig davon, ob Strom- oder Spannungsregler in Betrieb waren (wichtig bei den Temperatursicherungen, da hier sowohl der Strom- als auch der Spannungsregler eingeschaltet sein können).

Gleichzeitig mit Durchsteuern von T3, T4 oder T6 leuchtet eine der zugehörigen LED's auf (D8, D7 oder D6) und signalisiert dem Anwender den Grund, weshalb der Ausgang abgeschaltet wurde.

Kommen wir nun zu OP 4, mit dessen Hilfe die beiden Haupttrafowicklungen von Parallelbetrieb in Reihenbetrieb umgeschaltet werden.

Sobald die Ausgangsspannung 30 V überschreitet, steuert der Ausgang des OP 4 über R44 den Transistor T5 durch. Hieraus folgt ein Anziehen der Relais Re 1 und Re 2. Gleichzeitig leuchtet die LED D3 auf und signalisiert dadurch die Umschaltung.

Eine leichte Hysterese, die durch R43 erzeugt wird, verhindert ein Flattern der Relais.

Über die Widerstände R15 und R16 werden die Transistoren T7 und T8 durch die 2. Hälfte des Analogschalters IC 6 angesteuert (wird gleichfalls von den Eingängen A und B gesteuert) und zeigen an, ob der Strom- oder der Spannungsregler arbeiten.

Zum Nachbau

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

Bevor allerdings mit der Bestückung der Platinen begonnen wird, sind diese in das Gehäuse einzupassen. Dies ist erforderlich, da das Gehäuse durch die Platinen optimal genutzt wird und die rückwärtige Platine sogar gleichzeitig als Gehäuserückwand dient.

Alle drei Platinen werden direkt miteinander verlötet, so daß keine zusätzlichen Verbindungsleitungen erforderlich sind.

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

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

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

Ist die Bestückung (bis auf die eben erwähnten Bauelemente) vollendet, werden die vordere und die hintere Platine senkrecht an die Basisplatine gelötet und zwar so, daß sie ca. 2 mm unter ihr hervorragen.

Die Lötverbindungen der hinteren Platine sind mit möglichst wenig Lötzinn zu versehen, damit die Platine noch in die vorgesehene Aussparung (Nut) des Gehäuses hineinpaßt.

Sind alle Kupferflächen der senkrecht aufeinanderliegenden Platinen miteinander verlötet, kann der Einbau des Haupttrafos vorgenommen werden.

Bevor dieser auf die Platine aufgesetzt, verschraubt und anschließend die Anschlußleisten des Trafos mit den Lötstiften verlötet werden, sind die überstehenden Wandungen des Trafospulenkörpers an der Unterseite um ca. 1,5 mm mit einem Seitenschneider zu kürzen. An der Trafooberseite sind an den Stellen, wo die Gehäusedeckelver-

strebungen verlaufen, entsprechende Einkerbungen im Spulenkörper vorzunehmen. Bei der Bearbeitung des Spulenkörpers ist unbedingt darauf zu achten, daß die Kupferwicklungen, die sich auf dem Spulenkörper befinden, auf gar keinen Fall beschädigt werden, da schon geringe Beschädigungen der Windungen den Trafo unbrauchbar machen können.

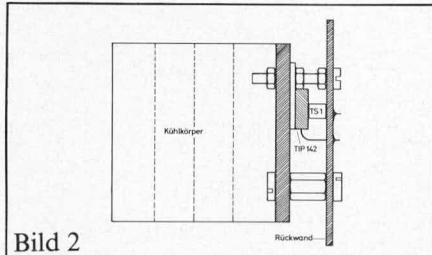
Die durch die Trafobleche hindurchgehenden Schrauben werden direkt in die vier 10 mm langen Abstandsbolzen geschraubt und festgezogen.

Die so am Trafo befestigten Abstandsbolzen werden mittels vier Schrauben M 4 x 6 mm von unten mit der Platine verschraubt.

Durch die zusätzliche Befestigung der Rückplatine in den entsprechenden Nuten für die Gehäuserückwand, sowie durch die beiden seitlichen kegelförmigen Gehäusestützen, sitzen Trafo und Platine fest und sicher im Gehäuse.

Erst jetzt können die Relais eingebaut werden.

Um die Lötverbindungen der rückwärtigen Platine nicht unnötig zu belasten, werden die Kühlkörper erst ganz zum Schluß auf die Endstufentransistoren aufgesetzt.



Gleichzeitig mit dem Einlöten der Leistungstransistoren wird je eine Schraube M3 x 25 mit zwei Muttern durch Platine und Kühlfahne der Transistoren gesteckt (siehe Bild 2).

Die Schraube wird mit der ersten Mutter fest mit der Platine verschraubt. Mit der zweiten Mutter wird der Transistor parallel zur Platine justiert und zwar so hoch wie die gegenüberliegende Distanzbuchse lang ist.

Bei dieser Einstellung ist besonders wichtig, daß nachher, wenn der Kühlkörper angeschraubt wird, der Transistor möglichst mit seiner ganzen Grundfläche am Kühlkörper anliegt und nicht etwa durch eine leichte Schräglage nur an einem Punkt an den Kühlkörper anstößt.

Um die Wärmeableitung (die sehr wesentlich ist) weiter zu verbessern, ist

zwischen jedem der beiden Endtransistoren und der beiden Kühlkörper etwas Wärmeleitpaste einzufügen. Dies geschieht bevor der Kühlkörper aufgesetzt wird.

Bevor der hinter dem Haupttrafo liegende Endstufentransistor festgelötet wird, ist der Temperatursensor TS1 auf richtigen Sitz zu kontrollieren, d. h. er muß mit seiner Stirnfläche, die vorher leicht angefeilt (Kunststoffschweißnaht entfernt) und mit Wärmeleitpaste bestrichen wurde, in möglichst gutem Kontakt mit dem Endstufentransistorgehäuse stehen, wenn dieses in seiner Endposition ist (Bild 2).

Der für den Trafo zuständige Temperaturfühler TS2 wird an geeigneter Stelle zwischen Trafobleche und Wicklungen möglichst weit (ca. 5 bis 10 mm) eingesteckt. Evtl. muß die Halbrundung des Temperaturfühlergehäuses leicht angefeilt werden.

Kommen wir nun zum Einbau der Eingangsbuchsen (Polklemmen):

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

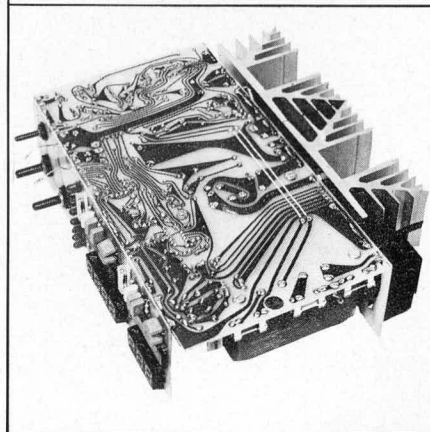
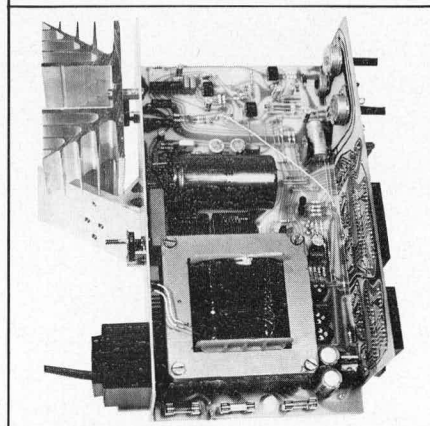
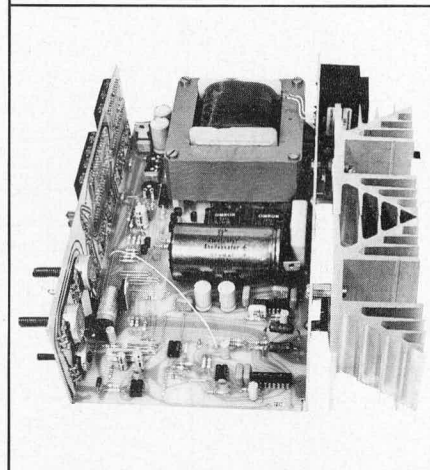
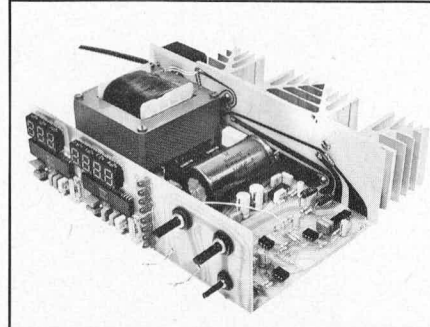
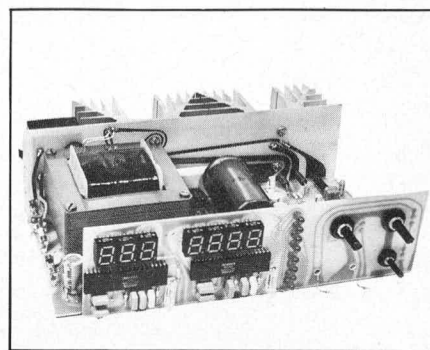
Nun kann die Frontplatte über die Potiachsen geschoben werden, wobei die beiden an die Eingangsbuchsen angelöteten Drähte durch die entsprechenden Bohrungen in der Front-(Anzeigen-)platine geführt und mit den hinter den Bohrungen liegenden Lötstiften auf der Basisplatine verlötet werden.

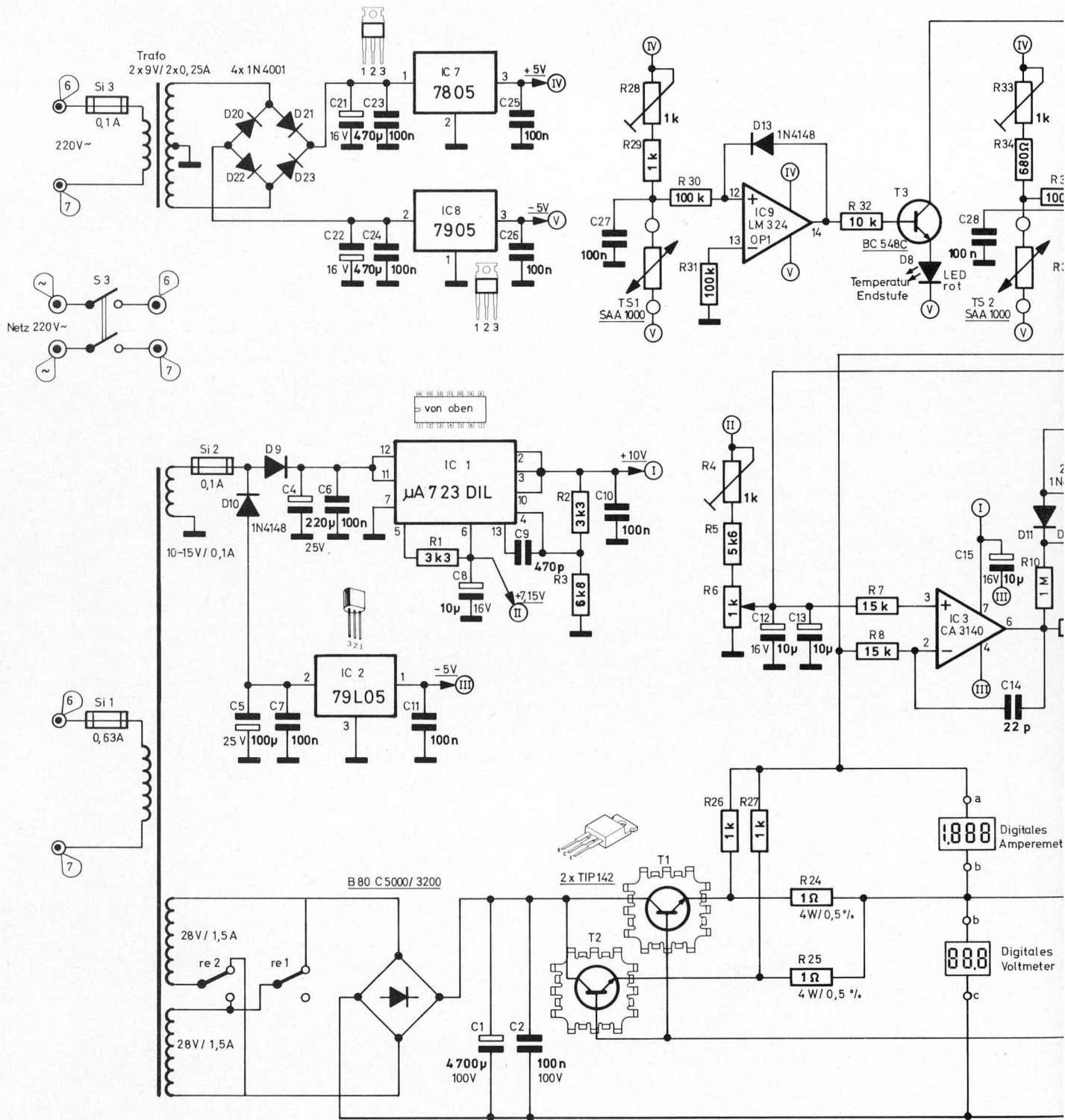
Zuletzt werden die bestückten Platinen von oben in die untere Gehäusehalbschale eingesetzt.

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

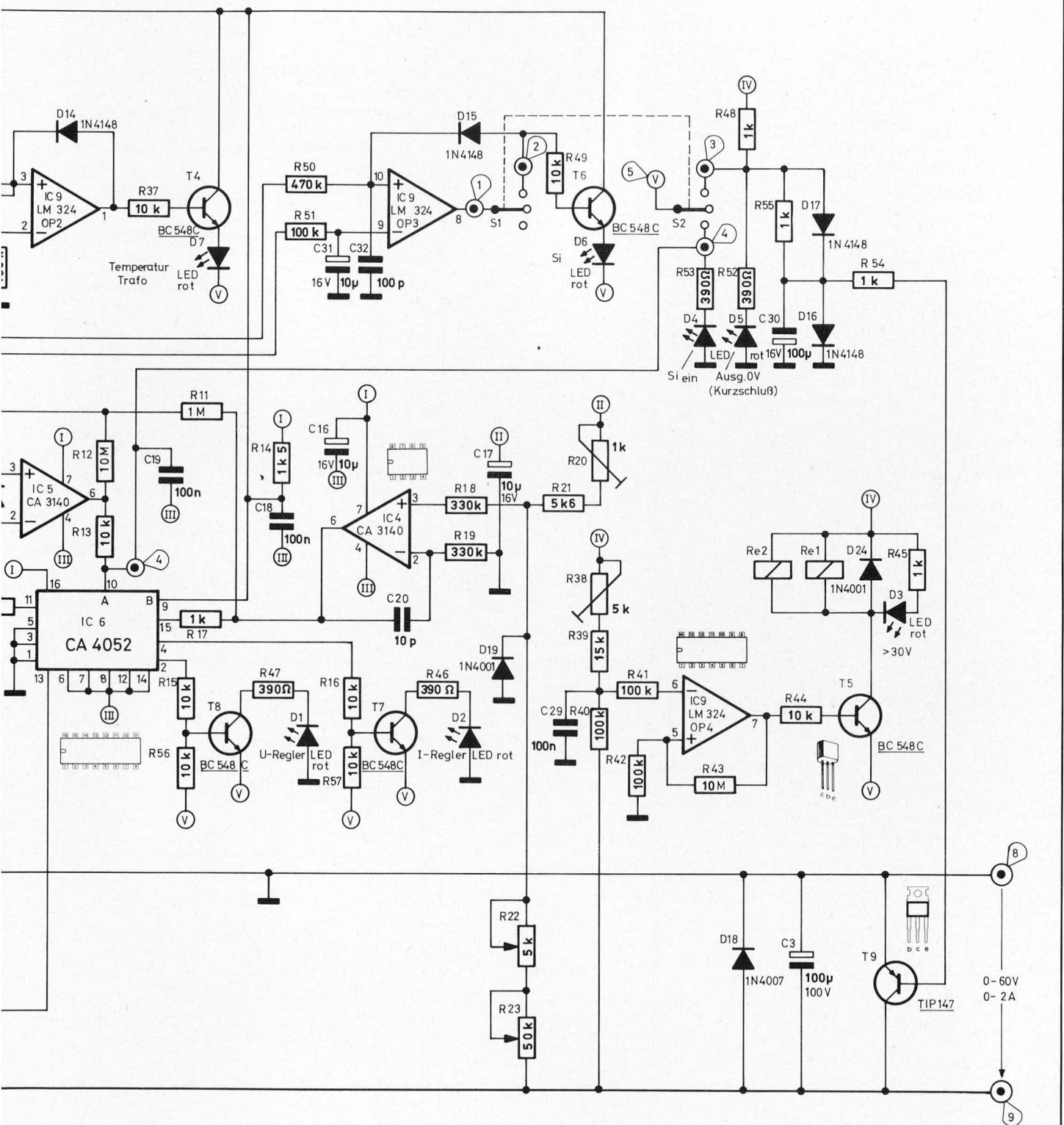
Zu beachten ist noch, daß sobald der Trafo mit der Basisplatine verbunden wurde, zum Bewegen der Platine immer beide Hände benutzt werden, wobei die eine Hand immer den Trafo festhält (grundsätzlich vorher Netzstecker ziehen!).

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





Schaltbild des elektronisch stabilisierten Super-Netzgerätes



Stückliste: Elektronisch stabilisiertes Super-Netzgerät

Stückliste (ohne Anzeigeneinheit)

Halbleiter

IC1	.....	uA 723 DIL
IC2	.....	79L05
IC3	.....	CA 3140
IC4	.....	CA 3140
IC5	.....	CA 3140
IC6	.....	CD 4052
IC7	.....	7805
IC8	.....	7905
IC9	.....	LM 324
T1	.....	TIP 142
T2	.....	TIP 142
T3	.....	BC 548 C
T4	.....	BC 548 C
T5	.....	BC 548 C
T6	.....	BC 548 C
T7	.....	BC 548 C
T8	.....	BC 548 C
T9	.....	TIP 147
TS1	.....	Temperatursensor SAA 1000
TS2	.....	Temperatursensor SAA 1000
D1 bis D8	.....	LED rot, 5mm
D9 bis D17	.....	1N 4148
D18	.....	1N 4007
D19 bis D24	.....	1N 4001

Kondensatoren

C1	.....	4700 uF/100 V
C2	.....	100 nF/100 V
C3	.....	100 uF/100 V
C4	.....	220 uF/25 V
C5	.....	100 uF/25 V
C6	.....	100 nF
C7	.....	100 nF
C8	.....	10 uF/16 V
C9	.....	470 pF
C10	.....	100 nF
C11	.....	100 nF
C12	.....	10 uF/16 V
C13	.....	10 uF/16 V
C14	.....	22 pF
C15	.....	10 uF/16 V
C16	.....	10 uF/16 V
C17	.....	10 uF/16 V
C18	.....	100 nF
C19	.....	100 nF
C20	.....	10 pF
C21	.....	470 uF/16 V
C22	.....	470 uF/16 V
C23 bis C29	.....	100 nF
C30	.....	100 µF/16 V
C31	.....	10 µF/16 V
C32	.....	100 pF

Widerstände

R1	.....	3,3 kΩ
R2	.....	3,3 kΩ
R3	.....	6,8 kΩ
R4	.....	1 kΩ, Wendeltrimmer
R5	.....	5,6 kΩ
R6	.....	1 kΩ, Poti, 6mm Achse
R7	.....	15 kΩ
R8	.....	15 kΩ
R9	.....	1 kΩ
R10	.....	1 MΩ
R11	.....	1 MΩ
R12	.....	10 MΩ
R13	.....	10 kΩ
R14	.....	1,5 kΩ
R15	.....	10 kΩ
R16	.....	10 kΩ
R17	.....	1 kΩ
R18	.....	330 kΩ
R19	.....	330 kΩ
R20	.....	1 kΩ, Wendeltrimmer
R21	.....	5,6 kΩ

R22 5kΩ, Poti, lin, 4mm Achse
R23 50kΩ, Poti, lin, 6mm Achse
R24, R25 1 Ohm/4 Watt, 0,5%
..... Meßwiderstände

R26	.....	1 kΩ
R27	.....	1 kΩ
R28	.....	1 kΩ, Trimmer
R29	.....	1 kΩ
R30	.....	100 kΩ
R31	.....	100 kΩ
R32	.....	10 kΩ
R33	.....	1 kΩ, Trimmer
R34	.....	680Ω
R35	.....	100 kΩ
R36	.....	100 kΩ
R37	.....	10 kΩ
R38	.....	5 kΩ, Trimmer
R39	.....	15 kΩ
R40	.....	100 kΩ
R41	.....	100 kΩ
R42	.....	100 kΩ
R43	.....	10 MΩ
R44	.....	10 kΩ
R45	.....	1 kΩ
R46	.....	390Ω
R47	.....	390Ω
R48	.....	1 kΩ
R49	.....	10 kΩ
R50	.....	470 kΩ
R51	.....	100 kΩ
R52	.....	390Ω
R53	.....	390Ω
R54	.....	1 kΩ
R55	.....	1 kΩ
R56	.....	10 kΩ
R57	.....	10 kΩ

Diverses

- 1 Transformator 2x28V, 2x1,5A
1 x 10 bis 15 V, o, 1 A
- 1 Transformator 2x9V, 2x0,25A
- 1 2-poliger Kippschalter mit Mittelstellung für S1, S2
- 1 2-poliger Kippschalter für Netzspannung
- 2 Kartenrelais 1 x um, 10 A
- 1 Brückengleichrichter B80C5000
- 18 Lötstifte
- 3 Platinensicherungshalter
- 3 Sicherungen (2x0,1 A, 1x0,63 A)

Stückliste

Mechanikbauteile

- 2 Kühlkörper mit Wärmeableitung von 1,25 K/W Grundfläche 100 mm x 50 mm, Höhe 50 mm
- Zur Trafobefestigung:
- 4 Abstandsbolzen 10mm, M4 Innengewinde
- 4 Schrauben M4 x 6
- Zur Transistor- und Kühlkörperbefestigung:
- 2 Schrauben M3 x 25
- 6 Muttern M3
- 2 Abstandsbolzen 10mm, M4 Innengewinde
- 4 Schrauben M4 x 6

Gehäusebausatz

- 1 Gehäuse aus der ELV 7000 Serie
- 1 bedruckte und gebohrte Frontplatte
- 2 Gehäuse-Befestigungsschrauben
- 1 Netzkabel mit Stecker
- 1 Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung
- 2 Polklemmen

Stückliste Digitaler Spannungsmesser

Halbleiter

IC10	.....	ICL 7107
Di1 bis Di3	.....	TIL 701

Kondensatoren

C101	.....	100 pF
C102	.....	100 nF
C103	.....	10 nF
C104	.....	47 nF
C105	.....	220 nF

Widerstände

Meßwiderstände, 1 %

R101	.....	100 kΩ
R102	.....	10 kΩ, Wendeltrimmer
R103	.....	10 kΩ
R104	.....	1 MΩ
R105	.....	470 kΩ
R106	.....	1,2 kΩ
R107	.....	1 kΩ
R108	.....	100 kΩ

Stückliste

Digitaler Strommesser

Halbleiter

IC11	.....	ICL 7107
Di4 bis Di7	.....	TIL 701

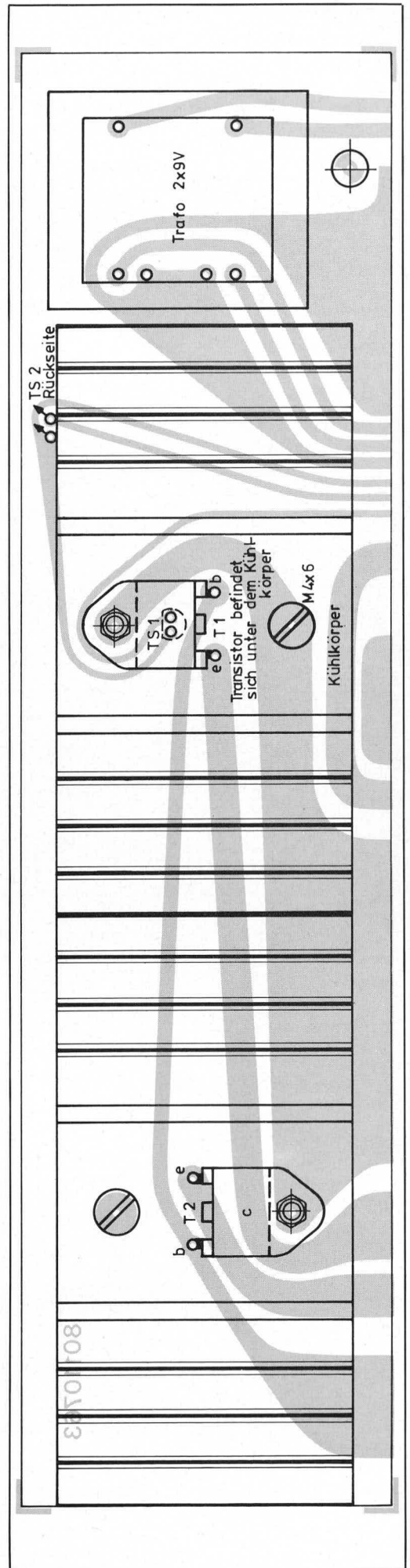
Kondensatoren

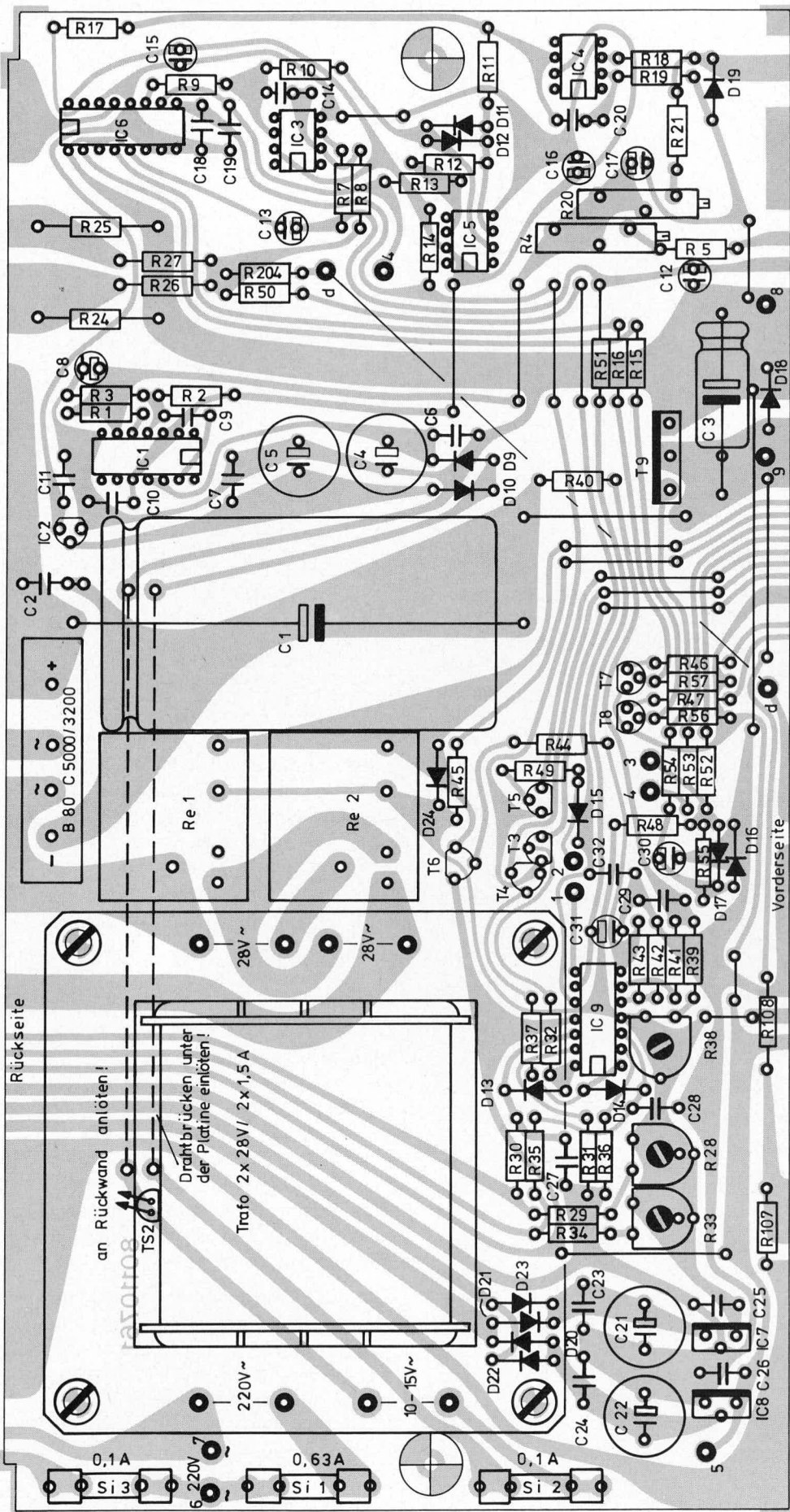
C201	.....	100 pF
C202	.....	100 nF
C203	.....	10 nF
C204	.....	47 nF
C205	.....	220 nF

Widerstände

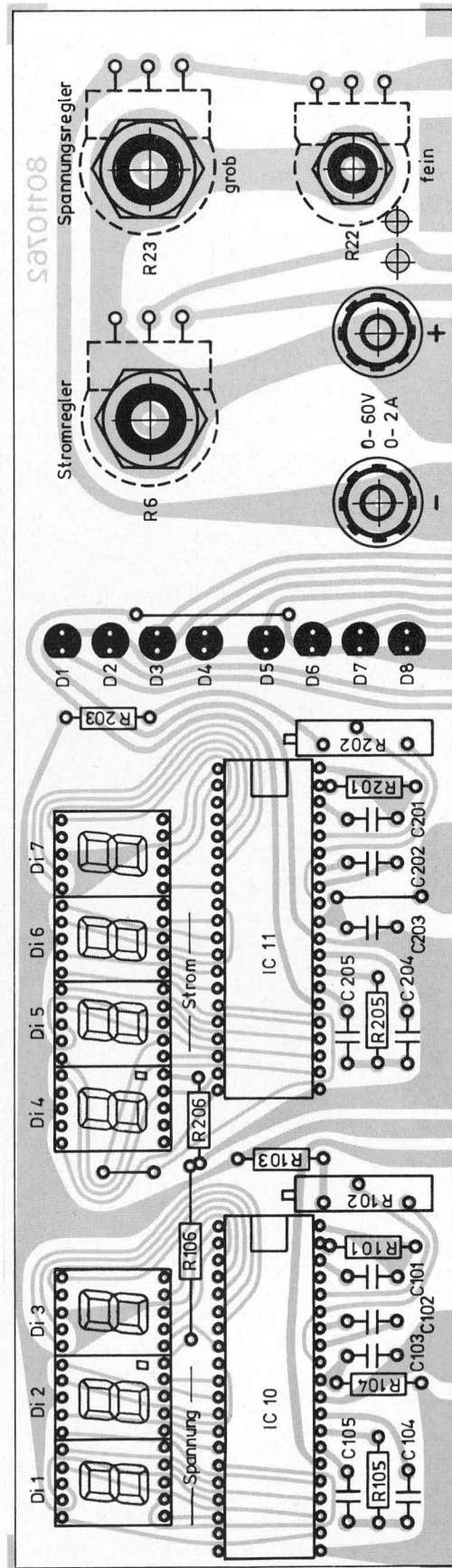
Meßwiderstände, 1 %

R201	.....	100 kΩ
R202	.....	10 kΩ, Wendeltrimmer
R203	.....	47 kΩ
R204	.....	1 MΩ
R205	.....	470 kΩ
R206	.....	1,2 kΩ

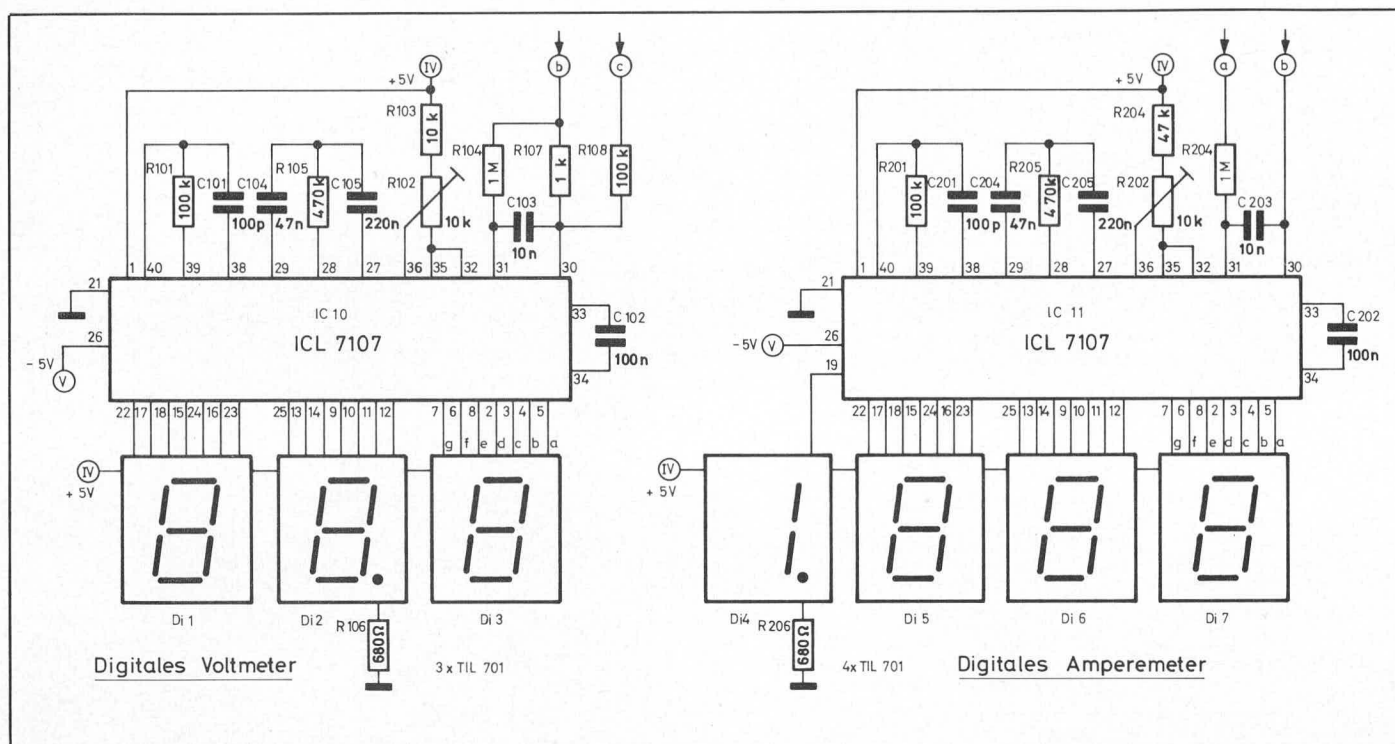




Bestückungsseite der Basisplatte



Bestückungsseite der Anzeiger-(Front-)Platine



Ableich/Einstellung

Die Einstellung der Trimmerpotis R4, R20, R28 und R33 wurde bereits in einem vorstehenden Abschnitt beschrieben, soll aber der Übersichtlichkeit halber an dieser Stelle noch einmal kurz wiederholt werden.

Das Einstellen von R4 und R20 wird durch entsprechende Bohrungen in der Anzeigenplatine hindurch vorgenommen.

- Bei kurzgeschlossenem Ausgang und voll aufgedrehtem Poti R6 wird R4 so eingestellt, daß sich ein Ausgangsstrom von 2A (evtl. Anzeige 1.999) ergibt.
- Bei Mittelstellung von R22 (fein) und voll aufgedrehtem Poti R23 (grob) wird R20 so eingestellt, daß sich eine Ausgangsspannung von 60.0V ergibt (Ausgangsklemmen offen, d. h. unbelastet).
- R28 und R33 werden so eingestellt, daß eine Abschaltung bei ca. 80 °C (R28) bzw. bei 60 °C (R33) erfolgt (siehe auch ausführliche Einstellung weiter vor in diesem Artikel).
- Mit R 102 wird der digitale Spannungsmesser eingestellt. Hierzu legt man an die Ausgangsbuchsen ein möglichst genaues Vergleichsmeßinstrument, stellt das Netzgerät auf eine Ausgangsspannung von 50 bis 60 Volt ein und bringt nun mit R 102 eine Übereinstimmung der eingebauten Anzeige mit der des Vergleichsinstrumentes zustande.

— Mit R 202 wird der digitale Strommesser eingestellt. Hierzu wird das Netzgerät zunächst auf 0 Volt gesteuert und dann werden die Ausgangsklemmen über einen Vergleichsstrommesser kurzgeschlossen. Nun stellt man einen Strom von 1 bis 2 A ein und bringt mit R 202 eine Übereinstimmung der eingebauten Anzeige mit der des Vergleichsinstrumentes zustande.

Sowohl beim Spannungs- als auch beim Strommesser erfolgt der Nullabgleich automatisch und braucht deshalb nicht extra durchgeführt zu werden.

Das im normalen Betrieb der Strommesser einige Digits anzeigt (001, 002 o. ä.) hat seine Richtigkeit, da dies der fließende Basisstrom der Endstufendarlingtons ist, der sich jedoch nur in der Größenordnung von einigen mA bewegt.

Kommen wir nun zum Abgleich der eigentlichen Regelelektronik.

Sofern kein Oszillograph zur Verfügung steht, sind für die Kompensationskondensatoren C14 bzw. C20 die im Schaltplan angegebenen Werte einzubauen und Ihr Gerät wird im Normalfall auf Antrieb arbeiten und dies bei ausgezeichneten Daten.

Da es sich hier bei den in der Regelelektronik eingesetzten Operationsverstärkern um außerordentlich schnelle und präzise arbeitende Typen handelt, können durch „Auskitzeln“ der Beschaltung für die beiden Operations-

verstärker IC3 und IC4 die Daten noch weiter verbessert werden.

Beim Spannungsregler-IC (IC4) kann der Kondensator C20 ggf. bis auf 1pF verkleinert werden, um die Regelung noch schneller zu machen.

Hierzu ist aber unbedingt ein Oszillograph erforderlich, um bei verschiedenen Ausgangsspannungen und Belastungszuständen die Qualität der Ausgangsspannung zu kontrollieren und sicherzustellen, daß das Gerät nicht schwingt.

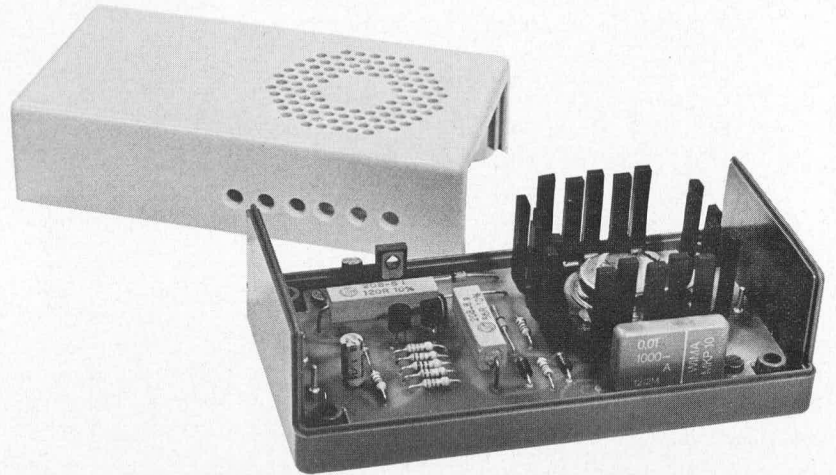
Beim Stromregler kann R8 vorläufig durch einen Trimmerwiderstand (ca. 100 k) ersetzt werden, dessen Wert man so verändert, bis der Ausgangsstrom sein Optimum an Qualität (Brumfreiheit etc.) erreicht hat.

Die vorstehend beschriebenen Abgleichmaßnahmen sind jedoch, und das wollen wir hier ausdrücklich betonen, keinesfalls unbedingt erforderlich. Durch eine ausgefeilte Konstruktion ist das Gerät auch ohne diese Maßnahmen im Normalfall bei ausgezeichneten Daten betriebsbereit.

Die Daten des Gerätes (Qualität der Ausgangsspannung) sind unter Umständen noch weiter zu verbessern, wenn man unter die Reglerplatine eine Alufolie legt, die gut isoliert sein muß, damit keine Kurzschlüsse auftreten, und die dann mit der +Ausgangsbuchse verbunden werden kann.

Die zu erreichenden weiteren Verbesserungen sind zum Teil allerdings auch „Glaubenssache“.

High Speed Transistorzündung mit automatischer Zündstromunterbrechung



Das Auto ist ein beliebtes Objekt für den Selbstbau elektronischer Zusatzgeräte, zumal man damit recht wertvolle Verbesserungen erzielen kann.

Mit der hier veröffentlichten Schaltung, die sich durch einige Besonderheiten auszeichnet, können beste Ergebnisse erreicht werden.

Durch den Einsatz eines professionellen Hochleistungs-Schalttransistors, der für periodischen Avalanchebetrieb zugelassen ist, wird ein außerordentlich exaktes und schnelles Schalten gewährleistet.

Außerdem ist eine Automatik eingebaut, die bei stehendem Motor den Zündstrom unterbricht und dadurch eine thermische Überlastung der Zündspule weitestgehend ausschließt.

Allgemeines

Der große Erfolg unserer im vergangenen Jahr vorgestellten Transistorzündung mit automatischer Zündstromunterbrechung hat uns veranlaßt, diese in leicht modifizierter Form vorzustellen, so daß sie sowohl für „normale“ als auch problemlos für Hochleistungszündspulen eingesetzt werden kann.

Bevor wir zur Schaltungsbeschreibung kommen, wollen wir die eingangs schon kurz erwähnten Besonderheiten erläutern.

Als erstes sei hier der besonders hochwertige Hochleistungs-Schalttransistor BUY 50 genannt. Er wurde von AEG-TELEFUNKEN speziell für den Einsatz in der professionellen Elektronik

zum Schalten induktiver Lasten entwickelt.

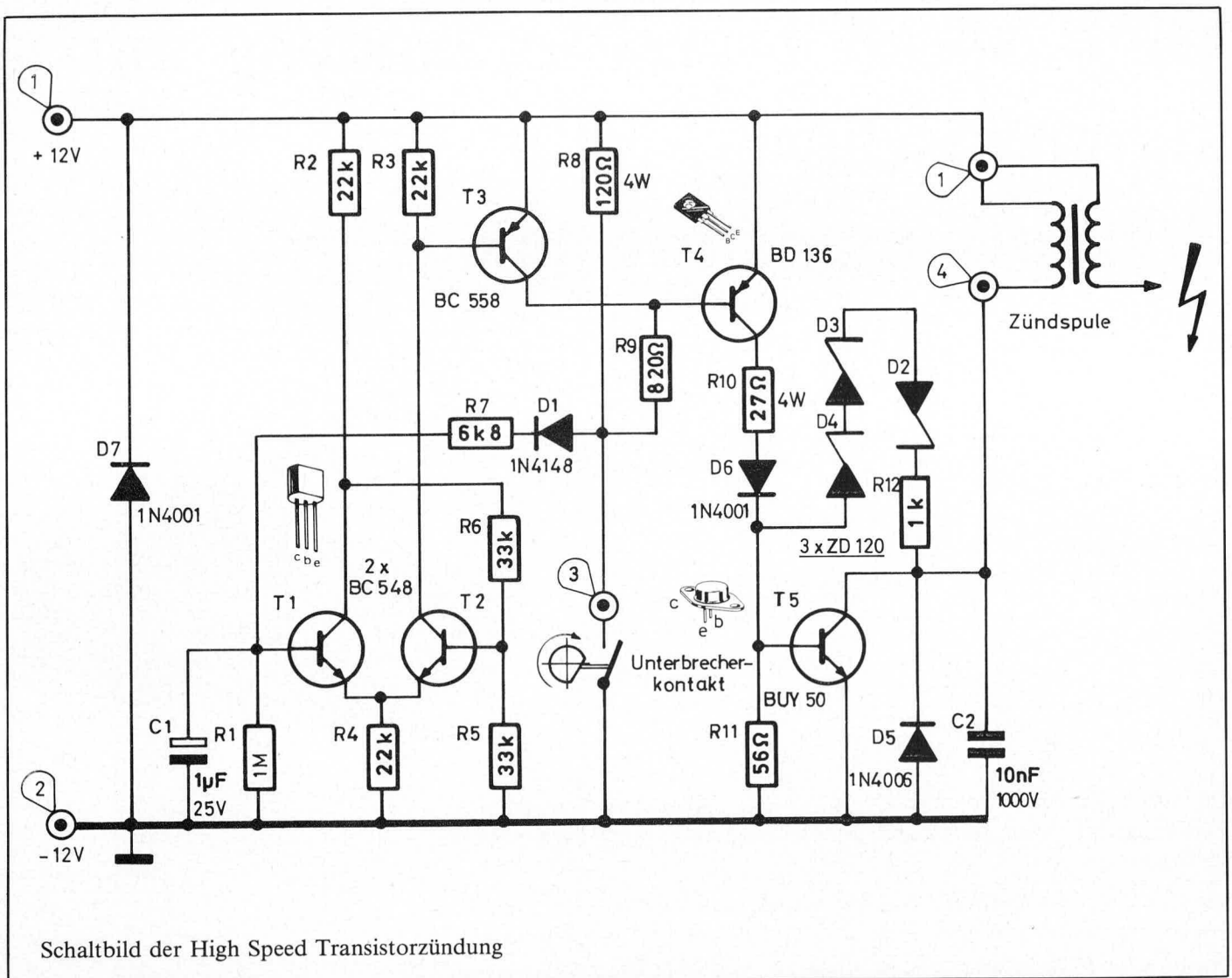
Eine Besonderheit dieses Transistors liegt darin, daß er für periodischen Avalanchebetrieb zugelassen ist, d. h. daß in diesem Transistor eine zusätzliche Schaltung integriert ist, die dafür sorgt, daß beim Schalten induktiver Lasten die Rückschlagspannung begrenzt wird, und zwar so, daß diese möglichst hoch ist, ohne dem Transistor zu schaden. Dies ist besonders vorteilhaft, denn je höher die Rückschlagspannung einer Induktivität (wie sie auch die Zündspule darstellt) ist, um so schneller kann geschaltet werden und um so größer wird auch die Zündspannung.

Wie man sieht, besteht hier ein direkter

Zusammenhang zwischen der Schaltgeschwindigkeit des Transistors, der Rückschlagspannungshöhe und damit der Größe der Zündspannung. Mit dem Hochleistungs-Schalttransistor BUY 50 lassen sich diese Forderungen nahezu optimal erfüllen.

Der für einen Transistor dieses Kalibers ungewöhnlich niedrige Preis ist durch Einkauf großer Stückzahlen zu erklären, was dem Hobby-Elektroniker sehr entgegenkommt und den Anreiz zum Nachbau dieser Schaltung zusätzlich erhöht.

Eine weitere Besonderheit dieser Transistorzündung ist die automatische Zündstromunterbrechung. Sie tritt nach ca. 0,5 sec in Kraft, sofern Strom durch die Zündspule fließt und der Motor noch nicht läuft.



Schaltbild der High Speed Transistorzündung

Sobald der Anlasser betätigt wird und sich der Motor dreht, wird die Zündung im selben Moment automatisch wieder freigegeben. Durch diese wirkungsvolle Schaltungsmaßnahme ist eine thermische Überlastung der Zündspule nahezu ausgeschlossen.

Zur Schaltung

Die eigentliche Transistorzündung besteht aus dem Treibertransistor T4, der über den Widerstand R9 von dem Unterbrecherkontakt gesteuert wird, und dem Hochleistungs-Schalttransistor T5, der den Strom für die Zündspule schaltet.

Die Dioden D5, D6 und D7 sind zum Schutz der Schaltung vor negativen Spannungsspitzen und C2 zur Entstörung eingebaut.

R12 sowie die Dioden D2 bis D4, deren Zenerspannungen zusammen ca. 360 V betragen sollten (3 x 120 V oder 2 x 180 V), dienen zur Spannungsbegrenzung.

Durch den Widerstand R8 wird eine Vorbelastung des Unterbrecherkontaktes herbeigeführt.

Dies ist aus folgenden Gründen zweckmäßig:

Der Unterbrecherkontakt wird zwar durch große Ströme in Zusammenhang mit hohen Spannungsspitzen, die durch abrupte Unterbrechung des Stromflusses durch die Zündspule (Induktivität) entstehen, schnell stark abgenutzt, das heißt aber nicht, daß es zweckmäßig ist, den Strom beliebig zu verkleinern. Der Strom über den Unterbrecherkontakt hat nämlich unter anderem die Aufgabe der Reinigung, d. h. er brennt die Verschmutzungen teilweise weg. Als optimal hat sich ein Strom über den Unterbrecherkontakt von ca. 100 mA erwiesen. Er ist nicht zu groß, so daß die Strombelastung des Kontaktes noch gering ist, aber doch groß genug, um Verschmutzungen wegzubrennen.

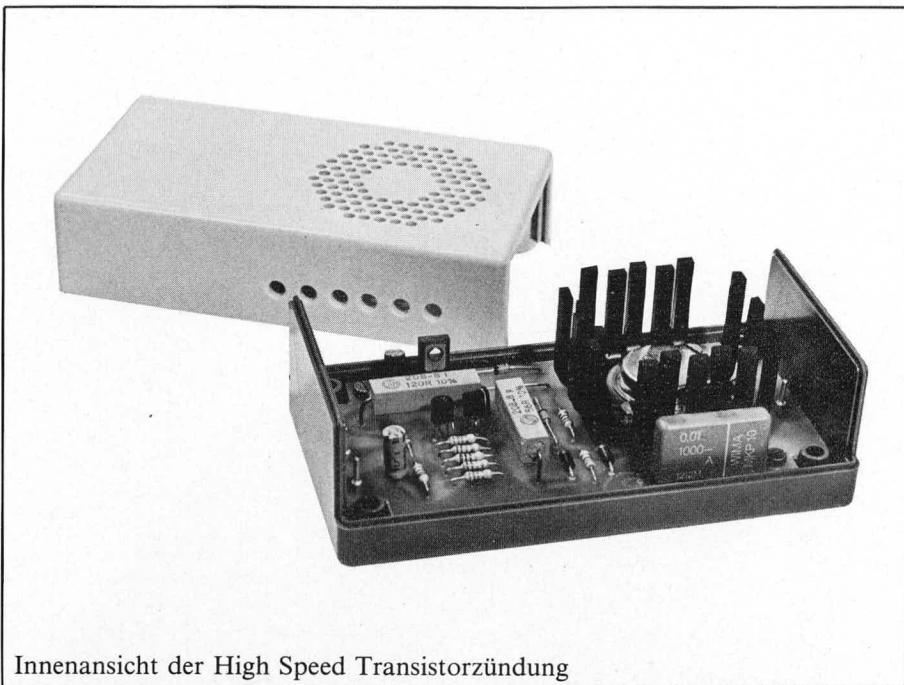
Kommen wir nun zu dem Schaltungs- teil, der die automatische Zündstrom- unterbrechung bewirkt.

Über die Kombination, bestehend aus den Bauteilen R7, D1 und R8, wird der Kondensator C1 ständig auf- bzw.

nachgeladen. Dies geschieht aber nur so lange, wie der Unterbrecherkontakt periodisch öffnet und schließt. Bleibt er länger als ca. 0,5 sec geschlossen, d. h. der Motor dreht nicht, so erfolgt kein Nachladen von C1, und die Spannung über C1, R1 sinkt. Sobald sie einen bestimmten Wert, der von R2, R5 und R6 festgelegt wird, unterschreitet, beginnt T1 zu sperren und damit T2 zu leiten. Daraus folgt, daß T3, der vorher gesperrt war, nun durchsteuert. Damit ist die Basis-Emitter-Strecke von T4 über den Transistor T3 kurzgeschlossen und der Zündstrom blockiert.

Im selben Moment, wo der Unterbrecherkontakt das erste Mal wieder öffnet, wird C1 aufgeladen, und T1 steuert durch. Daraus folgt, daß T2 und auch T3 sperren, d. h. T4 ist nicht mehr blockiert und die Zündung arbeitet wieder.

Diese Vorgänge laufen automatisch so schnell ab, daß der Fahrer nicht bemerkt, daß der Zündstrom im Stand während einer bestimmten Zeit nicht eingeschaltet war.



Innenansicht der High Speed Transistorzündung

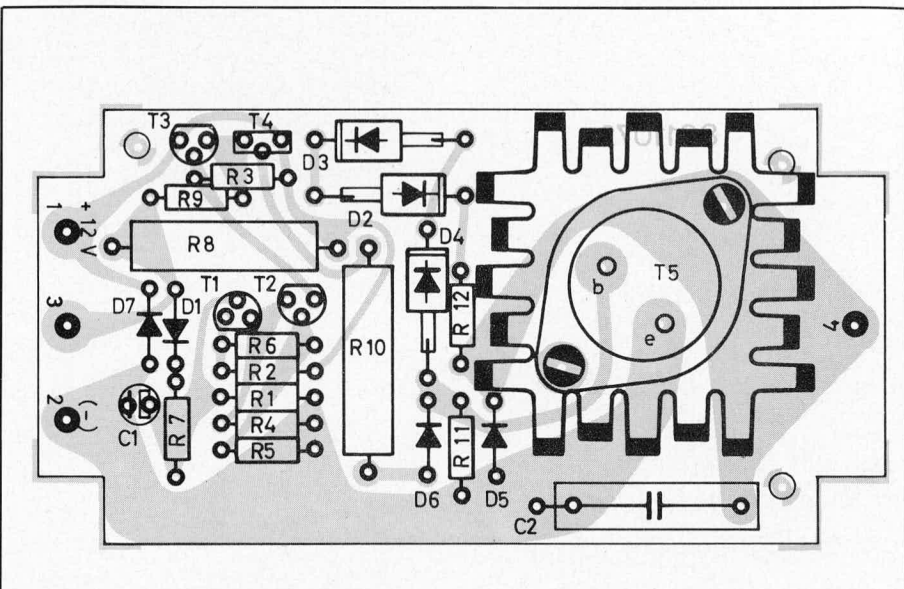
Zum Nachbau

Der Nachbau der Schaltung gestaltet sich recht mühelos und kann auch von weniger versierten Hobby-Elektronikern durchgeführt werden.

Der Hochleistungs-Schalttransistor T5 sollte auf einen ausreichend belüfteten Fingerkühlkörper gesetzt werden.

Die Schaltung findet zweckmäßigerweise in einem vom Fahrzeugchassis gut isolierten, belüfteten Gehäuse Platz, das an einer geschützten Stelle im Motorraum eingebaut werden sollte.

Zu beachten ist noch, daß ein evtl. zum Unterbrecherkontakt parallel liegender Kondensator (meist einige μF) unbedingt entfernt werden muß, da sonst kein exaktes Schaltverhalten gewährleistet ist.



Bestückungsseite der Platine

Stückliste High Speed Transistorzündung

Halbleiter

T1.....	BC 548 C
T2.....	BC 548 C
T3.....	BC 558 C
T4.....	BD 136
T5.....	BUY 50
D1	1N 4148
D2	ZD 120
D3	ZD 120
D4	ZD 120
D5	1N 4006
D6	1N 4001
D7	1N 4001

Kondensatoren

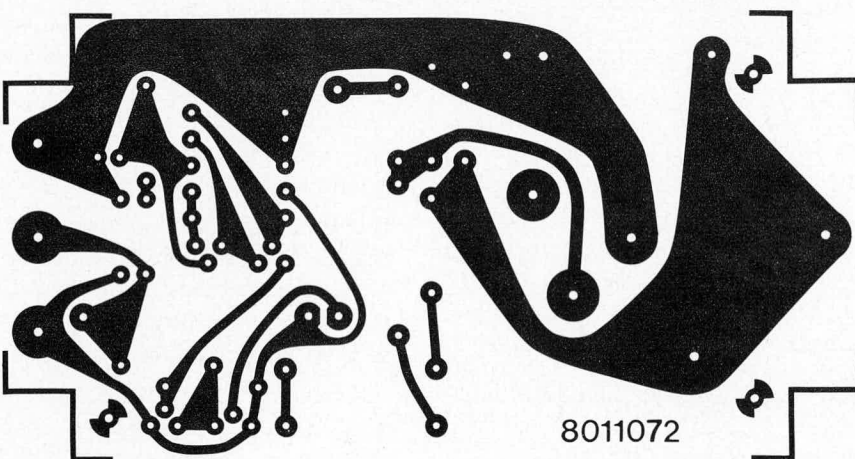
C1	1 μF /25 V
C2	10 nF/1000 V

Widerstände

R1	1 M Ω
R2, R3, R4	22 k Ω
R5, R6	33 k Ω
R7	6,8 k Ω
R8	120 Ω /4 Watt
R9	820 Ω
R10	27 Ω /4 Watt
R11	56 Ω
R12	1 k Ω

Diverses

- 1 Fingerkühlkörper
- 2 Schrauben M 3 x 10
- 2 Muttern M 3
- 4 Lötstifte



Leiterbahnseite der Platine

Reaktionstester



Der hier vorgestellte Reaktionstester zeigt die gemittelte Reaktionszeit einer Testperson mit $\frac{1}{100}$ Sekunden Auflösung an, die sich aus einer Serie von 9 direkt aufeinander folgenden Einzelmessungen zusammensetzt.

Als Signale dienen 3 Leuchtdioden und ein Summer, denen jeweils 1 Taste zugeordnet ist (also insgesamt 4 Tasten sowie 1 Resettaste).

Die Anzeige erfolgt digital auf einem dreistelligen Display.

Allgemeines

Nachdem der Einschalter S1 betätigt wurde, kann das Gerät mit Hilfe der Resettaste Ta 5 in Startposition gebracht werden (Anzeige auf Null).

Sobald man Ta 5 losläßt, wird eines der 4 Ausgangssignale ausgelöst (Aufleuchten von LED D1, D2, D3 oder Ansprechen des Summers), und der Zähler startet.

Drückt man die richtige Taste, erscheint sofort ein neues Signal, bei dem dann ebenfalls wieder die richtige (zugehörige) Taste zu betätigen ist.

Nach 9 Durchläufen (Tastenbetätigungen) stoppt der Zähler und zeigt die gemittelte Reaktionszeit in $\frac{1}{100}$ Sekunden an.

Drückt man die Resettaste Ta 5, beginnt ein neuer Durchlauf.

Wie auch aus dem Schaltbild ersichtlich ist, gehören zu folgenden Anzeigen die nachstehenden Tasten:

LEDD1 → Ta 4

LEDD2 → Ta 3

LEDD3 → Ta 2

Summer → Ta 1

Wird bei Erscheinen des entsprechenden Signals (z. B. bei Aufleuchten von LED D1 müßte Ta 4 betätigt werden, damit das nächste Signal ausgelöst wird) eine andere als die zugehörige Taste gedrückt, geschieht gar nichts. Erst bei Betätigen der korrekten Taste wird das nächste Signal freigegeben.

Zur Schaltung

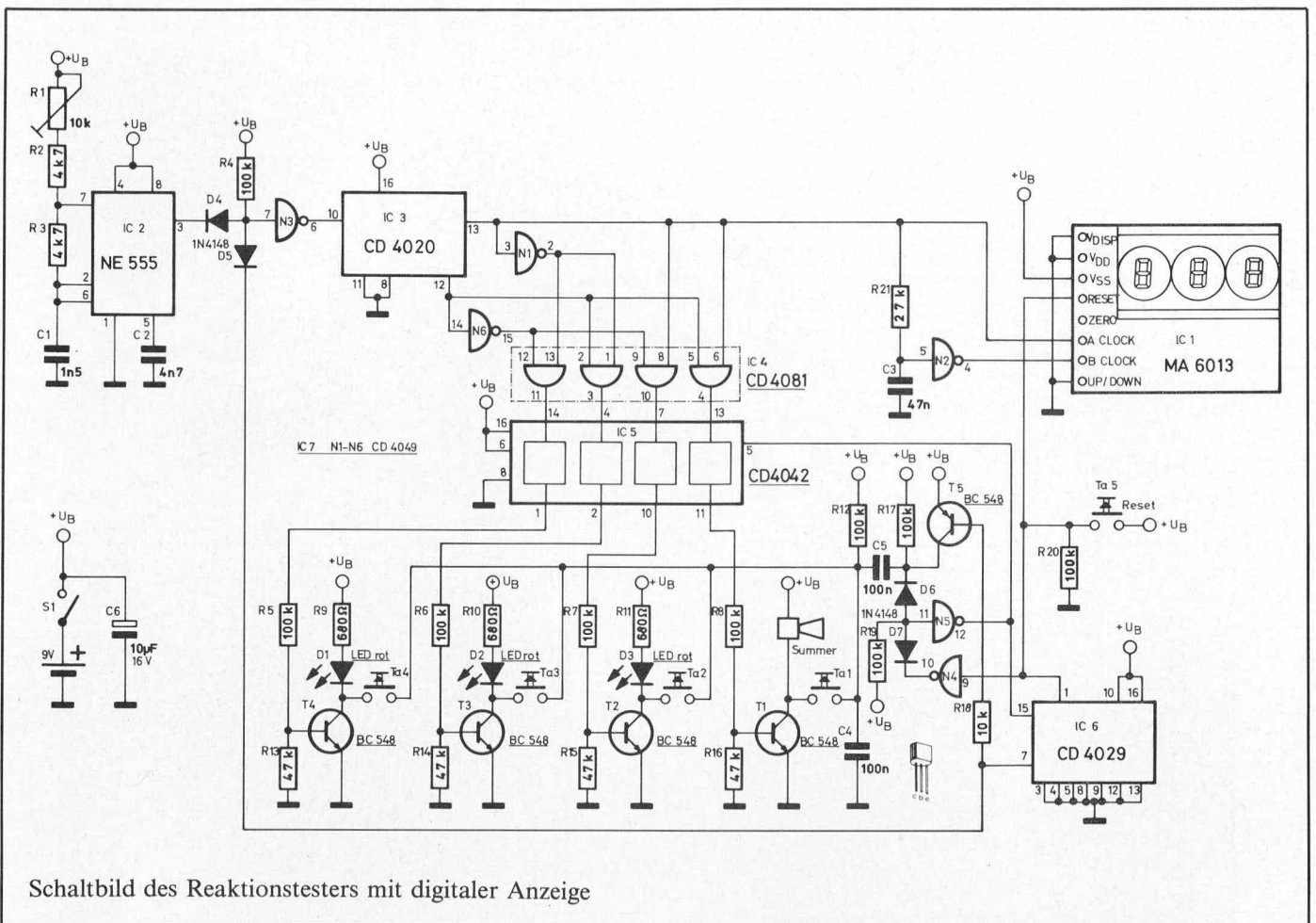
Mit Hilfe des als Multivibrator geschalteten NE 555 (IC 2) wird eine Rechteckfrequenz erzeugt, die mit R1 auf 45,511 kHz eingestellt wird.

Diese Frequenz kommt wie folgt zustande:

Die Auflösung des Anzeige IC's MA 6013 (IC 1) soll $\frac{1}{100}$ Sekunden betragen, d. h. der Zähler müßte mit $\frac{1}{100} \text{ s} = 100 \text{ Hz}$ angesteuert werden. Da aber 9 Durchläufe erfolgen und das Ergebnis durch 9 geteilt werden muß, wird gleich die Ansteuerfrequenz durch 9 geteilt, also $100 \text{ Hz}/9 = 11,111 \text{ Hz}$.

Das IC MA 6013 beinhaltet einen 1:16 Vorteiler, so daß die am Eingang tatsächlich anliegende Frequenz 16mal größer sein muß, also $11,111 \text{ Hz} \cdot 16 = 177,778 \text{ Hz}$.

Zwischen Eingang 10 und Ausgang 13 des Teiler-IC's CD 4020 (IC 3) liegt eine weitere Teilung durch $2^8 = 256$, d. h. daß der Multivibrator eine 256mal so große Frequenz haben muß, also $177,778 \text{ Hz} \cdot 256 = 45,511 \text{ kHz}$.



Schaltbild des Reaktionstesters mit digitaler Anzeige

Da das IC 3 ohnehin zur Erzeugung einer zweistelligen Binärzahl erforderlich ist, ergibt sich durch die zusätzliche Teilung durch 256 der Vorteil einer höheren Multivibratorfrequenz, die einen kleineren Kondensator für die

Schwingungserzeugung (C1) erlaubt. Da dieser Vorteil praktisch als Zugabe abfällt, sollte man ihn auch nutzen.

IC 4 in Verbindung mit den Gattern N1 und N6 erzeugt aus der zweistelligen Binärzahl (Pin 12 und Pin 13 von IC 3) eine Zahl „1 aus 4“ (jeweils einer der Ausgänge 11, 3, 10 oder 4 des IC 4 ist auf „1“, die anderen drei sind auf „0“).

Mit Hilfe des IC 5 des Typs CD 4042 wird der jeweilige Zustand dieser vier Ausgänge im Moment des Drückens der richtigen Taste (Ta 1 bis Ta 4) gespeichert und auf die Treibertransistoren T1 bis T4 gegeben, von denen dann einer durchsteuert und ein entsprechendes Signal auslöst.

Wird die richtige, zu diesem Signal gehörige Taste betätigt, übernimmt IC 5 den nächsten Zustand, und ein neues Signal erscheint.

Da die Reaktionszeit für das Auslösen eines Signals mit in den zufälligen Zeitpunkt des Speicherns einbezogen wird, handelt es sich um einen echten Zufallsgenerator, der auch die gleiche Anzeige erneut erscheinen lassen kann, so daß z. B. die Taste Ta 1 (oder eine andere) auch mehrmals nacheinander zu betätigen sein kann.

Über das IC 6 des Typs CD 4029 werden die Impulse (Anzahl der Tastenbetätigungen) gezählt.

Sind 9 Durchläufe (Tastenbetätigungen) erfolgt, wird über den Ausgang (Pin 7 des IC 6) der Zähler gestoppt (der Eingang des Gatters N3 wird gesperrt, so daß den Zähler IC 1 keine Impulse mehr erreichen), und das gemittelte Ergebnis der 9 einzelnen Reaktionszeiten wird in $\frac{1}{100}$ Sekunden angezeigt.

Mit T5 wird verhindert, daß ein weiterer Tastendruck den Zähler wieder freischalten kann.

Durch Betätigen des Reset-taste Ta 5 beginnt ein neuer Durchlauf.

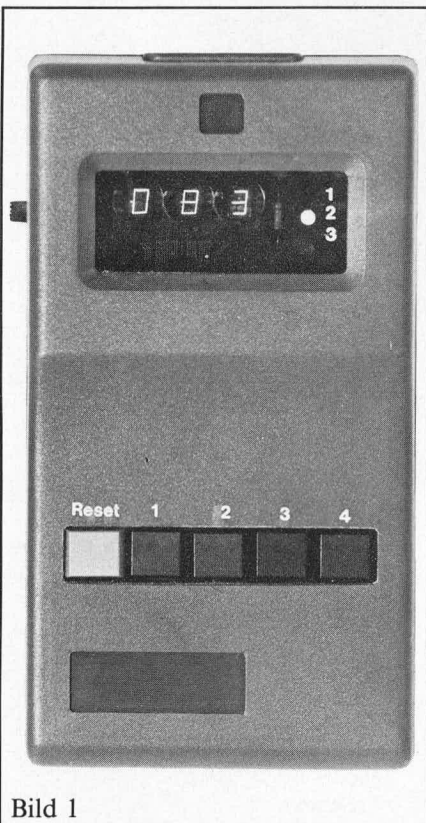


Bild 1

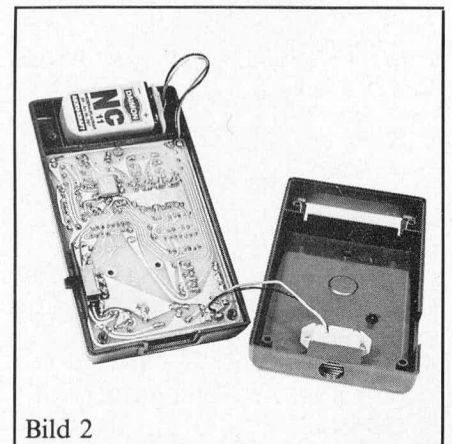


Bild 2

Zum Nachbau

Bevor mit der Bestückung der Platine begonnen wird, ist diese in das Gehäuse einzupassen und ggf. geringfügig nachzuarbeiten.

Nun kann die Platine in gewohnter Weise bestückt werden; zuerst werden die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren usw. eingelötet, wobei darauf zu achten ist, daß C4 flach auf der Rückseite angelötet wird.

Nachdem die Tasten Ta 1 bis Ta 5 eingelötet wurden, ist die Platine auf richtigen Sitz im Gehäuse auszurichten, so daß die Tasten genau in die dafür vorgesehene Aussparung im Gehäusedeckel passen.

Das schwarze Abdeckplättchen wird über den Schalter geschoben und die Platine danach mit einer Schraube festgesetzt (im unteren Platinenteil in der Mitte).

Vorher ist noch die rote Filterscheibe in den Gehäusedeckel einzupassen und festzukleben.

Nun kann der Summer angelötet werden und danach vor die dafür vorgesehene Bohrung im Gehäuseunterteil geklebt werden.

Ist dies geschehen, kann der Deckel mit dem Unterteil verschraubt werden. Nach Einlegen und Anschließen der Batterie ist das Gerät betriebsbereit.

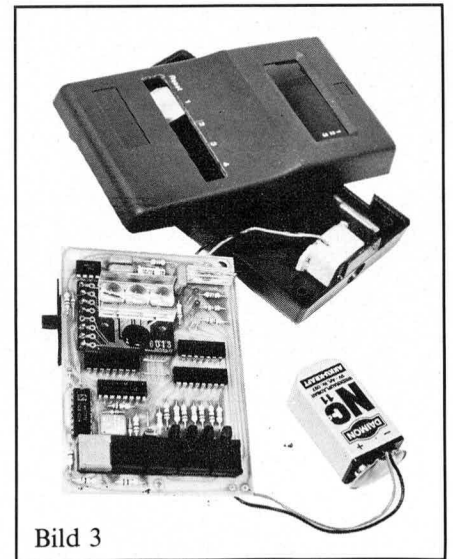
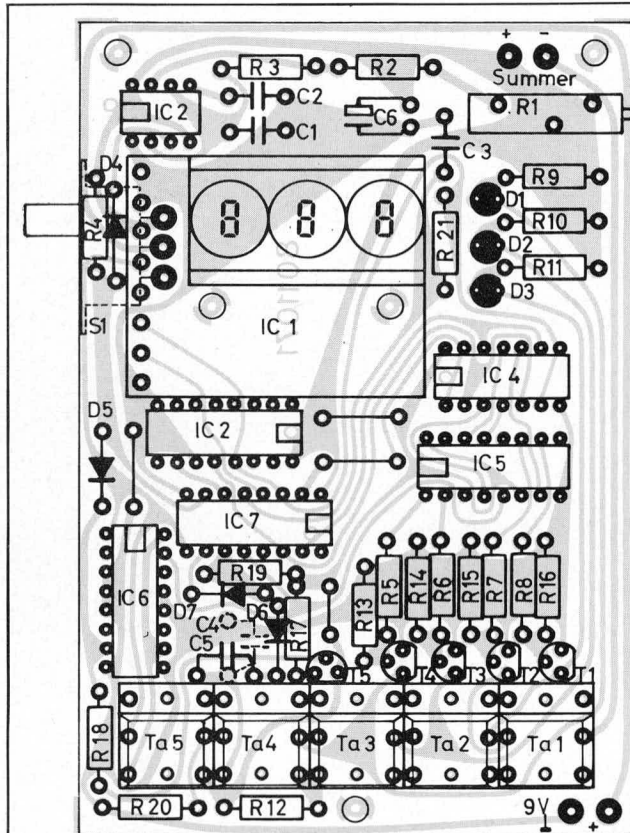
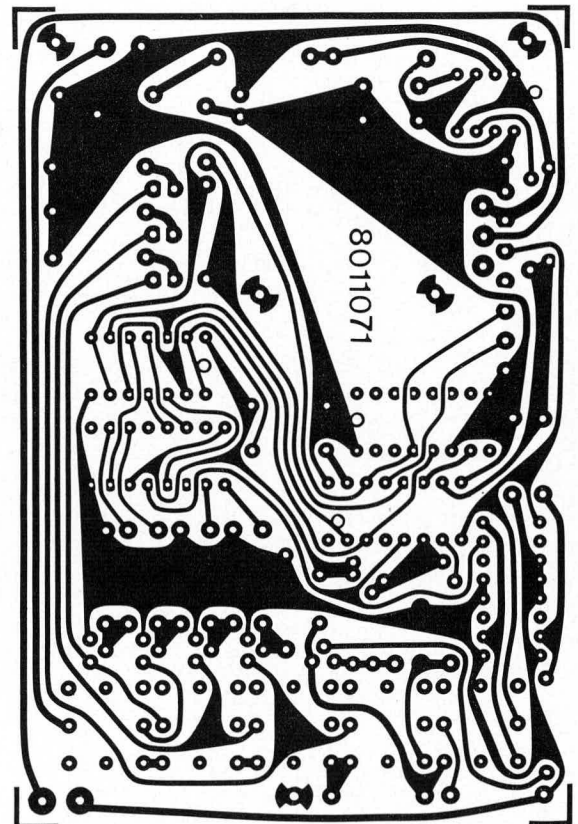


Bild 3



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

Stückliste Reaktionstester

Halbleiter

IC 1	MA 6013
IC 2	NE 555
IC 3	CD 4020
IC 4	CD 4081
IC 5	CD 4042
IC 6	CD 4029
IC 7	CD 4049
T1 bis T4	BC 548 C
T5	BC 558 C
D1 bis D3	LED, 3 mm, rot
D4 bis D7	1N 4148

Kondensatoren

C1	1,5 nF
C2	4,7 nF
C3	47 nF
C4	100 nF
C5	100 nF
C6	10 uF/16 V

Widerstände

R1	10 k Ω , Trimmer
R2	4,7 k Ω
R3	4,7 k Ω
R4 bis R8	100 k Ω
R9 bis R11	680 Ω
R12	100 k Ω

R13 bis R 16	47 k Ω
R17	100 k Ω
R18	10 k Ω
R19, R20	100 k Ω
R21	27 k Ω

Diverses

1 Summer, 9 V
5 Drucktaster REK
1 Batterieclip
1 Schiebeschalter
1 Abdeckplättchen für Schiebeschalter
3 Lötstifte
1 rote Filterscheibe
1 Gehäuse

500 MHz-Universalzähler

FZ 500



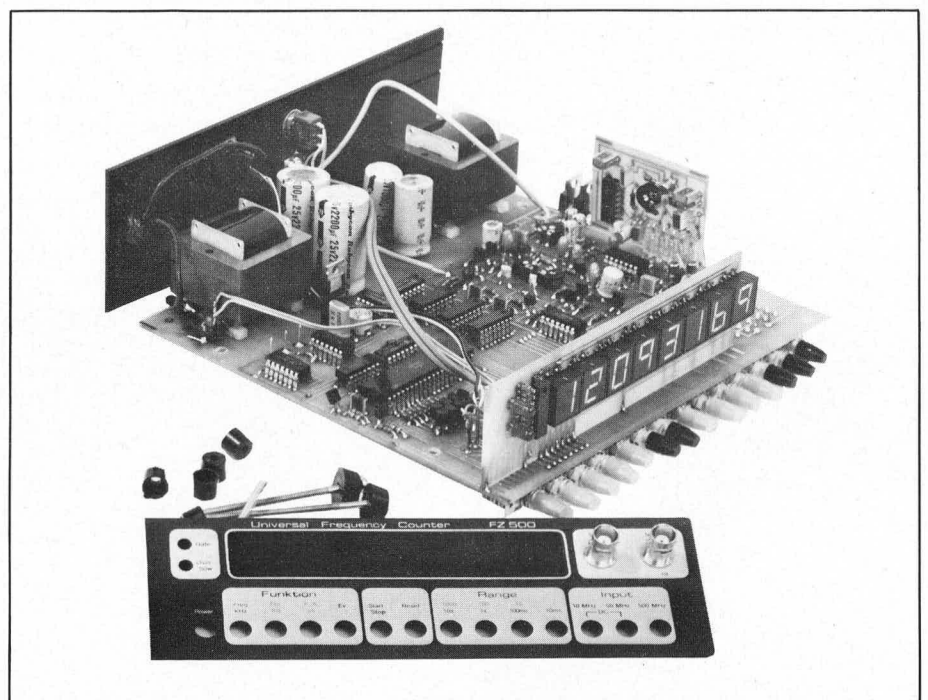
In diesem zweiten und abschließenden Teil der Bauanleitung des FZ 500 wird noch einmal auf das leicht modifizierte Hauptschaltbild eingegangen, die noch fehlenden Vorverstärker werden vorgestellt, sowie der Aufbau und Abgleich des Gerätes beschrieben. Hier noch einmal die technischen Daten:

*Frequenzmessung DC-500 MHz
 Periodendauermessung $1 \mu\text{s}-10^5 \text{ s}$
 Vielfachperioden gemittelt 1, 10, 100 und 1000
 Frequenzverhältnismessung max. 500 : 10 MHz
 Ereignismessung (Impulszählung) DC-500 MHz*

Besonders hervorzuheben ist die Bedienungsfreundlichkeit des Gerätes durch die übersichtlich und funktionell gestaltete, fünffach (!) bedruckte Frontplatte.

Im Hauptschaltbild wurden im wesentlichen die Verbindungen zwischen Schaltersatz und Vorverstärker geändert. Diese Maßnahme war erforderlich, um ein Übersprechen zwischen den Vorverstärkern und den Steuersignalen des Digitalteils des Zählers zu unterbinden. Die neue Schaltungsauslegung zeigt Bild 1. Vorverstärker 1 wird jetzt durch gleichzeitiges Drücken von Schalter S12 und S13 eingeschaltet.

Das Zählertor, das ursprünglich mit IC 4 aufgebaut war, konnte ganz entfallen. Das Meßsignal wird jetzt direkt auf Anschluß 8 der ersten Zählerdekade (IC 3) geführt. Die Steuerung erfolgt über den „Count-Inhibit“-Eingang (Pin 1) dieses Zählers. Für IC 3 kann sowohl die Schottky-Version (SN 74S196) als auch Standard-TTL (SN 74196) eingesetzt werden.



An Pin 5 von IC 1 wurde ein zusätzlicher Widerstand R_N (2,2 k) gegen Masse angeschlossen. Hierauf wird später noch eingegangen.

Netzteil

Die endgültige Schaltungsauslegung des Netzteils zeigt Bild 2. Da der Zähler — insbesondere zusammen mit dem 500-MHz-Vorverstärker — doch relativ viel Strom zieht, wurden zwei getrennte Trafos eingesetzt. Zur Störsignalunterdrückung sind die 5-Volt-Versorgungsspannungen des Digitalteils und der Vorverstärker getrennt mit IC 12 und IC 13 stabilisiert. Die negative Hilfsspannung für das Haupt-IC LS 7031 wurde auf einen Wert von -4,7 Volt herabgesetzt, der sich als günstiger erwiesen hat.

Vorverstärker

Bild 3 zeigt die Schaltung des DC-Vorverstärkers (VV 1). Er besteht aus einer Transistorstufe mit nachgeschaltetem Schmitt-Trigger (IC 15). Die Ein-

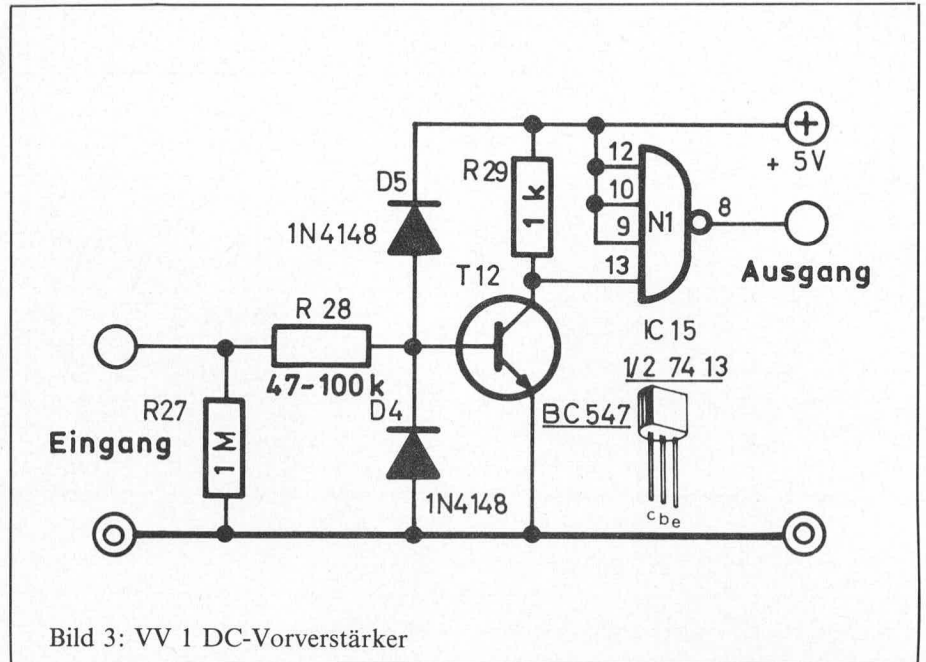


Bild 3: VV 1 DC-Vorverstärker

gangsspannung des Meßsignals muß bei diesem Verstärker mindestens 600 mVolt betragen (wegen der Schwellenspannung von T 12). Dies erscheint auf den ersten Blick recht unempfindlich zu sein. Der Vorverstärker ist aber in

erster Linie dazu vorgesehen, sehr langsame Frequenzen (auch unter 1 Hz) zu verarbeiten, d. h., die Ankoppelung des Meßsignals über einen Kondensator (AC-Kopplung) scheidet aus, da man riesige Kapazitäten benötigen würde. Selbstverständlich könnte man den vorliegenden, gleichstromgekoppelten Verstärker ohne Schwierigkeit empfindlicher gestalten. Das hätte aber den Nachteil, daß man dann bereits TTL-Signale nicht mehr verarbeiten könnte, da schon deren „Low-Pegel“ von ca. 500 mV ausreichen würde, um den Verstärker in die Begrenzung zu fahren. Die vorliegende Dimensionierung hat sich daher in der Praxis ausgezeichnet bewährt.

Vorverstärker 2 und 5 (Bild 4) sind identisch aufgebaut und wurden bereits im ersten Teil beschrieben. Dem Vorverstärker 2 ist jetzt noch ein Schmitt-Trigger (IC 15) nachgeschaltet, der hauptsächlich einer besseren Impedanzanpassung dient. Die Empfindlichkeit der beiden Vorverstärker läßt sich mit P 1 (bzw. P 2) auf wenige zehn mVolt einstellen. Durch Experimentieren mit C 11 und C 12 (bzw. C 18 und C 19) lassen sich sogar Werte unter 10 mVolt erreichen, was jedoch den Nachteil hat, daß der Vorverstärker auch anfälliger gegen Störsignale wird. Für diejenigen, die es dennoch versuchen möchten: Für C 12 (C 19) können Werte von 0 bis 820 pF eingesetzt werden, und für den Tantalelko C 11 (C 18) kann ein Folienkondensator mit einem kleineren Wert (2,2 μ F—4,7 μ F) versucht werden.

Vorverstärker 3 (50 MHz) wurde neu überarbeitet, die Schaltung ist in Bild 5

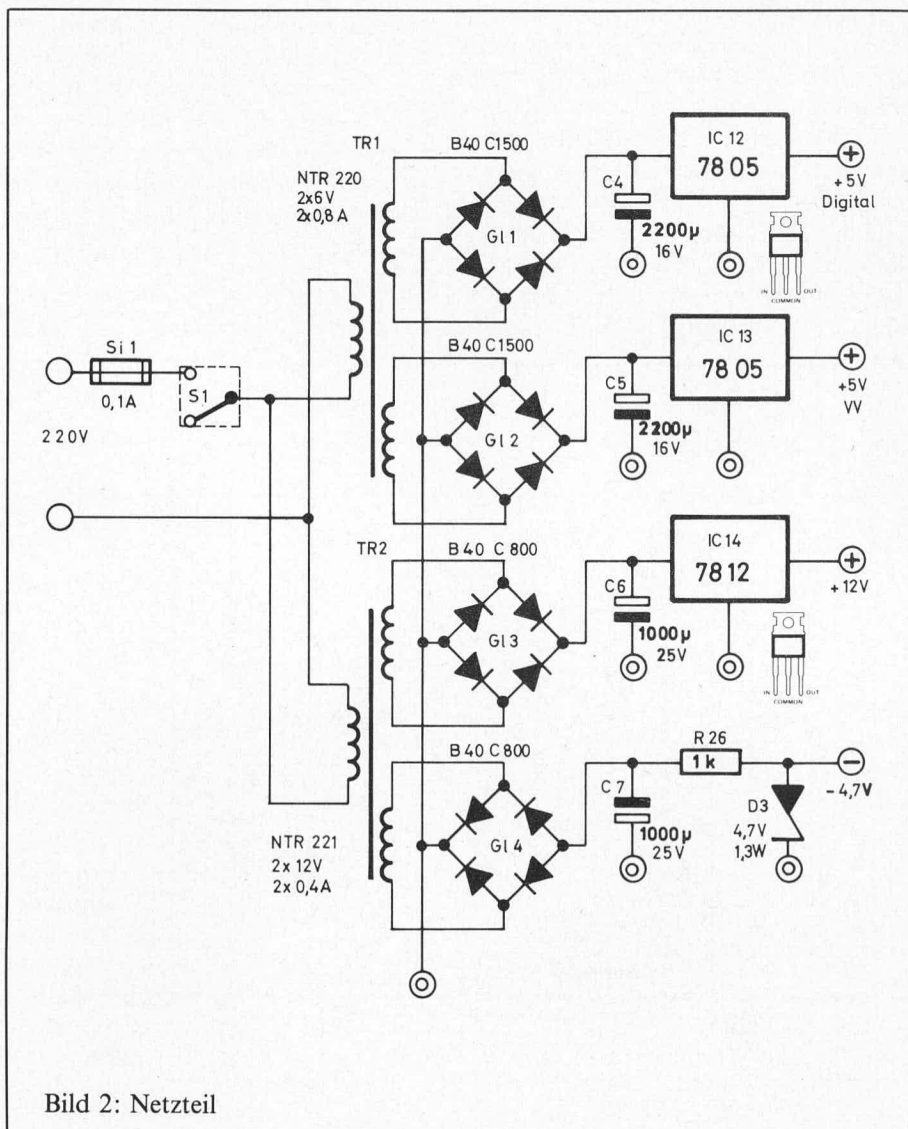


Bild 2: Netzteil

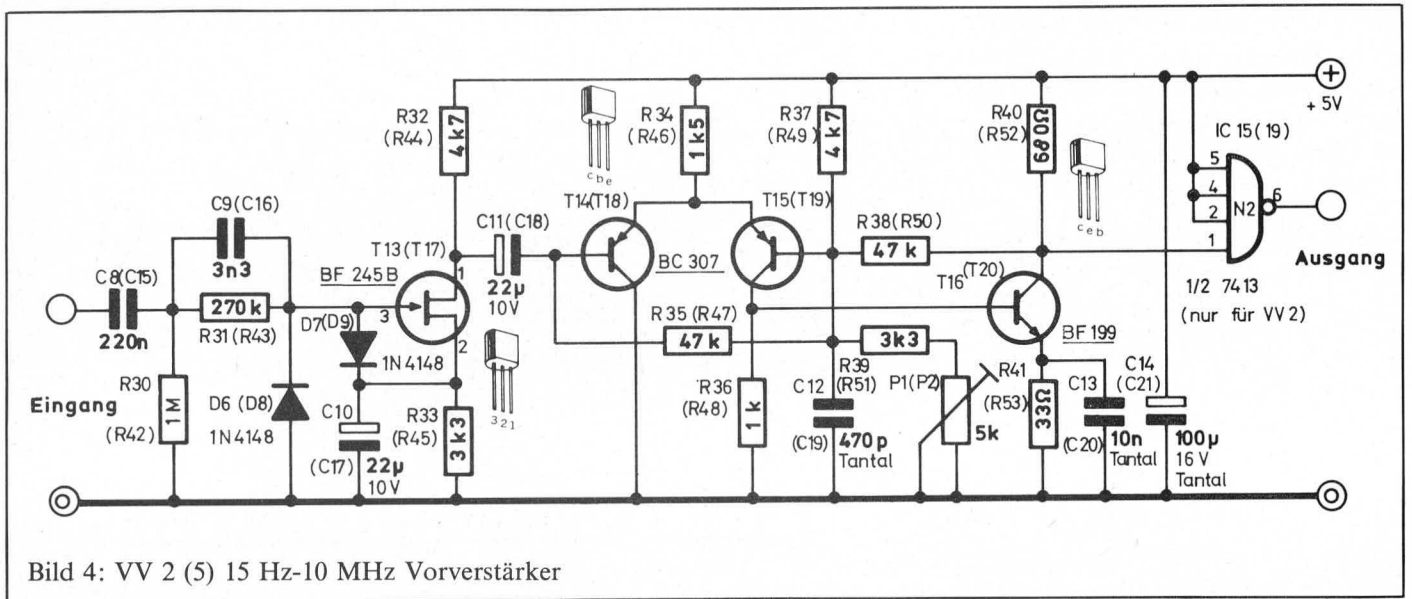


Bild 4: VV 2 (5) 15 Hz-10 MHz Vorverstärker

wiedergegeben. Mittelpunkt der Schaltung ist der Operationsverstärker LM 733, dessen Arbeitspunkt und damit die Empfindlichkeit des Verstärkers mit Poti P 3 eingestellt wird. Beim Abgleich sollten möglichst Frequenzen von höher als 10 MHz angelegt werden, um die Empfindlichkeit im oberen Frequenzbereich optimal einstellen zu können, da der Bereich unter 10 MHz bereits durch Vorverstärker 2 abgedeckt ist.

Auf den Vorverstärker 4 (500 MHz-Vorverstärker und Vorteiler) soll hier nicht näher eingegangen werden, da die Funktionsweise von Hochfrequenzvorverstärkern schon ausführlich in unserer Ausgabe Nr.6 besprochen wurde.

An dieser Stelle wollen wir jedoch anmerken, das es aufgrund von Bauteilertoleranzen von Vorteil sein kann, die Kapazitätswerte von C30 und C36 — wie in der Schaltung (Bild 6) angegeben — versuchsweise zu variieren, um eine optimale Arbeitsweise zu erreichen.

Aufbau

Beim Bestücken der Platinen geht man am besten so vor, daß man die einzelnen Schaltungsteile nacheinander aufbaut und sofort ihre Funktion überprüft. Am zweckmäßigsten beginnt man mit dem Netzteil. Allerdings wird die Platine etwas unhandlich, wenn die beiden Transformatoren eingelötet sind. Bequemer geht es, wenn man zum

Überprüfen der Schaltung die erforderlichen Wechselspannungen extern zuführt.

Als erstes werden die vier Gleichrichter und die drei Stabilisierungs-ICs (IC 12, 13 und 14) montiert. Bei den Stabilisierungs-ICs ist auf richtige Polung zu achten. Die Metallfahnen aller drei ICs müssen zur Platinenmitte hinweisen. Nach dem Einlöten der vier Siebelkos, der Zenerdiode D 3 und Widerstand R 26 können die vier Ausgangsspannungen des Netzteils überprüft werden, indem man die erforderlichen Wechselspannungen anlegt oder die beiden Trafos bereits jetzt einlötet.

Das Netzkabel wird durch die beiden Bohrungen hinten links auf der Haupt-

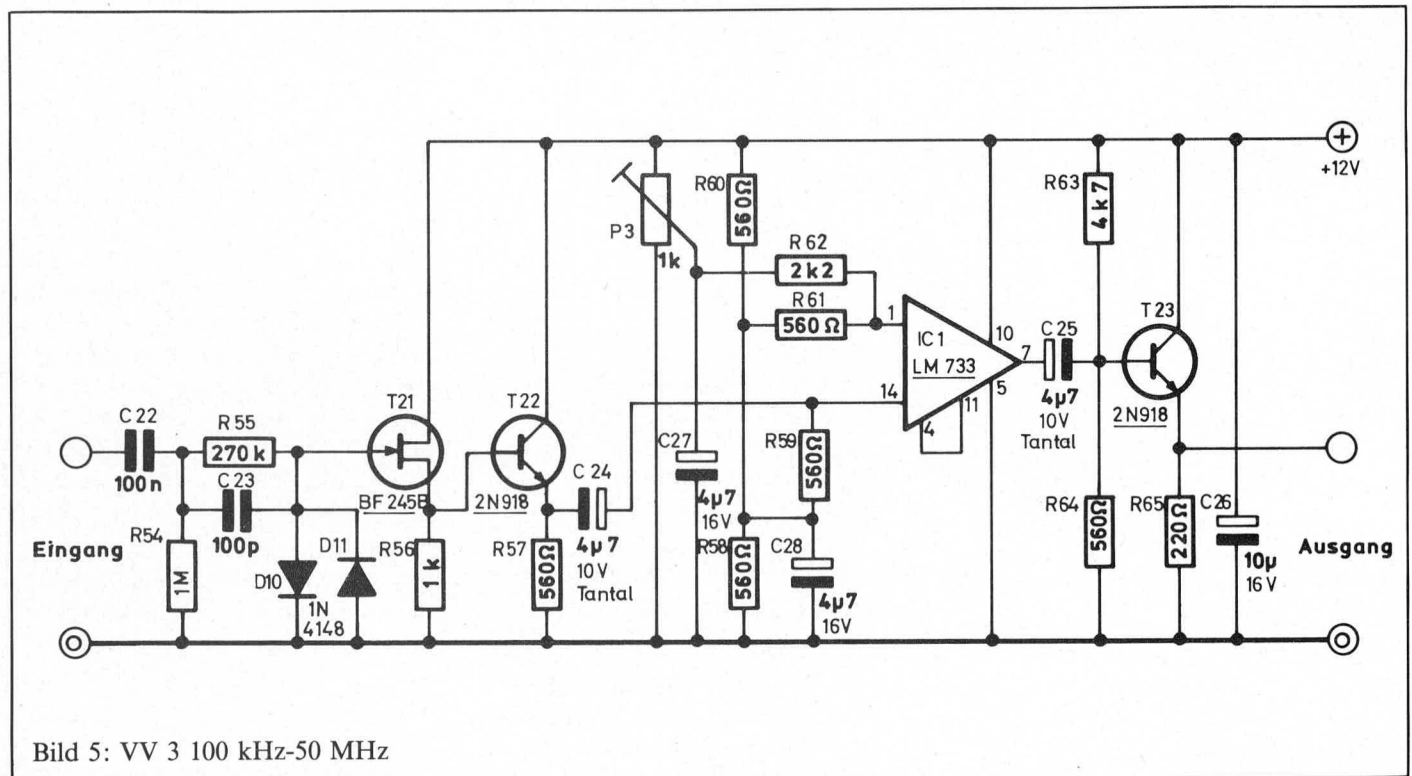


Bild 5: VV 3 100 kHz-50 MHz

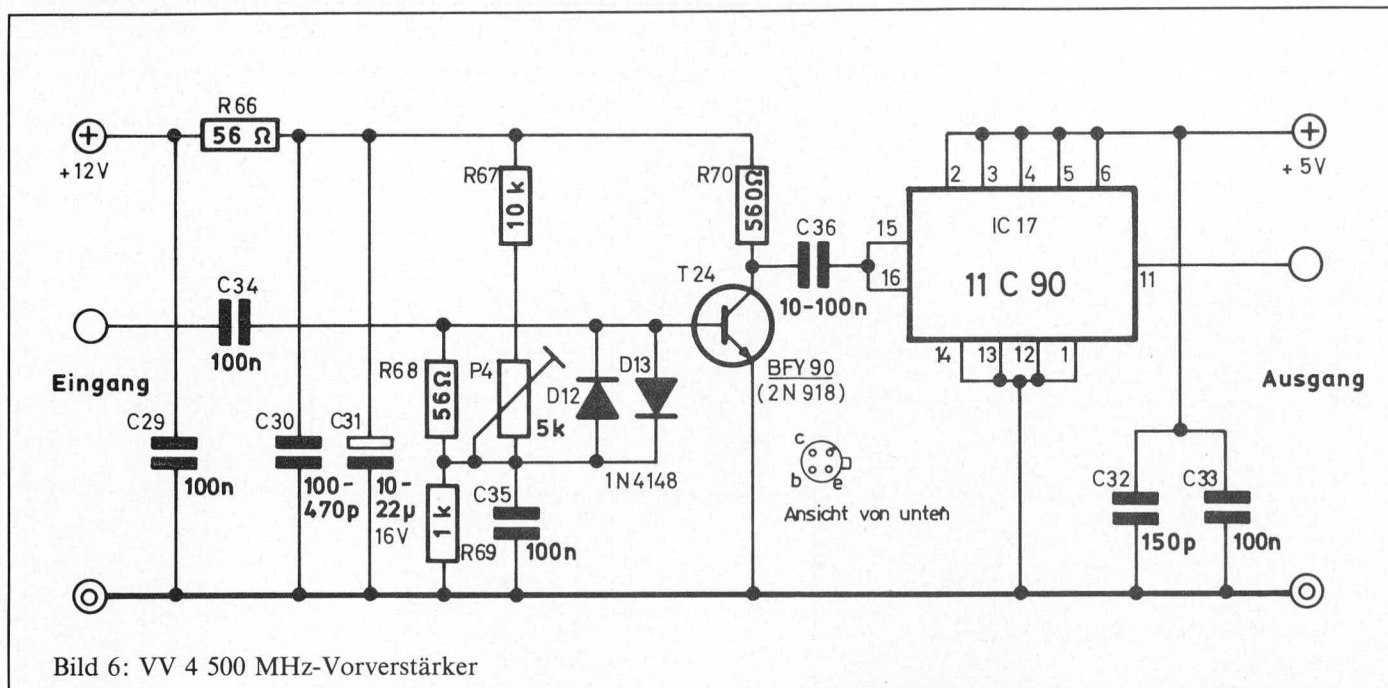


Bild 6: VV 4 500 MHz-Vorverstärker

platine hindurchgezogen (Zugentlastung) und auf der Platine befestigt. Eine der beiden Adern des Netzkabels wird vorher noch über den Einschraubversicherungshalter geführt, der in die Rückwand des Gehäuses eingebaut wird. Vor dem Netzkabelanschluß befinden sich zwei Lötstützpunkte d und e, die mit einem zweidrähtigen Kabel mit den entsprechenden Punkten d und e vorne links auf der Platine verbunden werden (Ein/Aus-Netzschalter). Da zur Prüfung des Netzteils die Punkte d und e kurzgeschlossen sein müssen, kann man bereits jetzt den Schaltersatz einlöten und Schalter S 1 betätigen. Dabei ist zu beachten, daß der Schaltersatz und Widerstand R 26 die einzigen Bauteile sind, die von der Rückseite der Hauptplatine bestückt werden.

Als nächstes erfolgt der Aufbau des Digitalteils, wobei man am besten mit der Quarzeitbasis und der nachfolgenden Teilerkette (IC 7—IC 11) beginnt. Um die Funktion dieses Schaltungsteils zu prüfen, müssen Schalter S 2 und S 15 geschlossen werden. Da Schalter S 15 (in der Rückwand des Gehäuses) noch nicht verdrahtet ist, behilft man sich, indem man die beiden Anschlußpunkte a und b vorn links auf der Platine kurzschließt. Jetzt kann das 10-MHz-Signal der Quarzeitbasis die gesamte Teilerkette durchlaufen, und man kann feststellen, ob am Anschluß 6 von IC 11 eine 1-Hz-Frequenz erscheint. Falls nicht, liegt es wahrscheinlich daran, daß die Quarzeitbasis nicht anschwingt. Es muß dann der Kondensatortrimmer C 2 verstellt wer-

den. Mit diesem Trimmer kann auch die Quarzfrequenz geringfügig verschoben und damit ganz exakt eingestellt werden, sofern eine genügend genaue Vergleichsfrequenz zur Verfügung steht. Ohne Abgleich beträgt der Fehler ca. 20—40 ppm (parts per million), was als durchaus akzeptabel angesehen werden kann.

Der Digitalteil kann jetzt zu Ende bestückt werden. Es sind dies im einzelnen die Bauteile T 1, T 2, T 4—11, R 1—7, R 15—22, R 23 und IC 1—5. Hinten links auf der Platine befindet sich noch ein Widerstand R_N (2,2 k). Dieser Widerstand ist für den exakten Ablauf der Steuerlogik erforderlich, sollte aber später, wenn der Zähler einwandfrei arbeitet, versuchsweise entfernt werden, da er die Empfindlichkeit bei Periodendauermessungen geringfügig herabsetzt.

Bei der Bestückung der Anzeigenplatine müssen die Widerstände R 8—14 von der Rückseite eingesetzt werden. Die Anzeigen werden von der Vorderseite der Platine bestückt (Dezimalpunkt rechts), zunächst nur an einem Punkt angelötet, dann exakt ausgerichtet und endgültig verlötet. Ebenso darf für IC 6 — wenn überhaupt — nur eine Flachfassung verwendet werden, damit die Bauteile nicht zu weit hervorstehen, weil sie sonst gegen die Frontplatte stoßen.

Die Anzeigenplatine wird im rechten Winkel auf die Hauptplatine aufgesetzt und stumpf verlötet. Man muß dabei aufpassen, daß kein Bauteil der Anzeigenplatine über die Vorderkante

der Hauptplatine hinausragt, da die Hauptplatine beim späteren Zusammenbau genau mit der Frontplatte abschließt.

Nach Anlegen der Versorgungsspannung müssen jetzt die Sieben-Segmentanzeigen aufleuchten. Durch Umschalten der Bereichsschalter (Meßart Frequenzmessung) läßt sich feststellen, ob die Vornullunterdrückung und die Dezimalpunktumschaltung einwandfrei arbeiten. In Schalterstellung S 2 und S 9 muß die Gate-Anzeige im Sekundentakt aufleuchten.

Im Anschluß daran kann die Hauptplatine mit den Vorverstärkern fertigbestückt werden. Alle Bauteile sollten möglichst kurz montiert werden, d. h. dicht auf der Platine aufliegen. R 62 wird — wie schon erwähnt — von der Rückseite bestückt. Die Transistoren BFY 90 haben noch einen vierten Anschluß (Abschirmung), der nicht benötigt und deshalb entfernt wird.

Auf kurze Verbindungen kommt es besonders beim Bestücken des 500-MHz-Vorverstärkers an. Auf keinen Fall sollte ein Sockel für das IC 11 C 90 verwendet werden. Dieser Schaltkreis muß unbedingt direkt eingelötet werden.

Um die Verdrahtung zwischen Hauptplatine und BNC-Buchsen bzw. zu Schalter S 15 steckbar zu machen, können Lötnägel und Federstecker verwendet werden. Für die beiden Anschlüsse „VV1-3“ vorne rechts auf der Platine müssen die Lötnägel gekürzt und von oben eingelötet werden, damit sie den darunterliegenden Schaltersatz

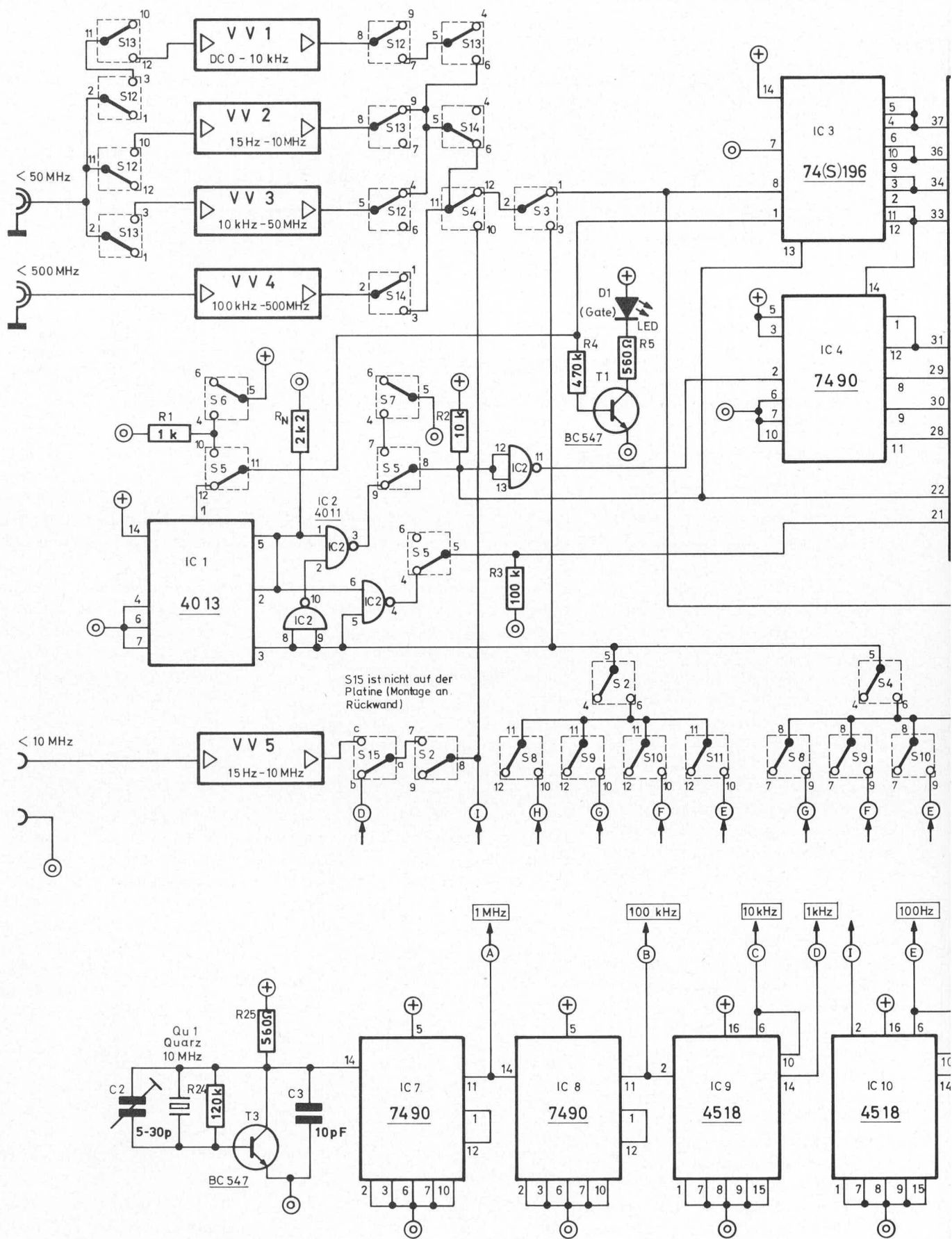
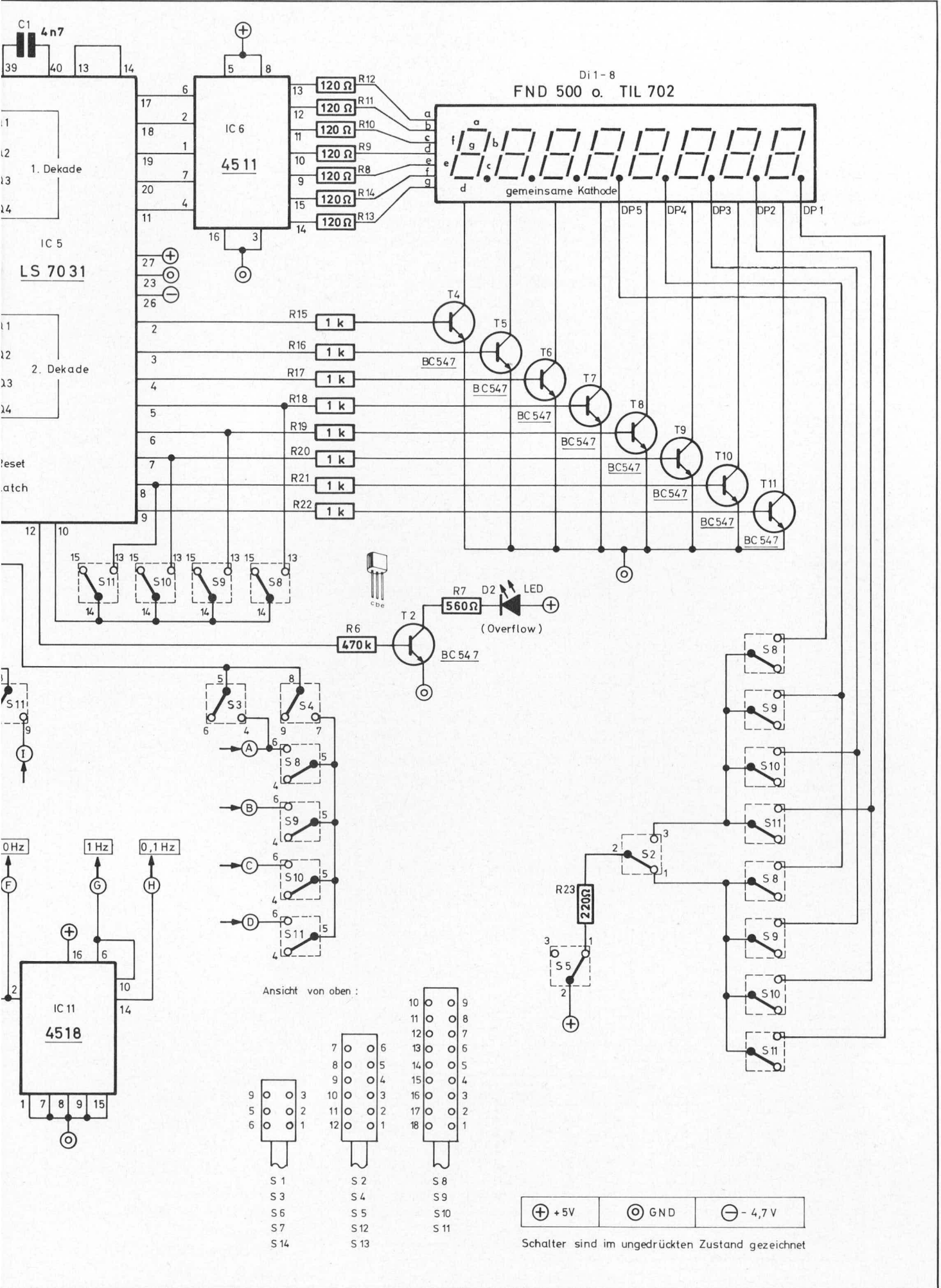


Bild 1: Schaltbild des Universalfrequenzzählers FZ 500



Stückliste

Frequenzzähler FZ 500

Stückliste für 50 MHz-Ausführung, mit sämtlichen Vorverstärkern bis auf VV 4 (500 MHz-Vorverstärker).

1. Digitalteil:

Widerstände: (1% Metallfilm)

R1, R15-22	1 k Ω
R2	10 k Ω
R3	100 k Ω
R4, R6	470 k Ω
R5, R7, R25	560 Ω
R8-14	120 Ω
R23	220 Ω
R24	120 k Ω
RN	2,2 k Ω

Kondensatoren:

C1	4,7 nF
C2	5-30 pF Trimmer
C3	10 pF

Halbleiter:

D1, D2	LED, 5mm, rot
DIS1-8	FND 500 o. TIL 702
T1-T11	BC 547
IC1	CD 4013
IC2	CD 4011
IC3	SN 74196 (74S196)
IC4, IC7, IC8	SN 7490
IC5	LS 7031
IC6	CD 4511
IC 7-11	CD 4518

Sonstiges:

S1-14	14-er Drucktasten-aggregat mit Knöpfen
Qu1	10 MHz-Quarz
20 Lötnägel+Federstecker	1,3mm

2. Netzteil:

Widerstände: (1% Metallfilm)

R26	1 k Ω
-----	--------------

Konsatoren:

C4, C5	2200 μ F, 16 V radial
C6, C7	1000 μ F, 25 V radial

Halbleiter:

D3	Zenerdiode 4,7 V, 1,3 Watt
Gl 1, Gl 2	B 40 C 1500
Gl 3, Gl 4	B 40 C 800
IC12, IC13	7805
IC14	7812

Sonstiges:

TR1	NTR 220, 2x 6V, 2x0,8A
TR2	NTR 221, 2x12V, 2x0,4A
1 Einschraubensicherungshalter	
1 Sicherung 50 - 160 mA flink	
1 Netzkabel zweiadrig	
1 Netzkabeldurchführung	

3. Vorverstärker:

a) VV 1:

Widerstände: (1% Metallfilm)	
R27	1 M Ω
R28	47-100 k Ω
R29	1 k Ω

Halbleiter:

D4, D5	1 N 4148
T12	BC 547
IC15, N1	1/2 SN 7413

b) VV 2 und VV 5:

Widerstände: (1% Metallfilm)	
R30, R 42	1 M Ω
R31, R43	270 k Ω
R32, R37, R44, R49	4,7 k Ω
R33, R39, R45, R51	3,3 k Ω
R34, R46	1,5 k Ω
R35, R38, R47, R50	47 k Ω
R36, R48	1 k Ω
R40, R52	680 Ω
R41, R53	33 Ω
P1, P2	5 k Ω Trimmer
IC 15, N2	1/2 SN 7413

Kondensatoren:

C8, C15	220 nF
C9, C16	3,3 nF
C10, C11, C17, C18	22 μ F, 10 V Tantal
C12, C19	470 pF (0-820 pF)
C13, C20	10 nF
C14, C21	100 μ F, 16 V radial

Halbleiter:

D6-D9	1 N 4148
T13, T17	BF 245 B
T14, T15, T18, T19	BC 307
T16, T20	BF 199
IC 15, N 2	1/2 SN 7413

c) VV 3

Widerstände: (1% Metallfilm)

R54	1 M Ω
R55	270 k Ω
R56	1 k Ω
R57-61, R64	560 Ω
R62	2,2 k Ω
R63	4,7 k Ω
R65	220 Ω
P3	1 k Ω Trimmer

Kondensatoren:

C22	100 nF
C23	100 pF
C24, C25	4,7 μ F, 10 V, Tantal
C26	10 μ F, 16 V, radial
C27, C28	4,7 μ F, 16 V, radial

Halbleiter:

D10, D11	1 N 4148
T21	BF 245 B
T22, T23	2 N 918 (BFY 90)
IC16	LM 733

d) Sonstiges:

S15	Kippschalter 1 x Um
3 BNC-Buchsen	
30cm Kabel, zweiadrig abgeschirmt	
15cm Kabel, einadrig abgeschirmt	

Stückliste 500 MHz-Vorverstärker (VV 4)

Widerstände: (1% Metallfilm)

R66, R68	56 Ω
R67	10 k Ω
R69	1 k Ω
R70	560 Ω
P4	5 k Ω Trimmer

Kondensatoren:

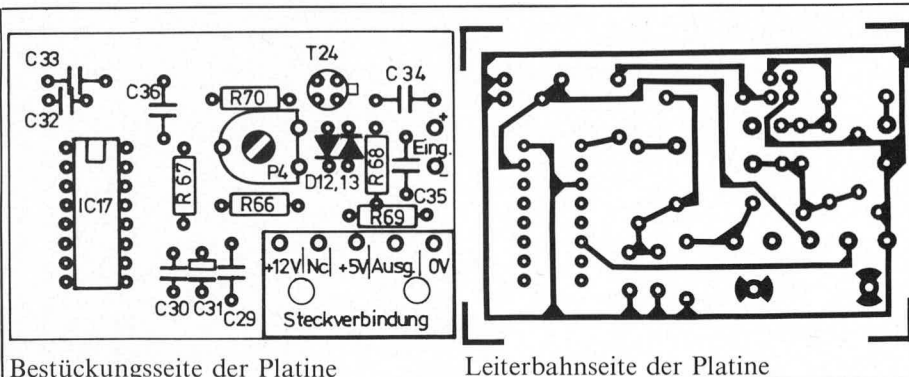
C29, C33-C35	100 nF
C30	100-470 pF
C31	10-22 μ F, 16 V, radial
C32	150 pF
C36	10-100 nF

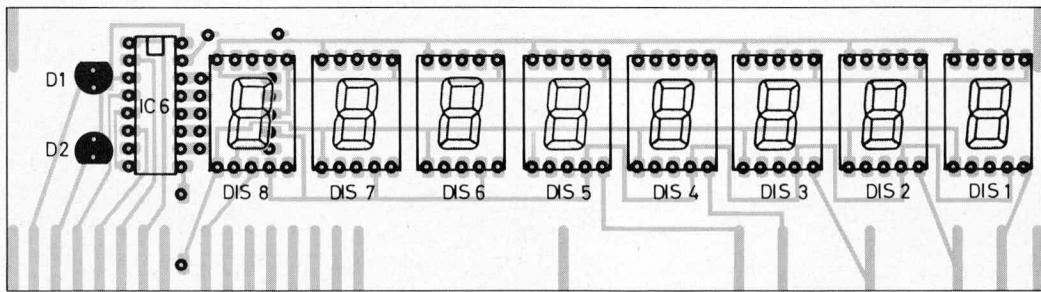
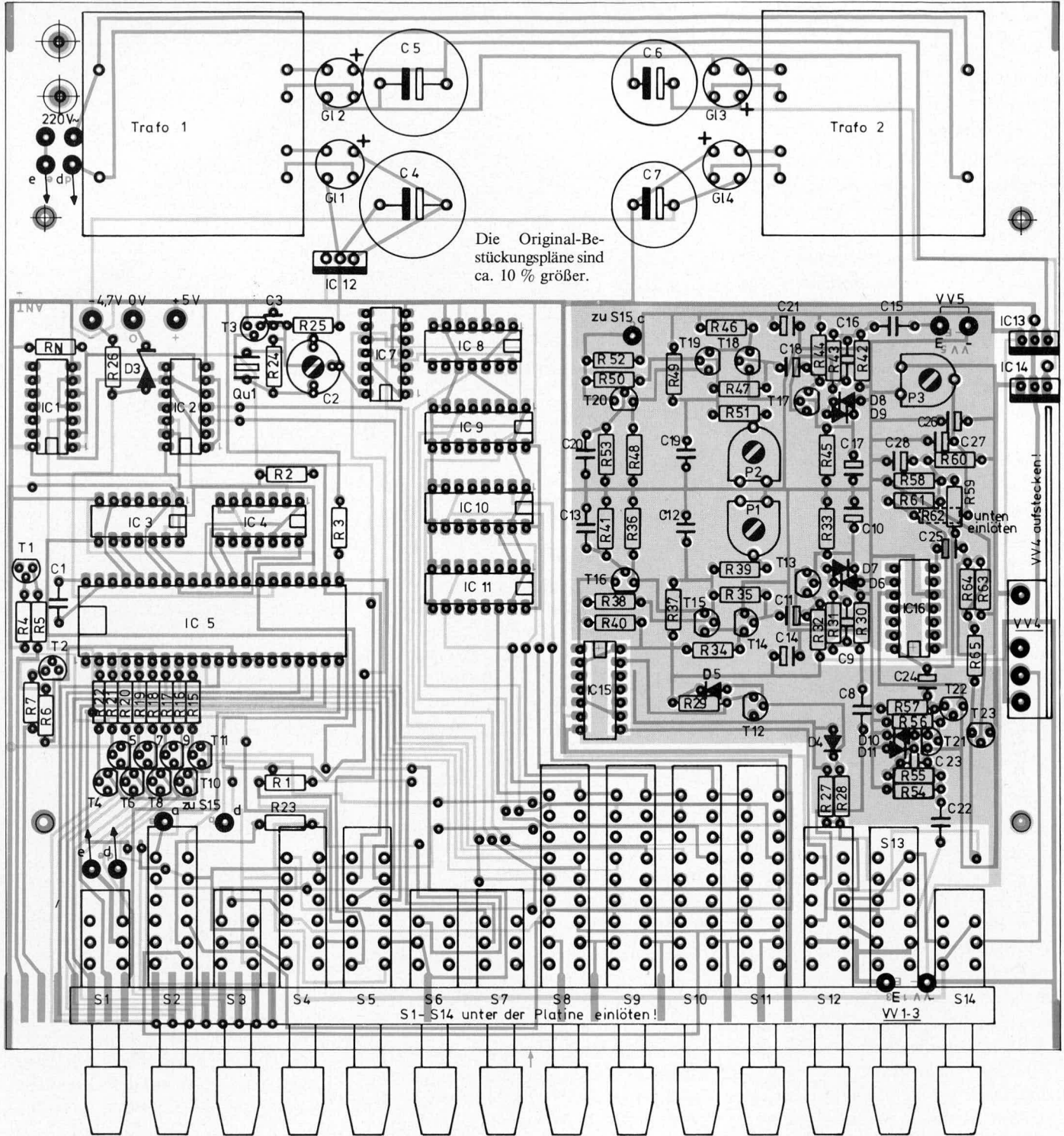
Halbleiter:

D12, D13	1 N 4148
T24	2 N 918 (BFY 90)
IC17	11 C 90

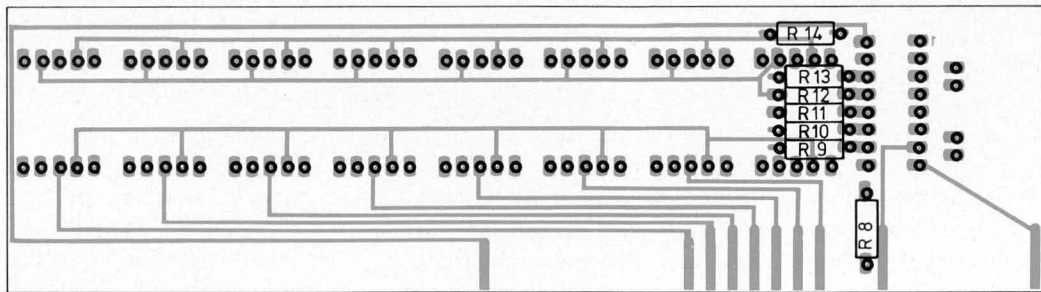
Sonstiges:

1 Federleiste 5-polig	
Stückliste Gehäuse FZ 500	
1 Gehäuse mit Rückplatte	
1 Frontplatte, mehrfarbig bedruckt, gestanzt	
1 Tragegriff, verstellbar, mit Montagematerial	
4 Montageschrauben, Distanzbolzen, Gerätefüße	





Bestückungsplan Vorderseite der Anzeigplatine des FZ 500



Bestückungsplan Rückseite der Anzeigplatine des FZ 500

nicht berühren. Unbedingt einzulöten sind die vier Lötnägel an der rechten Außenkante, auf die die 500-MHz-Vorverstärkerplatine aufgesteckt wird.

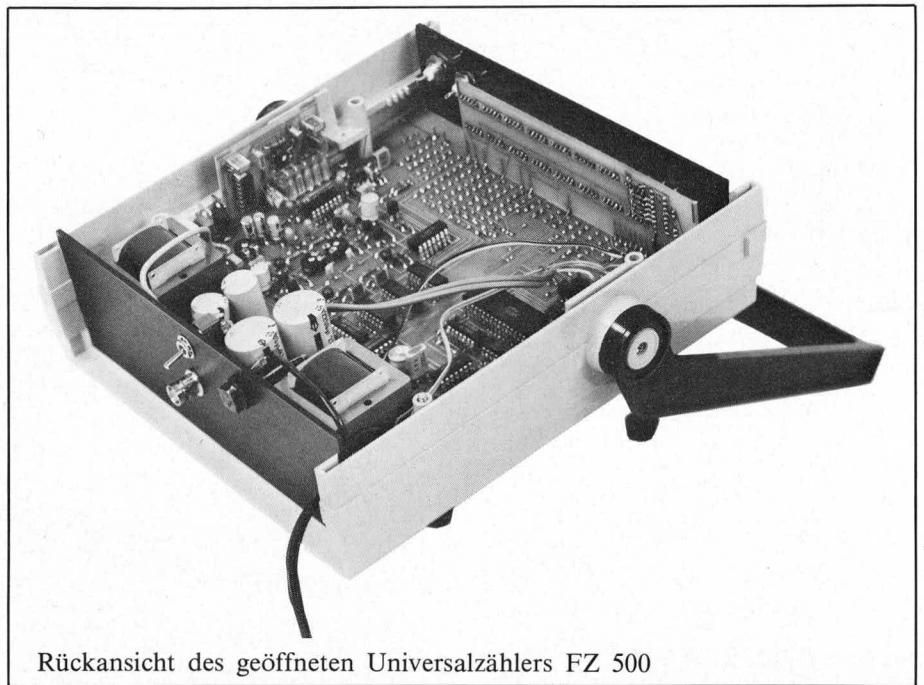
In der Rückwand des Gehäuses sind vier Bohrungen anzulegen, die Durchführung für das Netzkabel hinten links, eine Bohrung für den Einschraubversicherungshalter zwischen Trafo 1 und C 5 sowie zwei Bohrungen für Schalter S 15 und die rückwärtige BNC-Buchse (in der Mitte der Rückwand zwischen den Siebelkos).

Vor dem Abgleich sollte jetzt die Schaltung provisorisch ins Gehäuse eingesetzt und verdrahtet werden. Die 50-MHz-Buchse wird mit den Punkten „VV1-3“ verbunden, die 500-MHz-Buchse direkt mit abgeschirmtem Kabel mit der 500-MHz-Vorverstärkerplatine. Der Eingang des Vorverstärkers 5 („VV 5“) wird an die rückwärtige BNC-Buchse angeschlossen und Schalter S 15 mit den Punkten a, b und c, wie im Schaltplan angegeben. Auch dieses Kabel sollte abgeschirmt sein. Die Abschirmung legt man am besten an den Masseanschluß der hinteren BNC-Buchse.

Abgleich

Der Abgleich der Vorverstärker ist im Prinzip unproblematisch, da pro Vorverstärker (mit Ausnahme von VV 1, der keinen Abgleich benötigt) jeweils nur ein Trimmer so eingestellt werden muß, daß der Verstärker mit höchster Empfindlichkeit arbeitet. Gute Dienste leisten hierbei Meßgeräte wie ein Signalgenerator und ein Oszilloskop, mit deren Hilfe die ideale Kurvenform der Ausgangssignale eingestellt werden kann. Ohne solche Hilfsmittel ist der Abgleich natürlich etwas mühseliger, da man dann nur durch wiederholtes Ausprobieren die günstigen Arbeitspunkte der Verstärker finden kann.

Die prinzipielle Arbeitsweise der Vorverstärker, Meßarten und Meßbereiche läßt sich jedoch bereits mit den intern vorhandenen Frequenzen überprüfen und zum Teil auch abgleichen. Dabei geht man am besten so vor: Am Anschluß 11 von IC 9 der Quarzeitbasis liegt in jeder Betriebsart immer eine Frequenz von 5 kHz an. Schließt man diese Frequenz an die 50-MHz-Buchse an, dann muß der Zähler in Schalterstellung S 2 und S 11 eine 5.0 anzeigen (entsprechend 5 kHz). In den anderen drei Bereichen muß das gleiche Ergebnis angezeigt werden, nur je-



Rückansicht des geöffneten Universalzählers FZ 500

weils mit zehnfach höherer Auflösung. Schaltet man die Meßart Periodendauermessung ein, muß der Zähler 0,2 (ms) anzeigen und in Meßart P/A (gemittelte Perioden) 200 (μ s). Auf gleiche Weise können der DC-Vorverstärker (S 12 und S 13 gleichzeitig drücken) und der 50-MHz-Vorverstärker geprüft werden. Bei diesen Versuchen darf natürlich S 15 nicht eingeschaltet sein, da sonst die Teilerkette der Quarzeitbasis zwischen den Punkten D und I unterbrochen ist.

Zur Kontrolle der Meßart Ereigniszählung (EV) benutzt man eine 1-kHz-Frequenz, die bequem am Schalter S 15 abgegriffen werden kann (Punkt b). Nach Betätigen der Starttaste zählt der Zähler fortlaufend aufwärts mit einer Auflösung von einer tausendstel Sekunde. Dieses Beispiel zeigt gleichzeitig, wie der Zähler vorteilhaft als Stoppuhr eingesetzt werden kann. Zwischenergebnisse (= Zwischenzeiten) lassen sich durch erneutes Betätigen der Start/Stop-Taste ablesen. Rücksetzung auf Null ist jederzeit mit Hilfe der Reset-Taste möglich. Wer den Zähler häufiger als Stoppuhr einsetzen möchte, kann die 1-kHz-Frequenz auch über eine Buchse in der Rückwand zugänglich machen. Selbstverständlich kann man für diesen Zweck auch höhere oder niedrigere Frequenzen aus der Zeitbasis abgeifen. An Pin 12 von IC 7 liegt eine Frequenz von 5 MHz an, mit der die Arbeitsweise des 500-MHz-Vorverstärkers überprüft werden kann. Angezeigt werden jedoch nur 500 kHz, da der Vorverstärker einen Zehnteiler enthält.

Um Frequenzverhältnisse zu messen, wird eine Vergleichsfrequenz an die hintere BNC-Buchse angeschlossen und S 15 und S 2 eingeschaltet. Legt man versuchsweise dieselbe Frequenz sowohl an die hintere als auch an die vordere BNC-Buchse, so beträgt das Verhältnis der Frequenzen natürlich 1 : 1, und der Zähler muß folglich 1 anzeigen. Die Auflösung richtet sich nach dem gewählten Bereich.

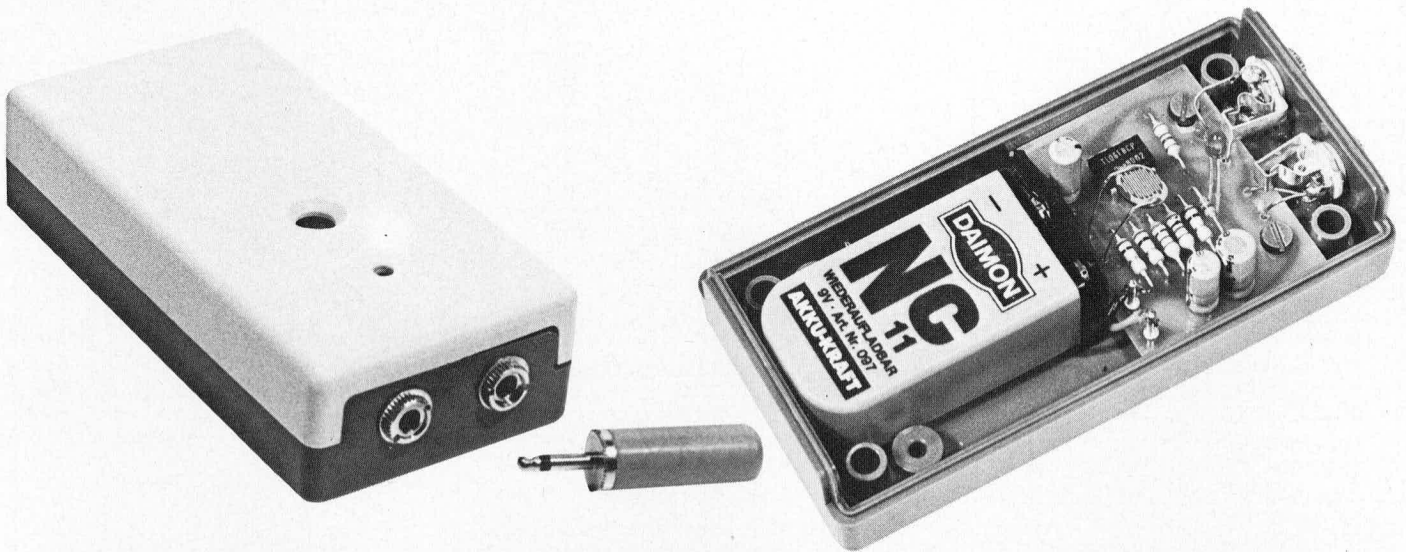
Endmontage

Vor dem endgültigen Zusammenbau müssen noch die eingespritzten Stützen und Noppen im Gehäuseboden entfernt werden, die unmittelbar unter dem Schaltersatz zu liegen kommen, ebenso die Stützen und Noppen hinten im Gehäusedeckel oberhalb der Trafos und der Siebelkos. In den Seitenteilen des Gehäuses befinden sich gegenüber der Griffbefestigung zwei Flächen, die ebenfalls gekürzt werden müssen, da die Hauptplatine den gesamten Innenraum einnimmt.

Die vier Befestigungsschrauben werden zusammen mit den Gerätefüßen von unten durch die Bodenplatte gesteckt, dann folgen in dieser Reihenfolge die vier Distanzbolzen, die Hauptplatine mit Front- und Rückwand, die Seitenteile und das Gehäuseoberteil. Zum Schluß wird jetzt noch der Tragegriff aufgesetzt und verschraubt.

Viel Freude und vor allem viel Erfolg beim Nachbau und Einsatz dieses universellen Zählers wünscht Ihnen Ihre ELV-Redaktion.

Sherlock Holmes in der Schublade



Hinter diesem Namen verbirgt sich ein kleines Gerät, das man auch als Lichtdetektor bezeichnen könnte, denn es registriert, ob Schrank, Koffer, Schublade etc. während der Abwesenheit des Eigentümers geöffnet und dadurch dem Licht ausgesetzt waren.

Das hier vorgestellte Gerät zeichnet sich durch seinen einfachen, auch von Newcomern leicht durchzuführenden Aufbau sowie durch vielseitige und interessante Anwendungsmöglichkeiten aus.

Daß der Aufbau zudem sehr preiswert durchzuführen ist, kommt dem Nachbauwunsch vieler Leser sicherlich sehr entgegen.

Durch sein neutrales und unauffälliges Äußeres wird das Gerät von „Nicht-Eingeweihten“ kaum registriert, was dem Aufgabenbereich dieser Schaltung wiederum entgegen kommt.

Das Gerät besitzt einen Lichtsensor (LDR) als Fühler, eine Leuchtdiode (LED) als Anzeigeelement sowie zwei Klinkenbuchsen, die eine zum Ein- und Ausschalten, die andere zur Abfrage der gespeicherten Information (Licht eingefallen, d. h. die Schublade wurde geöffnet, oder kein Licht eingefallen, d. h. die Schublade blieb geschlossen).

Es wurde bewußt auf einen Schalter verzichtet, damit Unbefugte keine Manipulationen an dem Gerät vornehmen können.

Befindet sich der Klinkenstecker, dessen Anschlüsse intern miteinander verbunden (gebrückt) wurden, in der Klinkenbuchse S1, so ist das Gerät ausgeschaltet. Entfernt man den Klinkenstecker aus der Klinkenbuchse S1, so wird das Gerät dadurch aktiviert.

Wird nun der LDR für länger als 3 Sekunden dem Licht ausgesetzt (Schublade geöffnet), so ändert die Schaltung ihren Zustand, und die LED leuchtet auf, sobald man den Klinkenstecker zur Prüfung (Abfrage) in die Klinkenbuchse S2 steckt.

Die LED bleibt erloschen, wenn die Zeitdauer des Lichteinfalls 3 Sekunden nicht überschritten hat.

Daß die LED nur aufleuchten kann, wenn der Klinkenstecker sich in der Klinkenbuchse S2 befindet, hat zwei entscheidende Vorteile:

1. Hat die Schaltung aufgrund von Lichteinwirkung ihren Zustand geändert, so bleibt der Stromverbrauch sehr gering, weil die LED erst durch Schließen von S2 aufleuchten und damit Strom aufnehmen kann.
2. Ein evtl. unerwünschter Neugieriger wird nicht durch Aufleuchten einer LED unnötig aufmerksam gemacht.

Zur Schaltung

Die Widerstände R1 und R2 sind als Spannungsteiler geschaltet. Die an ihrem Mittelpunkt anliegende halbe Batteriespannung gelangt über R6 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des Operationsverstärkers IC 1, der somit auf ca. 4,5 Volt liegt.

Der Kondensator C1 dient zur Unterdrückung von Störspitzen.

Der lichtempfindliche Widerstand (LDR) R3 und der Widerstand R4 sind ebenfalls als Spannungsteiler geschaltet. Die an ihrem Mittelpunkt anliegende Spannung ist nun aber abhängig von der Widerstandsgröße des LDR, dessen Widerstand von der Beleuchtungsstärke abhängt. Über R5 gelangt diese an Punkt B anliegende Spannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des IC 1.

Ist der LDR abgedunkelt, so liegt sein Widerstandswert weit über 100 k Ω , so daß die Spannung an Punkt B kleiner als an Punkt A ist.

Daraus folgt, daß die Spannung am invertierenden (-) Eingang des IC 1 größer ist als am nicht invertierenden (+) Eingang.

Der Ausgang (Pin 6) liegt somit auf ca. 0 Volt.

Schließt man den Schalter S2 durch Einstecken des Klinkenstreckers, so bleibt die LED erloschen.

Wird der LDR hingegen dem Licht ausgesetzt, so liegt sein Widerstandswert weit unterhalb von 100 k Ω , und die Spannung an Punkt B ist größer als an Punkt A, d. h. daß nun der nicht invertierende Eingang des IC 1 positiver als der invertierende ist und der Ausgang (Pin 6) dadurch auf ca. +U_B (ca. 9 Volt) geht.

Über die Diode D1 bleibt dieser Zustand erhalten (Mitskopplung), unab-

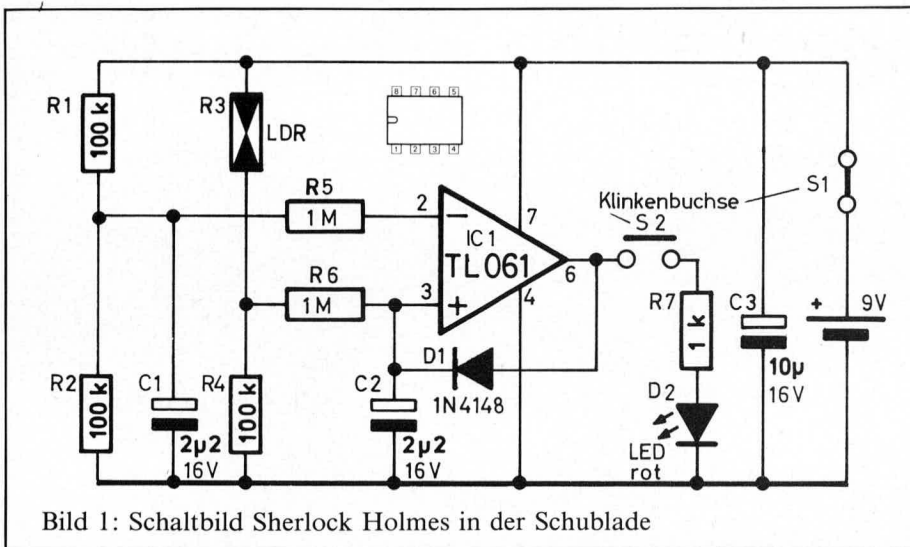


Bild 1: Schaltbild Sherlock Holmes in der Schublade

hängig vom weiteren Verlauf des Widerstandswertes des LDR (Speicherzustand).

Wird nun S2 geschlossen, so leuchtet die LED auf, als Zeichen dafür, daß irgendwann einmal Licht auf den LDR gefallen war.

Damit man nun aber das Gerät nicht immer im Dunkeln in die Schublade hineinlegen und wieder herausnehmen muß, wurde eine Ansprechverzögerung von ca. 3 Sekunden mit Hilfe des Kondensators C2 eingebaut.

Anwendungshinweise

Der Klinkenstecker befindet sich in der Klinkenbuchse S1, wodurch das Gerät ausgeschaltet ist.

Bevor er entfernt wird, ist mit dem Daumen der LDR abzudecken.

Nun kann der Klinkenstecker entfernt werden, wodurch das Gerät eingeschaltet wird, und dieses kann anschließend in der zu überwachenden Schublade deponiert werden.

Man muß darauf achten, daß die Schublade innerhalb von 1 bis 2 Sekunden geschlossen wird, nachdem der Daumen den LDR freigegeben hat, damit keine Fehlschaltung ausgelöst wird.

Gleichermaßen verfährt man, wenn man das Gerät zur Prüfung seines Schaltzustandes aus der Schublade entnimmt. Der Daumen muß innerhalb von 1 bis 2 Sekunden den LDR abdecken.

Nun steckt man den Klinkenstecker in die Klinkenbuchse S2 und überzeugt sich, ob die LED aufleuchtet oder nicht.

Bevor man jedoch jemanden verdächtigt, sollte man sich durch einige Tests von der Zuverlässigkeit des Gerätes überzeugen.

Um die Schaltung in ihren Grundzustand zu versetzen, muß sich der Klinkenstecker mindestens 1 Minute in der Klinkenbuchse S1 befinden, damit sich C2 genügend entladen kann.

Die Stromaufnahme der Schaltung liegt bei ca. 0,2 mA (LED erloschen), was einer Betriebsdauer von ca. 1000 Stunden und mehr entspricht.

Zum Nachbau

Diese Schaltung ist, wie eingangs bereits erwähnt, auch für den Newcomer zum Nachbauen gut geeignet.

Hält man sich beim Aufbau genau an den Bestückungsplan, ist der Erfolg so gut wie sicher.

Der Anschluß der Klinkenbuchse S1 und S2 sowie der des Klinkensteckers ist in Bild 2 gezeigt, während Bild 3 einen Blick in das fertig aufgebaute, geöffnete Gerät vermittelt.

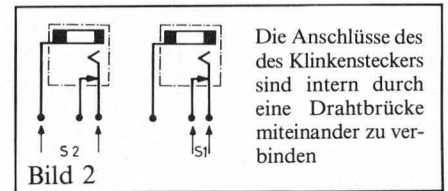


Bild 2

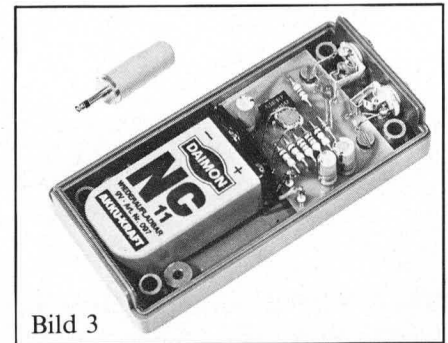


Bild 3

Damit die Batterie in dem kleinen Gehäuse Platz findet, sind die Innenseiten von zweien der vier vorhandenen, am Deckel angebrachten Gehäuseschraubungen etwas anzufeilen.

Wir wünschen unseren Lesern viel Erfolg beim Aufbau dieser interessanten Schaltung.

Stückliste

Sherlok Holmes in der Schublade

Halbleiter

IC 1	TL 061
D1	IN 4148
D2	LED, rot

Kondensatoren

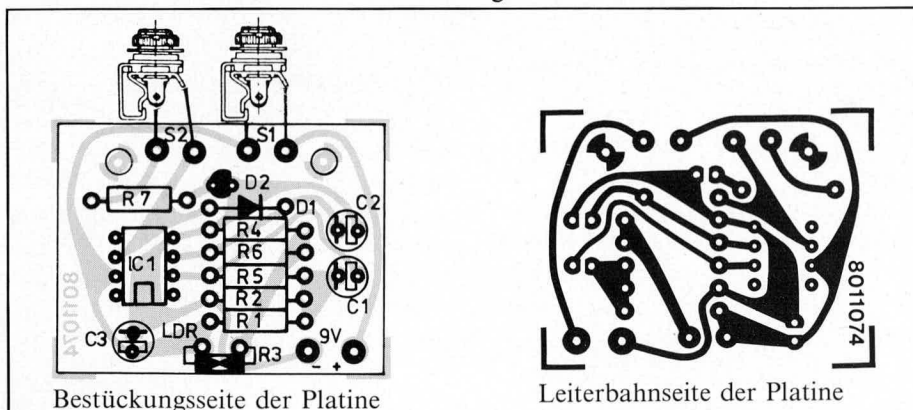
C1	2,2 µF/16 V
C2	2,2 µF/16 V
C3	10 µF/16 V

Widerstände

R1	100 kΩ
R2	100 kΩ
R3	LDR 07
R4	100 kΩ
R5	1 MΩ
R6	1 MΩ
R7	1 kΩ

Diverses

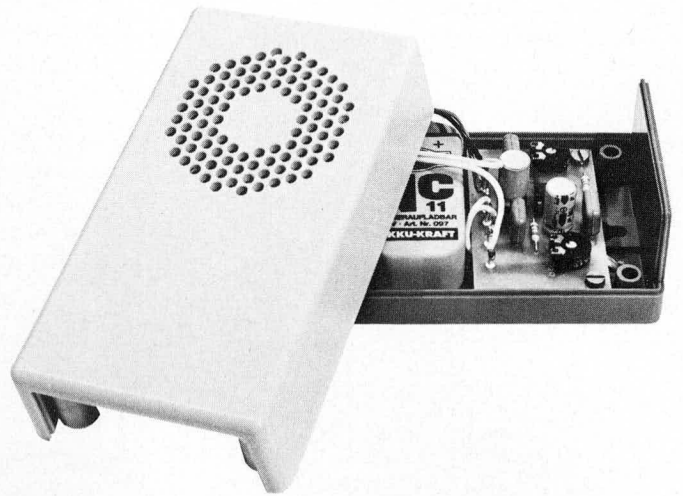
- 2 Klinkenbuchsen 3,5 mm
- 1 Klinkenstecker 3,5 mm
- 1 Batterieclip



Bestückungsseite der Platine

Leiterbahnseite der Platine

Dreiklang-Gong



Ein melodischer Dreiklang-Gong, wie er auch an Flughäfen vor einer Durchsage oder in Kaufhäusern ertönt, ist normalerweise mit Hilfe von sehr aufwendigen und sehr großen Resonanzkörpern zu erzeugen.

Durch die hier vorgestellte, besonders einfach aufzubauende Schaltung, die die elektromechanische Türglocke ersetzen kann, wird diese Tonfolge eines Dreiklang-Gongs mit wohltonendem Sound nahezu perfekt bei geringem Aufwand nachvollzogen.

Zur Schaltung

Aus einem Mutteroszillator, dessen Frequenz in einem Bereich von 10 kHz bis 100 kHz liegt, werden durch Teilung durch 20, 24 und 30 die drei Tonfolgefrequenzen abgeleitet. Die Grundfrequenz wird durch die RC-Kombination, bestehend aus R3, R4 sowie C3, bestimmt. Liegt sie z. B. bei 13,2 kHz, so ergeben sich daraus die Tonfolgefrequenzen zu 660, 550 und 440 Hz.

Eine der drei Frequenzen wird weiter geteilt und damit die Zeitbasis für den Abklingvorgang gewonnen.

Je ein 4-Bit-A/D-Wandler pro Ton erzeugt daraus die Abklingspannung, mit der die drei Töne nacheinander eingeschaltet und einander überlappend wieder abgeschwächt werden.

Der Ausgang des IC's SAB 0600, in dem die eben erwähnten Schaltungsteile weitgehend integriert sind, kann einen Lautsprecher mit 8 Ω mit ca. 0,16 W direkt treiben.

Die Ausgangsspannung ist rechteckförmig. Zur wahlweisen Erzielung eines weicheren Klangbildes kann der Oberwellengehalt der Ausgangsspannung durch Beschaltung mit einem Kondensator (C4) von Anschluß 8 nach Masse (-) verringert werden.

Mit dem Trimmerpotentionmeter R2 ist eine Lautstärkeregelung möglich.

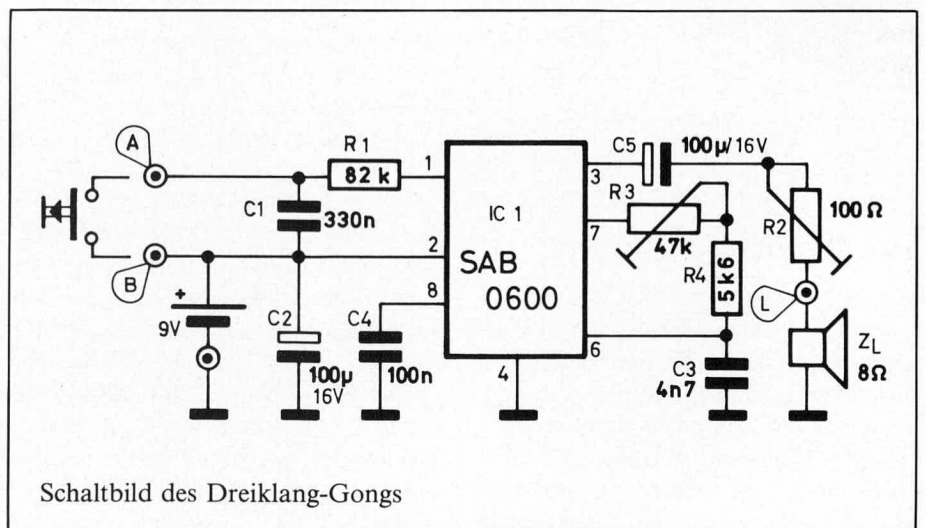
Die Tonfolge wird gestartet, indem die Punkte A und B der Schaltung miteinander verbunden werden oder indem eine Gleich- oder Wechselspannung von 0 V (Kurzschluß der Punkte A-B) bis 20 V an diese Punkte angelegt wird (z. B. Anschalten des Klingeltrafos über den Klingelknopf an A und B). Eine Wechselspannung ist deshalb zulässig, da in dem IC eine interne Diodenschaltung die negativen Halbwellen kurzschließt.

Um Fehlauflösungen durch Störeinstreuung insbesondere auf längeren Leitungen auszuschließen, wird die Tonfolge nur dann ausgelöst, wenn die

Auslösespannung länger als 2 ms (= 0,002 s) an den Punkten A-B anliegt.

Zur Stromversorgung der Schaltung dient eine kleine 9-Volt-Batterie, da die Schaltung nur im aktiven Zustand Strom aufnimmt und sich nach Abklingen der Tonfolge selbstständig ausschaltet. Liegt die Auslösespannung (Klingelknopf gedrückt) nach Ablauf der Tonfolge noch oder erneut an, so wiederholt sich der Dreiklang ein weiteres Mal.

Die Ruhestromaufnahme der Schaltung ist praktisch kaum meßbar und liegt typisch unter 1 μ A (= 0,000001 A).



Schaltbild des Dreiklang-Gongs

Zum Nachbau

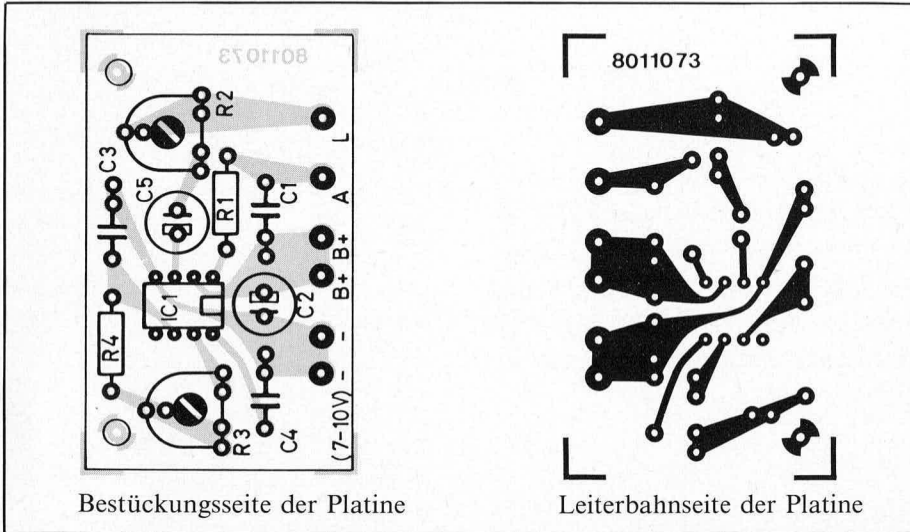
Der Nachbau dieser interessanten Schaltung gestaltet sich, wie eingangs schon erwähnt, recht problemlos.

Bei den Elektrolytkondensatoren ist auf die richtige Polung zu achten. Beim Einlöten des IC's sollte man zwischen den Lötungen an den einzelnen Pin's jeweils eine kleine Pause einlegen, um eine Überhitzung dieses Bauelementes zu vermeiden.

Zum Schluß wollen wir noch anmerken, daß es wichtig ist, den Lautsprecher in ein Gehäuse, welches dann als Resonanzkörper dient, einzubauen, um einen möglichst „satten“ Klang zu erhalten.

Eine „kompakte“ Lösung stellt das abgebildete Gehäuse dar, wobei selbstverständlich die Schaltung auch in ein schon vorhandenes Lautsprechergehäuse eingebaut werden kann.

Türklingel ade, Dreiklang-Gong vor!



Stückliste Dreiklang-Gong

Halbleiter

IC 1 SAB 0600

Kondensatoren

C1 330 nF
 C2 100 uF/16 V
 C3 4,7 nF
 C4 100 nF

Widerstände

R1 82 kΩ
 R2 100 Ω, Trimmer
 R3 47 kΩ, Trimmer
 R4 5,6 kΩ

Diverses

1 Kleinlautsprecher, 8Ω/0,2 Watt
 1 Batterieclip
 6 Lötstifte

Neues Videorecordersystem für die 80er Jahre

ELV
extra

„Video 2000“ mit Acht-Stunden-Cassette

Grundig startete zur Berliner Funkausstellung unter dem Namen „Video 2000“ das neue Videorecordersystem für die 80er Jahre. Kern dieses von Grundig und Philips gemeinsam entwickelten Systems ist eine neue Halb-Zoll-Cassette im Taschenbuchformat, die ähnlich der weltweit eingeführten



Der Farbfernsehrecorder „Video 2 x 4“ ist als Frontlader konzipiert, bei dem sich erstmalig in Europa die Videocassette bequem von vorne einführen läßt. Die fortschrittliche Wendecassette im Taschenformat bietet bis zu 2 x 4 Stunden Spielzeit und halbiert damit die Kosten je Spielzeit-Stunde.

Audio-Compact-Cassette auf zwei Seiten bespielt werden kann. Gegenüber dem SVR-System ermöglicht sie trotz reduzierter Bandlänge eine verdoppelte Spielzeit, nämlich zwei mal vier Stunden. Damit sinken die Bandkosten pro Spielzeit-Stunde auf weniger als 10,— DM.

Wichtiges Bestandteil des neuen Systems ist eine von der professionellen Studioteknik abgeleitete elektroni-

sche Regeleinrichtung, bei der die Videoköpfe der aufgezeichneten Informationsspur automatisch folgen und so eine hundertprozentige Sicherheit für optimale Abtastung garantieren. Das bedeutet eine absolute Austauschbarkeit von Cassetten zwischen beliebigen Geräten desselben Systems. Dies wird insbesondere den Verkauf vorbespielter Cassetten erleichtern. Auf diesem Gebiet zeichnen sich

bereits jetzt erhebliche Aktivitäten ab. Heute schon können Super-8-Filme auf Cassette überspielt werden. Zu erwarten ist ein reichhaltiges Angebot von Spielfilmen auf Video-Cassetten.

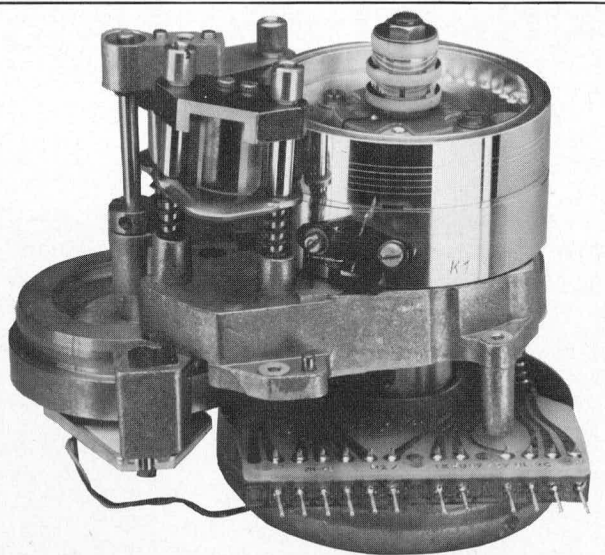
„Video 2000“ ist so ausgelegt, daß es leicht an alle Fernseh-Standards der Welt angepaßt werden kann. Zukunftsentwicklungen, wie die Einführung von Zwei-Ton-Fernsehen oder die Markteinführung neuartiger Video-Bänder sind in diesem System bereits berücksichtigt. Dabei werden die neuen Geräte mit einem noch höheren Bedienungskomfort als die bisherigen ausgerüstet sein und sich der jeweils eingelegten Bandsorte automatisch anpassen. Der Einkaufspreis liegt bei ca. 2 600,— DM.

Die Einführung von „Video 2000“ bedeutet nicht, daß das bisherige VCR/SVR-System aufgegeben wird. Dies gilt auch für die professionellen Geräteausführungen mit einstündiger Spieldauer nach Europa-Standard 1 (ursprünglicher VCR-Standard).

Mit dem von Grundig und Philips entwickelten „Video 2000“ wurde die Voraussetzung eines einheitlichen europäischen Standards für Heimgeräte geschaffen mit dem Ziel, den Anwendern im weltweiten Wettlauf der Systeme die neueste Technik und vor allem Zukunftssicherheit zu bieten.

Ab sofort wird der Heim-Videorecorder Video 2 x 4 von Grundig, mit erweiterter Ausstattung für zusätzliche Wiedergabefunktionen geliefert. Neben der normalen Bildwiedergabe sind beim Recorder Video 2 x 4 plus per Tastendruck auch die Betriebsarten Standbild, Zeitlupe und Zeitraffer möglich. Aufgrund des automatischen Spurfolgesystems — kurz DTF ge-

Kopftrommel-Aggregat des Grundig Videorecorders „Video 2 x 4“. Oben an der Achse des Kopfrades befinden sich zwei Schleifringe für die Signale zur dynamischen Spurnachführung. Links von der Kopftrommel, deren Durchmesser 65 mm beträgt, sind der Video-Löschkopf und die Capstanwelle zu sehen.



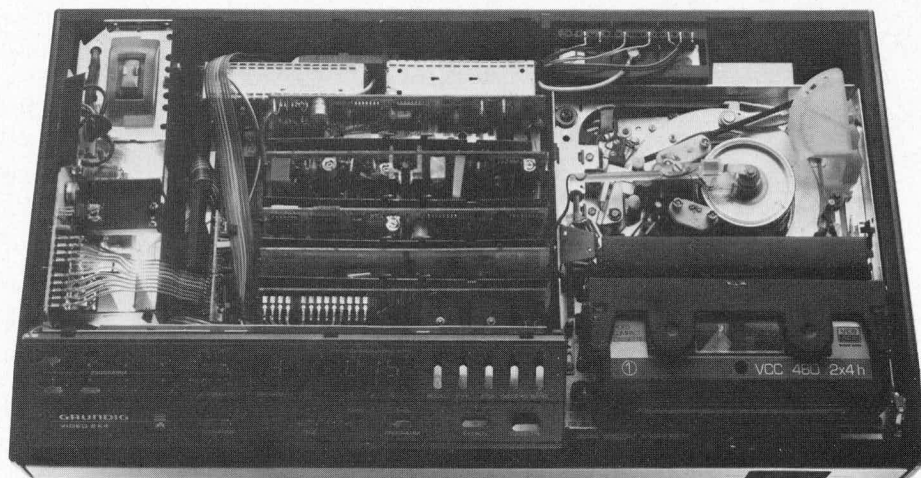
annt — mit dem der Recorder arbeitet, erfolgt die Wiedergabe in den zusätzlichen Betriebsarten mit der gleichen guten Bildqualität wie im Normalbetrieb, was ein Novum auf dem Gebiet der Heim-Videorecorder darstellt.

Die hervorragende Wiedergabe bei Standbild, Zeitlupe und Zeitraffer erfolgt absolut störzonenfrei. Bei der Betriebsart Zeitlupe kann man wichtige Vorgänge mit einem Drittel der normalen Geschwindigkeit ablaufen lassen und dabei genau beobachten. Der Zeitraffer bringt dagegen die Aufzeichnung mit dreifacher Geschwindigkeit zum Ablauf und erleichtert das rasche Auffinden bestimmter Programmstellen. Ein weiteres neues Ausstattungsmerkmal des Modells Video 2 x 4 plus ist die AV-Anzeige am Display des Timers. Sie leuchtet auf, wenn der Recorder auf AV-Betrieb umgeschaltet ist, zum direkten videofrequenten Anschluß eines Fernsehgerätes oder einer Fernsehkamera.

Die sonstige Ausstattung und der hohe Bedienungskomfort entsprechen der bisherigen Version des Recorders. Hiervon ist insbesondere der automatische Programmfinder APF zu nennen, der am Anfang und Ende jeder Aufzeichnung eine magnetische Marke auf das Videoband setzt. Beim schnellen Vor- und Rücklauf mit eingefädelttem Band stoppt die Videocassette automatisch an diesen Stellen. Die Elektronik-Schaltuhr kann für 4 Aufnahme-Schaltzeiten für beliebige Programmkanäle innerhalb der Reichweite von 10 Tagen programmiert werden. Die Lauffunktionen des Recorders sind in Verbindung mit Grundig Farbfernsehgeräten der Spitzenklasse drahtlos per Infrarot fernsteuerbar. Darüber hinaus besteht Anschlußmöglichkeit für einen kabelgebundenen Fernregler.

Der Videorecorder Video 2 x 4 plus, ausgestattet mit Standbild, Zeitlupe und Zeitraffer, wird gegenüber der bisherigen Geräteversion etwa 150 DM mehr kosten.

Innenansicht des neuen Grundig Farbfernseh-Recorders „Video 2 x 4“ mit dem in Modultechnik ausgeführten Elektronikteil links und dem 5-Motorenlaufwerk mit frontseitigem Cassetten-schacht rechts.



Slim-line-Anlage „Champagner“



Technische Perfektion, gelungenes Aussehen und freundlicher Preis.

ELV
extra

Die neue HiFi-Anlage besteht aus fünf Komponenten, die sowohl im Design als auch in Technik aufeinander abgestimmt sind: Verstärker DA 200, Tuner DT 200, Dolby-Metall-Deck DC 200, DC-Direkt-Drive-Plattenspieler DP 200 und Boxen XT 180, 120 oder 80 linear phase.

Die Frontseite der Bausteine ist „champagnerfarbig“, geschliffen und seidenmatt. Hoher Bedienungskomfort wird durch optimal angeordnete Bedienelemente und durch gezielte LED-Anzeigen für Spitzenleistung, Spitzenpegel, Feldstärke und Abstimmung gewährleistet.

Der Leistungsverstärker (2 x 100 / 2 x 30 Watt — Klirrfaktor 0,03 %) wurde mit einem elektronischen Überlastungsschutz ausgestattet: im Falle einer Überlastung der Endstufen wird

die Farbe der normalerweise grün leuchtenden Betriebsanzeige auf rot umgeschaltet.

Der Tuner zeichnet sich durch hohe Empfindlichkeit ($0,8 \mu\text{V}$) und gute Selektion aus. Die Verzerrungen sind minimal: 0,08 % in Mono bzw. 0,15 % in Stereo bei einem Rauschabstand von 85 dB bzw. 80 dB.

Als besondere Leistung ist das voll elektronisch gesteuerte und überwachte Laufwerk des Decks zu erwähnen, das durch „electronic-keyboard“ bedient wird. Wow & flutter von 0,05 % und Rauschabstand von 67 dB (Dolby in) sind das Ergebnis. Es können Kassetten mit Normal-, FeCr-, CrO₂- und Metall-Bändern verwendet werden.

Der Plattenspieler fällt auf durch guten Gleichlauf (0,035 %) und günstigen Rauschabstand.

Die Boxen sind für phasenlineare Abstrahlung und damit für präzise Stereowiedergabe entwickelt worden. Durch die erforderliche genaue Positionierung der Lautsprecher entstand die eigenwillige, jedoch gefällige Form des Gehäuses. Die Boxen sind in drei Leistungsstufen lieferbar: 180/90 Watt, 120/60 Watt und 80/40 Watt.

Und nun die anfangs erwähnten freundlichen Preise (sehen Sie hierzu auch Seite 86 in dieser Ausgabe):

Komplett mit zwei 180-Watt-Boxen DM 1 948,—
Komplett mit zwei 120-Watt-Boxen DM 1 725,—
Komplett mit zwei 80-Watt-Boxen DM 1 577,—

Vertrieb: dyras Versandges. mbH & Co. KG Nürnberg.