

ELV

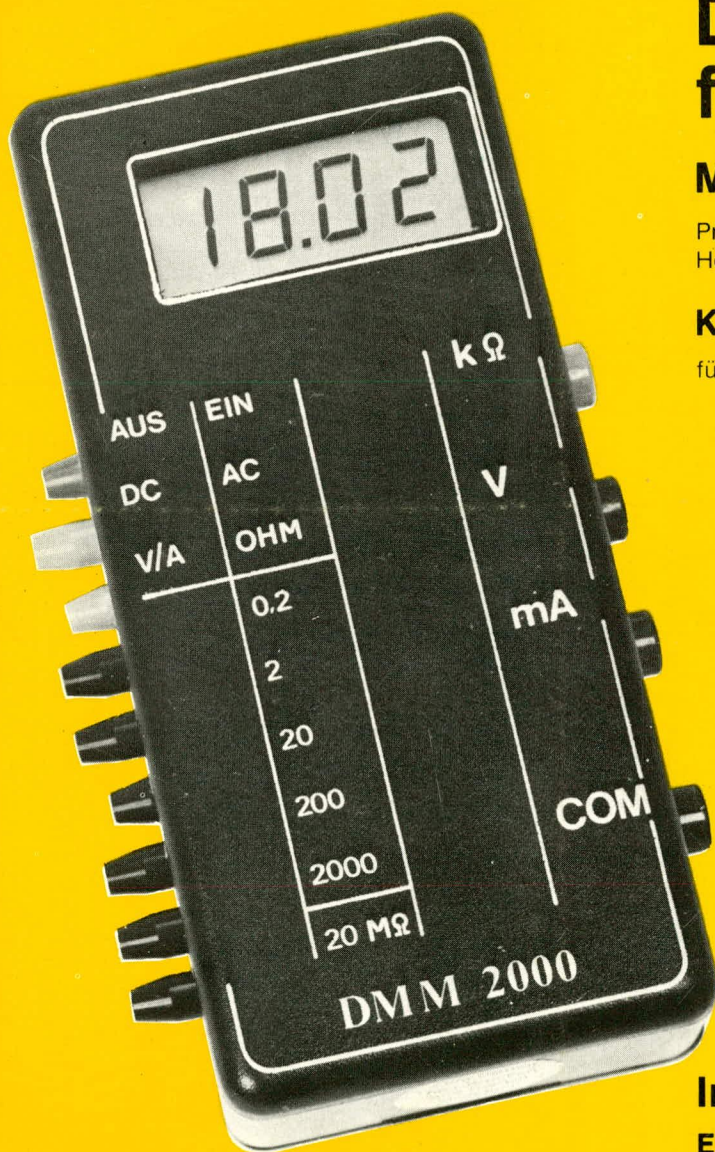
Nr. 9

journal

Mit
Platinnenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 3,60



Die Sensation für Elektroniker!

Mit Platinnenfolien

Printentwürfe auf Klarsichtfolie zur problemlosen
Herstellung der Platinnen

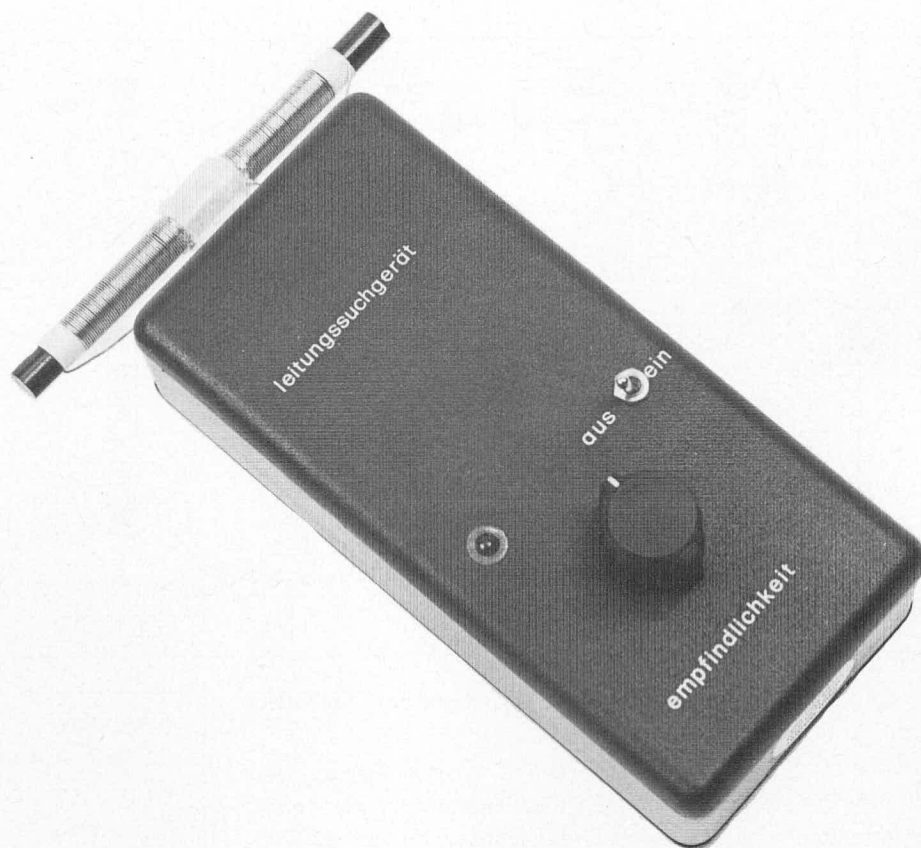
Kostenloser Reparaturservice

für jeweils eine veröffentlichte Schaltung

In dieser Ausgabe:

ELV-Goliath-Uhr
Digitales Multimeter mit LCD-Anzeige
Funktionsgenerator
Nachrüstbare, elektronische Sicherung
Transistortester mit LCD-Anzeige
Metall- und Leitungssuchgerät
Elektronischer Blinkgeber für Fahrrad
und Mofa

Metall- und Leitungssuchgerät



Ein Metallsuchgerät kann viel Ärger ersparen: Jeder Heimwerker sollte vor dem Bohren von Löchern in Wänden oder anderen Gebäudeteilen sicher sein, daß keine Leitungen beschädigt werden können. Es kostet viel Zeit und Geld, unter Putz verlegte Leitungen zu reparieren. Ganz abgesehen von der Gefährdung für Heim und Leben, wenn man eine elektrische Leitung oder eine Gasleitung anbohrt!

Mit freundlicher Unterstützung
der Firma Oppermann electronic

Zur Schaltung

Die Schaltung funktioniert folgendermaßen:

Nähert man ein Metall der Ferritantenne des Gerätes, beginnt eine Leuchtdiode zu blinken und geht bei noch stärkerer Annäherung in Dauerleuchten über.

Die Empfindlichkeit kann eingestellt werden und reicht in der empfindlichsten Einstellung aus, Metallteile (auch Kupfer, Aluminium und andere Nicht-eisenmetalle) über Entfernungen bis zu 20 cm zu orten. Die Empfindlichkeit hängt jedoch auch vom mechanischen Aufbau ab:

Die Ferritantenne muß in möglichst großer Entfernung von Metallteilen angebracht werden, also auch möglichst weit von der Platine und der Bat-

terie entfernt.

Es braucht wohl nicht besonders darauf hingewiesen zu werden, daß das verwendete Gehäuse ein Vollkunststoffgehäuse sein muß, das frei ist von metallischen Schrauben und Buchsen, da diese die Empfindlichkeit herabsetzen würden, weil sie als Metallteile vom Gerät geortet würden.

Zum Nachbau

1. Einlöten der Dioden (auf die Polarität achten. Verwechseln Sie nicht die Zenerdiode mit den anderen Dioden)
2. Einlöten der Widerstände
3. Einlöten der Kondensatoren
4. Einlöten der Transistoren (achten Sie auf PNP und NPN)
5. Einsetzen der Kontaktstifte für Batterieanschluß und Spulen

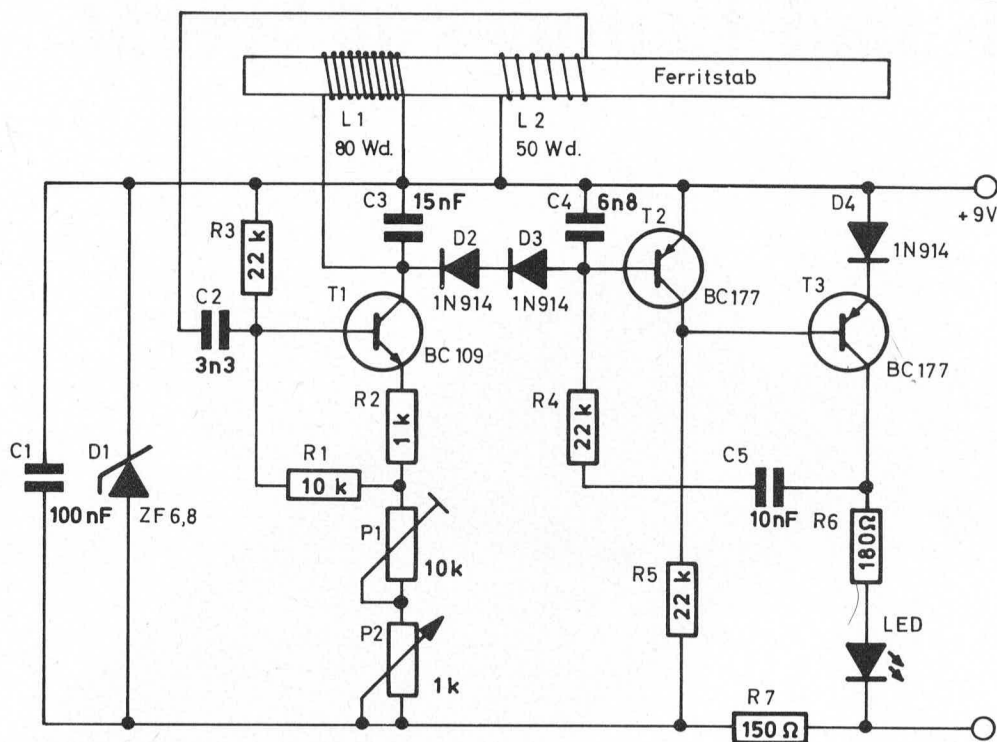
6. Einlöten des Trimpotentiometers und des Potentiometers

Inbetriebnahme des Bausatzes:

Nach dem Aufbau wird die Schaltung noch einmal genauestens auf Bestückungsfehler, schlechte Lötstellen und Zinnbrücken auf der Kupferseite untersucht. Danach kann die Platine in ein Gehäuse eingebaut werden.

Gibt man sich mit etwas geringerer Empfindlichkeit zufrieden, ist auch der Einbau in ein kleineres Gehäuse möglich.

Das Wickeln der Ferritantenne sollte mit großer Sorgfalt geschehen. Die Windungen müssen dicht an dicht liegen. Zwischen den beiden Wicklungen muß ein Zwischenraum von 10 mm bleiben. Das entspricht etwa einer Iso-



Schaltbild des Metall- und Leitungssuchgerätes

lierbandbreite. Nach dem Wickeln können die Windungen mit Kleber (z. B. Uhu - Plus 5 Minuten) fixiert werden, damit sie nicht verrutschen.

Die fertiggestellte Ferritantenne wird im Gehäuse befestigt:

Der Ferritstab sollte zumindest mit einer Seite unmittelbar an der Gehäusewandung liegen. Ideal ist es, wenn ein entsprechendes Loch in das Gehäuse gebohrt und der Stab so weit hindurch gesteckt wird, daß er mit seiner Stirnfläche mit der Gehäuseaußenwand anschließt.

Beim Anlöten der Spulenanschlüsse ist der Wicklungssinn zu beachten. Richten Sie sich dabei nach dem Schaltplan!

Für die Bedienelemente (Potentiometer, Leuchtdiode) sind ebenfalls ent-

sprechende Bohrungen im Gehäuse anzubringen.

Die Batterie (9 V Mikrodyn) kann mit 2 kleinen Gummibändern, die durch Löcher im Gehäuseboden geführt werden, festgelegt werden.

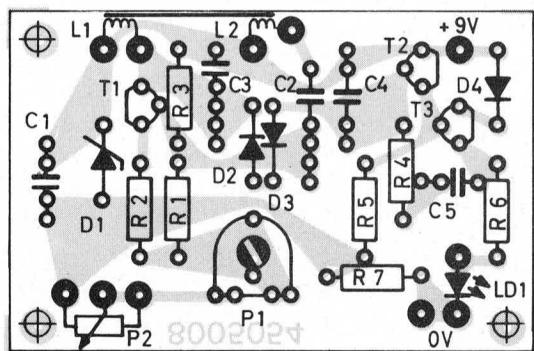
Einstellen der Empfindlichkeit:

Zunächst entfernt man sich so weit wie möglich von Metallgegenständen. Dann dreht man das Potentiometer P2 auf Mitte und das Trimpotentiometer P1 so ein, daß die Leuchtdiode gerade eben verlöscht. Anschließend kann mit dem äußeren Potentiometer jederzeit die Empfindlichkeit nachgestellt werden. Die Einstellung der Empfindlichkeit erfordert etwas Sorgfalt: Kurz vor dem Aufleuchten der Leuchtdiode ergibt sich das Empfindlichkeitsmaximum!

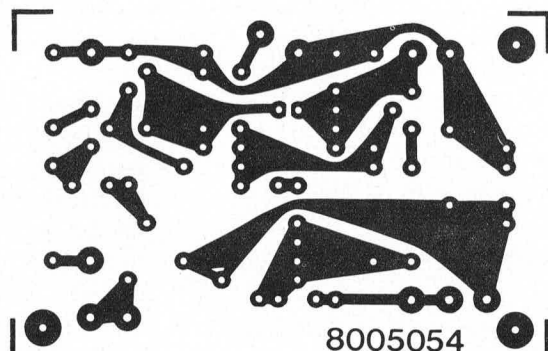
Stückliste

Metall- u. Leitungssuchgerät

R1	10 kΩ
R2	1 kΩ
R3 - R5	22kΩ
R6	180Ω
R7	150Ω
P1	10 kΩ, Trimmer
P2	1 kΩ, Poti, lin
C1	100 nF
C2	3,3 nF
C3	15 nF
C4	6,8 nF
C5	10 nF
D1	6,8 V Zenerdiode
D2 - D4	1 N 4148
T1	BC 107 o.ä.
T2, T3	BC 177 o.ä.
1 LED rot, 1 Ferritstab, 9 Lötstifte, Kupferlackdraht	

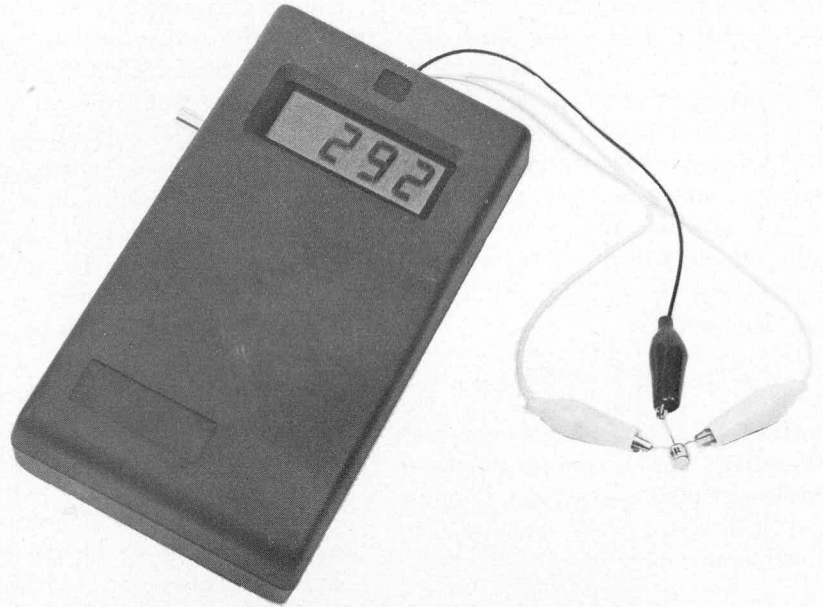


Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

Transistortester mit LCD-Anzeige



Mit der hier vorgestellten Schaltung können sowohl NPN- als auch PNP-Transistoren schnell, einfach und sehr genau untersucht werden. Nach dem Einschalten des Gerätes und Anklemmen des zu prüfenden Transistors wird der Verstärkungsfaktor (Verhältnis des Kollektorstromes zum Basisstrom) sofort auf dem 3½-stelligen Display mit einer Genauigkeit, die meist besser als 1 % ist, angezeigt.

Die fertig aufgebaute Schaltung findet in dem gleichen formschönen und handlichen Gehäuse Platz, wie unser beliebtes und inzwischen 1000fach bewährtes LCD-Thermometer aus ELV-Nr. 7.

Allgemeines

Um die Brauchbarkeit von Transistoren zu überprüfen, reicht es meistens nicht aus zu messen, ob der Transistor überhaupt arbeitet oder nicht. Vielmehr ist der tatsächliche Verstärkungsfaktor von Interesse.

Liegt dieser bei Kleinsignaltransistoren unter 100, so handelt es sich wahrscheinlich um mindere Qualität, und der Transistor ist nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr einsetzbar, obwohl er nicht defekt ist. (Leistungs-transistoren dürfen selbstverständlich kleinere Verstärkungen aufweisen.)

Bei vielen Anwendungen ist es auch vorteilhaft, Transistoren mit möglichst gleichen Verstärkungsfaktoren einzusetzen (z. B. in Gegentaktverstärkerstufen).

Aus diesem Grund werden viele Transistoren mit den Zusatzbuchstaben A, B oder C gekennzeichnet, wobei die A-Typen die kleinste (min. 100fache) und die C-Typen die größte (bis ca. 900fache) Verstärkung aufweisen. Die B-Typen liegen mit Verstärkungsfaktoren von 200 bis 600 dazwischen

(nach Typ und Hersteller verschieden). Durch diese Klassifizierung hat man zumindest eine ungefähre Vorstellung von den Verstärkungsfaktoren der eingesetzten Transistoren, obwohl auch hierbei innerhalb einer Gruppe noch nennenswerte Unterschiede auftreten können. Da die Qualität einer Schaltung in vielen Anwendungsfällen (z. B. in der Verstärkertechnik) wesentlich von der guten Übereinstimmung der eingesetzten Transistoren abhängig ist, entwickelten wir ein Gerät, das nicht nur die Funktionstüchtigkeit der Transistoren als solche testet, sondern darüber hinaus den Verstärkungsfaktor von 0 bis 2000 anzeigt mit einer Genauigkeit, die je nach Abgleich und verwendeten Bauelementen deutlich besser als 1 % sein kann.

Nachfolgend soll auf das Prinzip und die Schaltung näher eingegangen werden.

Funktionsprinzip

Anhand von Bild 1 können wir uns das Prinzip der Messung des Verstärkungsfaktors B leicht verdeutlichen.

Über eine Konstantstromquelle wird in die Basis des zu prüfenden Transistors ein exakt definierter Strom eingespeist. Durch die Eigenschaft dieses Schaltungsteils ist der Strom unabhängig von der Versorgungsspannung und dem Spannungsabfall an der Basis-Emitter-Strecke des zu prüfenden Transistors (ca. 0,3 V bei Germanium-Transistoren und ca. 0,7 V bei Silizium-Transistoren).

Der Kollektorstrom dieses Transistors ergibt sich durch Multiplizieren des Basisstromes mit dem Verstärkungsfaktor, oder, anders ausgedrückt, ergibt sich der Verstärkungsfaktor B aus dem Verhältnis von Kollektorstrom zu Basisstrom.

Da der Basisstrom konstant ist, braucht nur noch der Kollektorstrom gemessen und durch den Basisstrom dividiert zu werden, und man hat den gesuchten Verstärkungsfaktor. Diese „Messungen und Rechnungen“ werden selbstverständlich vom Gerät automatisch durchgeführt, so daß beim Anschluß eines Prüflings sofort die richtige Anzeige erscheint.

In unserem Fall wird der Kollektorstrom über einen Meßwiderstand geführt und die daran abfallende Spannung, welche bekanntlich proportional zum Widerstand ist, dem A/D-Wandler ICL 7106 von Intersil zugeführt.

Für diejenigen unter unseren Lesern, die sich besonders für die Theorie mit der dazugehörigen Mathematik interessieren, wollen wir kurz die Formeln, die zur direkten Anzeige des Verstärkungsfaktors führen, herleiten:

Die Anzeige des ICL 7106 ergibt sich aus der Formel:

$$1. \text{ Anzeige} = \frac{U_{\text{ein}}}{U_{\text{ref}}} \cdot 1000$$

wobei U_{ein} die Eingangsspannung des IC's bzw. der Spannungsabfall am Meßwiderstand $R_{\text{meß}}$ und U_{ref} die mit R 18 auf 100 mV einzustellende Referenzspannung ist.

$$2. U_{\text{ein}} = R_{\text{meß}} \cdot I_C$$

$$3. I_C = B \cdot I_{\text{Basis}}$$

Setzt man Formel 3 in Formel 2 und diese dann anschließend in Formel 1 ein, so ergibt sich:

$$\text{Anzeige} = B \cdot \frac{R_{\text{meß}} \cdot I_{\text{Basis}} \cdot 1000}{U_{\text{ref}}}$$

Für die in unserem Fall eingesetzten Werte ergibt sich daraus:

$$\text{Anzeige} = B \cdot \frac{10 \Omega \cdot 10 \mu\text{A} \cdot 1000}{100 \text{ mV}}$$

$$\text{Anzeige} = B \cdot \frac{10 \Omega \cdot 0,00001 \text{ A} \cdot 1000}{0,1 \text{ V}} = 1$$

$$\text{Anzeige} = B$$

Wir sehen also, daß der Verstärkungsfaktor direkt angezeigt wird.

Die Berechnungen gelten selbstverständlich genauso für PNP- wie für NPN-Transistoren.

Zur Schaltung

Einen wesentlichen Bestandteil der Schaltung des Transistortesters stellt der 3 $\frac{1}{2}$ stellige monolithische A/D-Wandler des Typs ICL 7106 von Intersil dar. Alle notwendigen aktiven Elemente wie BCD-Sieben-Segment-Dekodierer, Treiberstufen für das Display, Referenzspannung und Takterzeugung sind auf dem Chip realisiert. Der ICL 7106 ist wegen des niedrigen Stromverbrauchs für den Betrieb mit einer Flüssigkristallanzeige ausgelegt.

Um die Schaltung für den Transistortester aufbauen zu können, sind lediglich noch einige externe Bauelemente für den A/D-Wandler sowie die Bauteile für die beiden Stromquellen erforderlich. Es werden zwei Stromquellen benötigt, da die Schaltung, wie schon erwähnt, universell sowohl für NPN- als auch für PNP-Transistoren einsetzbar ist und diese Basisströme mit verschiedener Polarität benötigen.

Auf die Funktionsweise des A/D-Wandlers soll hier nicht näher eingegangen werden, da dieser an anderer Stelle bereits ausführlich beschrieben wurde.

Die beiden Konstantstromquellen sollen dagegen nachfolgend ausführlich behandelt werden:

Die aus den Bauteilen R 5 bis R 11, C 1, T 1 sowie $\frac{1}{2}$ MC 1458 aufgebaute Konstantstromquelle ist für die Messung an NPN-Transistoren ausgelegt, da sie einen positiven Strom in die Basis des Prüflings einspeist.

An dem Spannungsteiler, bestehend aus R 5 bis R 7, liegt eine Konstantspannung von ca. 2,8 V an, die von der internen Referenz des ICL 7106 erzeugt wird.

Am nicht invertierenden (+) Eingang des Operationsverstärkers liegen ca. 0,22 V gegenüber der Versorgungsspannung von +9 V.

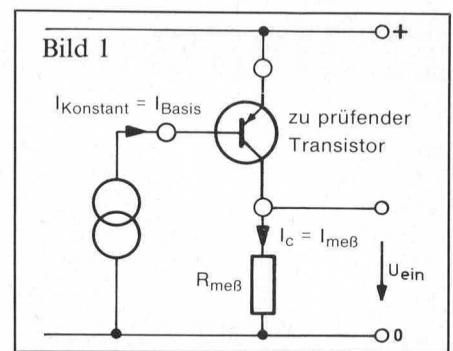
Der invertierende (-) Eingang des Operationsverstärkers vergleicht nun diese Spannung mit dem Spannungsabfall an R 10 und steuert dann T 1 so an, daß beide Spannungen gleich sind.

Da auf diese Weise an R 10 ebenfalls eine konstante Spannung anliegt, fließt auch zwangsläufig ein konstanter Strom hindurch, der in guter Näherung gleich dem Emitter- und somit ebenfalls in guter Näherung gleich dem Kollektorstrom von T 1 ist, der wiederum in die Basis des Prüflings eingespeist wird.

Der sich im Emitterkreis desselben ergebende Strom fließt durch den Meßwiderstand R 15, dessen Spannungsabfall von dem A/D-Wandler IC 2 weiterverarbeitet und angezeigt wird.

Die Funktion der zweiten Stromquelle ist ähnlich, nur daß hier die Spannungen auf den unteren Punkt (Common, Pin 30, 32, 35 von IC 2) bezogen werden und daß ein negativer Strom in den Prüfling eingespeist wird.

Zu beachten ist noch, daß vor Meßbeginn der Schalter S 1 in der richtigen Stellung ist und daß die Anschluß-



klemmen der Polarität des zu prüfenden Transistors entsprechend angeschlossen werden.

Für NPN-Transistoren gilt: A = Kollektor, B = Basis, C = Emitter, während für PNP-Transistoren gilt: A = Emitter, B = Basis, C = Kollektor.

Solange mindestens die Basis korrekt angeklemt wurde, passiert im allgemeinen bei Fehlanschließungen nichts. Lediglich der angezeigte Verstärkungsfaktor ist sehr gering.

Wird jedoch zwischen die Klemmen A und C z. B. die Basis-Emitter-Strecke eines Transistors in Flußrichtung gelegt oder werden diese beiden Klemmen versehentlich kurzgeschlossen, so geht die Anzeige augenblicklich auf Überlauf. Dies ist unbedingt zu vermeiden, da hierdurch das IC 2 nach kurzer Zeit überhitzt und zerstört würde.

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:

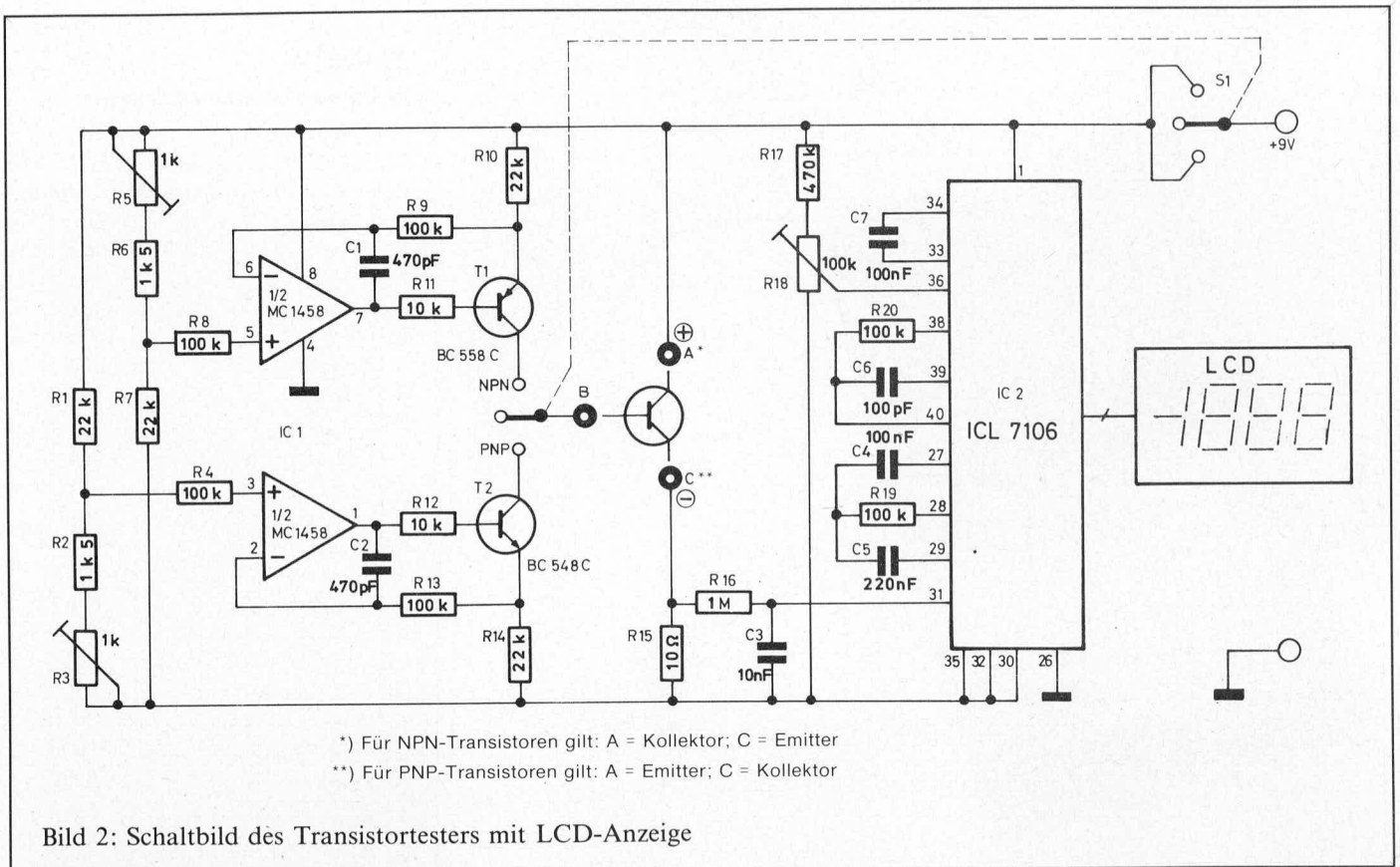
Zuerst wird die noch unbestückte Platine in das Gehäuse eingepaßt. Dies ist ratsam, da man immer mit gewissen Toleranzen seitens des Platinenmaterials oder der Gehäuseabmessungen rechnen muß. Ggf. muß die Platine an den Kanten etwas nachgearbeitet werden.

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.

Bevor wir nun zum Einpassen der LCD-Anzeigeeinheit kommen, werden noch das IC 1 sowie anschließend das IC 2 eingelötet.

Damit die LCD-Anzeigeeinheit einwandfrei in das Gehäuse eingepaßt werden kann, wird diese zunächst in



die 40 Bohrungen gesetzt, ohne sie jedoch festzulöten.

Wichtig dabei ist, daß sich die Anzeige auf der Leiterbahnseite und nicht wie sonst üblich auf der Bestückungsseite befindet.

Nun wird die Platine provisorisch in das Gehäuse gesetzt. Man sieht sich die Position der Anzeige an, ob diese einwandfrei in der dafür vorgesehenen Aussparung sitzt. Nach Entfernen des Gehäuses sind ggf. entsprechende Korrekturen in der Höhe der Anzeige vorzunehmen.

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

Mit einem möglichst feinen LötKolben werden nun die vier Eckpunkte der Anzeige kurz angelötet. Nach erneutem Anpassen im Gehäuse können noch einmal Korrekturen des Sitzes der Anzeige vorgenommen werden. Ist die Position der Anzeige einwandfrei, können alle Anschlußpunkte der Anzeige auf der Leiterbahnseite festgelötet werden.

Nachdem dies geschehen ist, wird die fertig bestückte Platine in das Gehäuse

eingesetzt und mit einem Tupfen Klebstoff in jeder Ecke festgeheftet.

Zum Abgleich

In der Schaltung des Transistortesters sind drei Punkte abzugleichen, und zwar der A/D-Wandler sowie die beiden Konstantstromquellen, wobei die Reihenfolge keine Rolle spielt.

Der Abgleich gestaltet sich sehr einfach. Man benötigt dazu nur ein möglichst genaues und empfindliches Strommeßgerät.

Um die obere Konstantstromquelle abzugleichen, verbindet man Punkt B mit dem + Pol des Strommessers und Punkt C mit dem - Pol. Nachdem der Schalter S1 in Stellung NPN gebracht wurde, stellt man mit R5 einen Strom exakt 10 μ A ein.

Für den Abgleich der unteren Konstantstromquelle wird der - Pol des Strommessers an Punkt B und der + Pol an Punkt A angeschlossen. Nachdem S1 nun in Stellung PNP gebracht wurde, wird mit R3 ein Strom von ebenfalls exakt 10 μ A eingestellt.

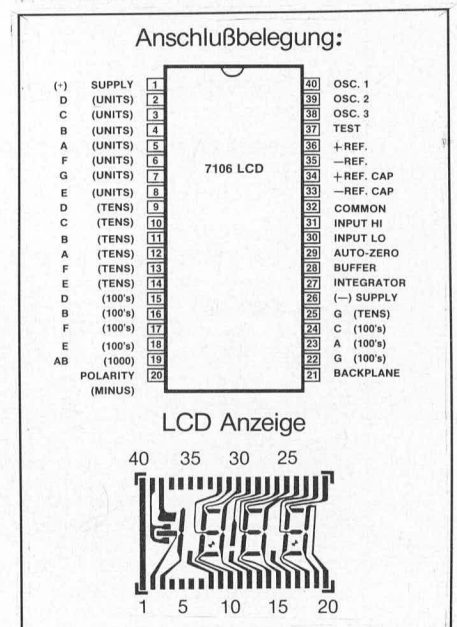
Für den Abgleich des A/D-Wandlers ist der + Pol des Strommessers an Punkt A und der - Pol über einen 200 bis 300 Ohm Widerstand an Punkt C zu legen.

Nachdem S1 eingeschaltet wurde (Stellung NPN oder PNP, für diesen Abgleich egal), kann mit dem Wendel-

trimmer R16 die Anzeige des A/D-Wandlers mit der Anzeige des Strommessers in Übereinstimmung gebracht werden, d.h. zeigt der Strommesser z. B. 12,31 mA an, so ist die Anzeige des A/D-Wandlers auf 1231 einzustellen.

Damit ist der Abgleich beendet, und der Verstärkungsfaktor von zu prüfenden Transistoren wird direkt angezeigt.

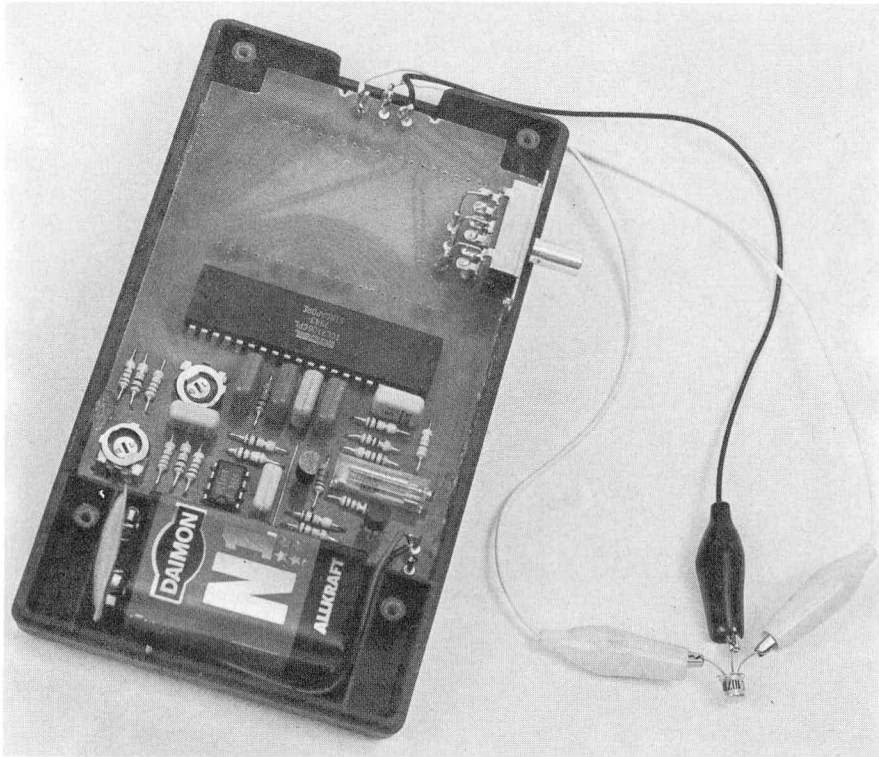
Wir wünschen unseren Lesern viel Freude beim Nachbau und beim späteren Einsatz dieses nützlichen digitalen Transistortesters.



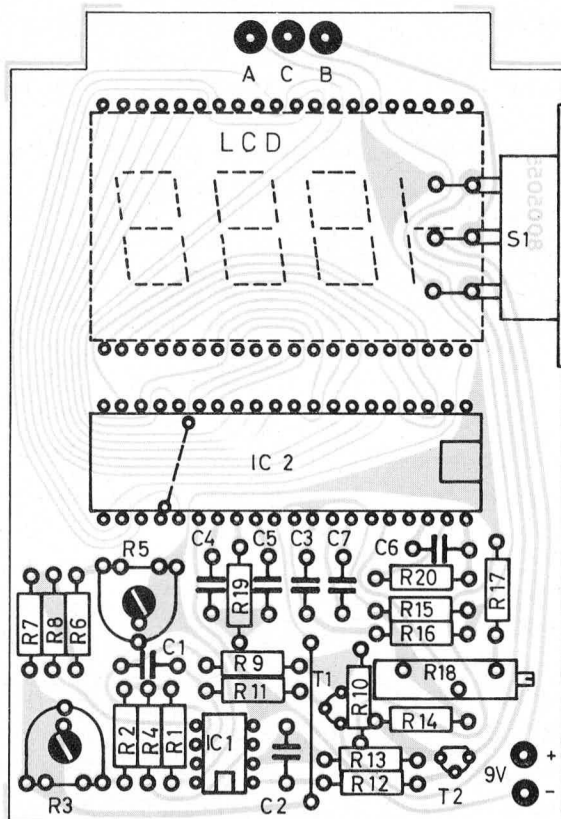
Stückliste:

Transistor-Tester mit LCD-Anzeige

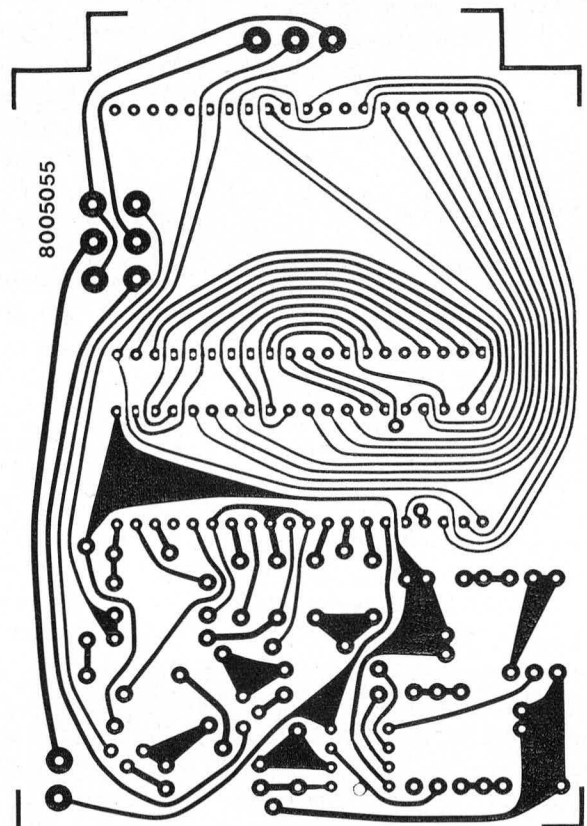
R 1	.....	22 k Ω
R 2	.....	1,5 k Ω
R 3	.....	1 k Ω , Trimmer
R 4	.....	100 k Ω
R 5	.....	1 k Ω , Trimmer
R 6	.....	1,5 k Ω
R 7	.....	22 k Ω
R 8, R 9	.....	100 k Ω
R 10	.....	22 k Ω
R 11, R 12	.....	10 k Ω
R 13	.....	100 k Ω
R 14	.....	22 k Ω
R 15	.....	10 Ω
R 16	.....	1 M Ω
R 17	.....	470 k Ω
R 18	.....	100 k Ω , Wendeltrimmer
R 19, R 20	.....	100 k Ω
C 1, C 2	.....	470 pF
C 3	.....	10 nF
C 4	.....	100 nF
C 5	.....	220 nF
C 6	.....	100 pF
C 7	.....	100 nF
T 1	.....	BC 558 C
T 2	.....	BC 548 C
IC 1	.....	MC 1458
IC 2	.....	ICL 7106
LCD-Display, 3 $\frac{1}{2}$ stellig		
S 1 Schiebeschalter, 2polig, Ein-Aus-Ein		
1 Batterieclip		
11 Lötstifte		



Rückansicht des geöffneten Transistortesters mit LCD-Anzeige

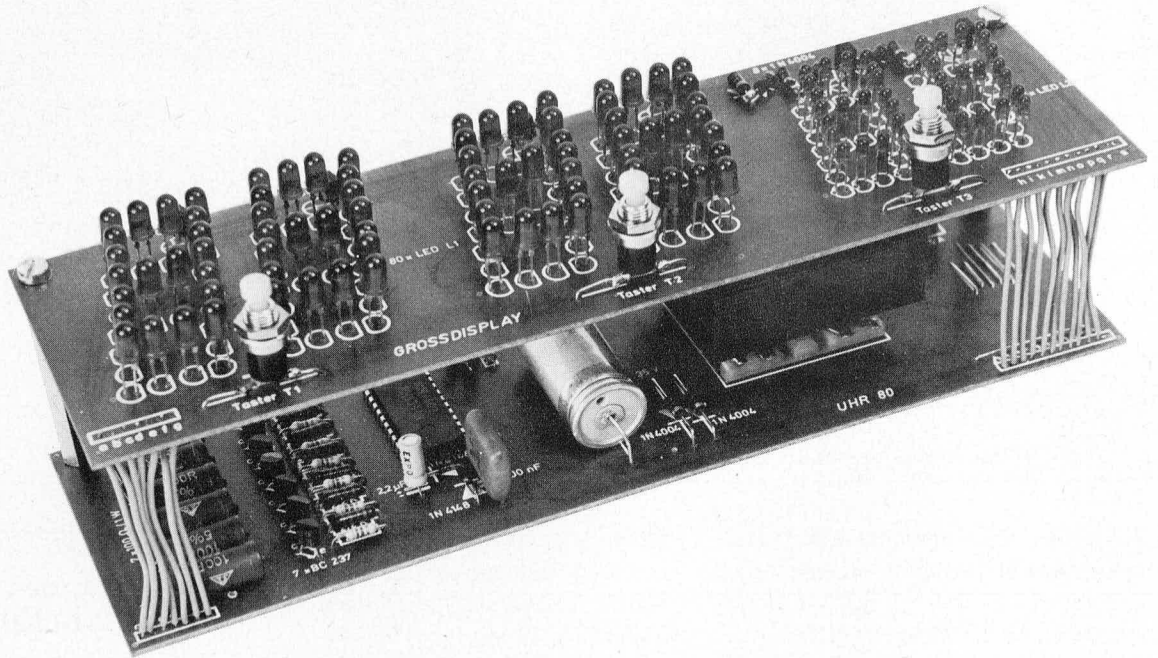


Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

ELV-Goliath-Uhr



Die in diesem Artikel vorgestellte ELV-Goliath-Uhr besitzt ein 45 mm hohes Großdisplay, das selbst aus einer Entfernung von 30 bis 60 m noch gut ablesbar ist.

Um die Sekundenanzeige etwas abzusetzen, wurde für die beiden entsprechenden Ziffern eine Höhe von 35 mm gewählt.

Durch das zu dieser Super-Uhr lieferbare mattschwarze Tischgehäuse mit roter Plexiglasscheibe, erhält die ELV-Goliath-Uhr ein bestechendes und elegantes Aussehen.

Zur Schaltung

Die von dem Transformator auf 2 x 12 V heruntergesetzte Netzspannung wird über eine Zweiweggleichrichterschaltung, bestehend aus den beiden Dioden D1 und D2, gleichgerichtet und durch den Siebelko C1 gepuffert.

Die dort anstehende Spannung von ca. 18 V dient zur Versorgung der gesamten Schaltung. Da die Spannung un-stabilisiert ist, kann sie, je nach Anzahl der gerade leuchtenden LEDs, die den Hauptstromverbrauch ausmachen, zwischen 17 V und 19 V schwanken. Die Funktion der Uhr wird hierdurch in

keiner Weise beeinträchtigt, so daß auf eine zusätzliche Stabilisierung ohne weiteres verzichtet werden kann.

Im IC1 des Typs MM 5314 N sind sämtliche Uhrenfunktionen integriert, so daß nur wenige externe Bauelemente anzuschließen sind.

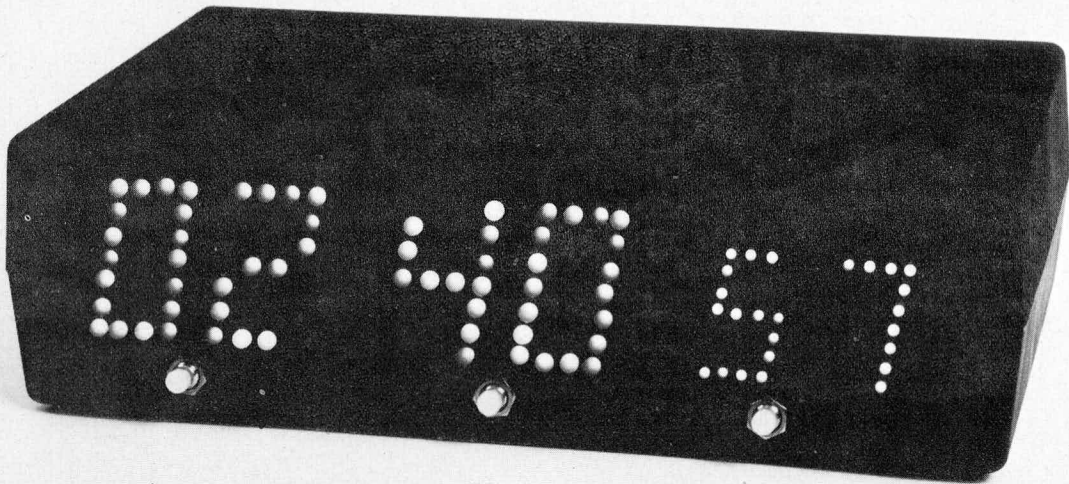
Mit Hilfe der Dioden D3 und D4, des Kondensators C2 sowie des Widerstandes C1 werden die zur Steuerung der Uhr benötigten Impulse (50 Hz) aus der Netzfrequenz gewonnen. R2 und C3 dienen intern zur Störunterdrückung.

Die „Gangabweichung“ der Uhr darf pro Tag nur ca. 1 Sekunde betragen. Ist

mit freundlicher Unterstützung
der Firma Schubert electronic

die Abweichung größer oder verstellt sich die Uhr selbständig, so werden Störungen von außen über das Netz in die Schaltung eingeschleust. Abhilfe schafft ein kleiner keramischer Kondensator (10 nF bis 100 nF/50 V), der jeweils über die Tasten S1, S2 und S3 gelegt wird (also parallel dazu). Sollten dann immer noch Störungen auftreten, muß bei stark „verseuchten“ Netzen der Netzeingang (direkt vor dem Transformator) mit Hilfe eines Entstörfilters (Drossel-Kondensator) ent-stört werden.

Die Tasten S1, S2 und S3 dienen zum Stellen der Uhr.



Ansicht der in das passende, mattschwarze Gehäuse eingebauten ELV-Goliath-Uhr

Sollten einzelne Segmente in ihrer Helligkeit etwas variieren, so kann dies leicht durch Verändern der Vorwiderstände R17 bis R23 ausgeglichen werden, indem man den Wert des entsprechenden Anzeige der Uhrzeit wird ein Großdisplay eingesetzt, welches aus 120 (!) einzelnen Leuchtdioden besteht. 80 dieser Leuchtdioden mit einem Durchmesser von 5 mm dienen zur Anzeige der Stunden und Minuten, während die Sekunden durch 40, etwas kleiner 3 mm LEDs dargestellt werden.

Der durch diese große Anzahl von Leuchtdioden hervorgerufene Stromverbrauch erfordert zur Ansteuerung zusätzliche Transistoren (T1 bis T13).

Da die Anzeige im Multiplexverfahren betrieben wird, kommt man mit 13 zusätzlichen Transistoren aus, von denen T1 und T6 die Anoden der einzelnen Anzeigen ansteuern und T7 bis T13 jeweils die zugehörigen Sieben-Segmente versorgen.

Um eine möglichst gleiche Helligkeit der einzelnen Anzeigen zu gewährleisten, sind in die Anodenleitungen der für die Sekundenanzeige benötigten 3 mm LEDs, die für gleiche Helligkeit weniger Strom benötigen als 5 mm LEDs, jeweils 4 Dioden (D5 bis D8 sowie D9 bis D13) in Reihe geschaltet. Der an diesen Dioden hervorgerufene Spannungsabfall bewirkt eine niedrigere Stromaufnahme der betreffenden Anzeige, so daß sich eine gleiche Hel-

ligkeit gegenüber 5 mm LEDs ergibt. chenden Segmentvorwiderstandes von 100 Ω auf 82 Ω , 120 Ω oder 150 Ω ändert.

Zum Nachbau

Beim Bestücken der Platinen ist besonders auf die richtige Polarität der LEDs zu achten. Die Kathoden sind die abgeflachten Seiten, die entsprechend dem Bestückungsplan einzulöten sind. Die Stunden- und Minutenanzeigen werden mit 5 mm LEDs und die Sekundenanzeigen mit 3 mm LEDs bestückt. Da die Leuchtdioden sehr wärmeempfindlich sind, ist eine Überhitzung derselben zu vermeiden. Zweckmäßigerweise hält man die LED-Beinchen während des Lötvorganges mit einer Flachzange fest, so daß dadurch überschüssige Wärme abgeleitet und die Leuchtdiode vor Schaden bewahrt wird.

Nachdem die Grundplatine und die Anzeigenplatine fertig bestückt und kontrolliert wurden, verbindet man bei beiden Platinen die Punkte a bis s mittels Drahtbrücken miteinander.

Um die mechanische Stabilität zu erhöhen, können in die beiden oberen Bohrungen Abstandsbolzen zwischen die Platinen gesetzt und verschraubt werden.

Wir wünschen unseren Lesern viel Erfolg beim Nachbau und daß diese Uhr Ihnen immer zeigen möge, was die Stunde geschlagen hat.

Stückliste ELV-Goliath-Uhr

Halbleiter

IC1	MM 5314 N
T1—T6	BC 307
T7—T13	BC 237
D1, D2	1N 4004
D3, D4	1N 4148
D5—D12	1N 4004
LED1—LED80	LED 5mm, rot
LED81—LED120	LED 3mm, rot

Kondensatoren

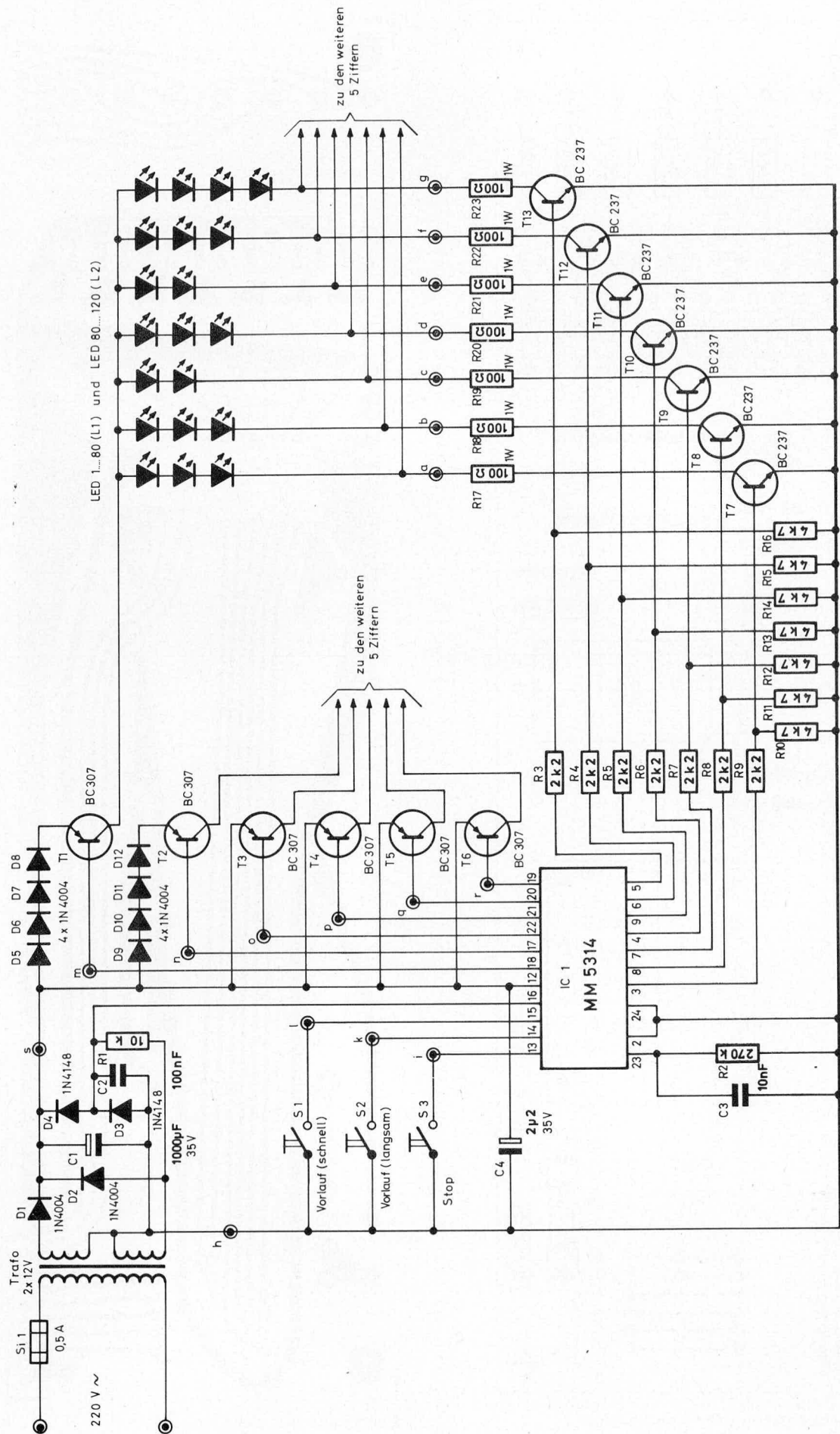
C1	1000 uF/35 V
C2	100 nF
C3	10 nF
C4	2,2 uF/35 V

Widerstände

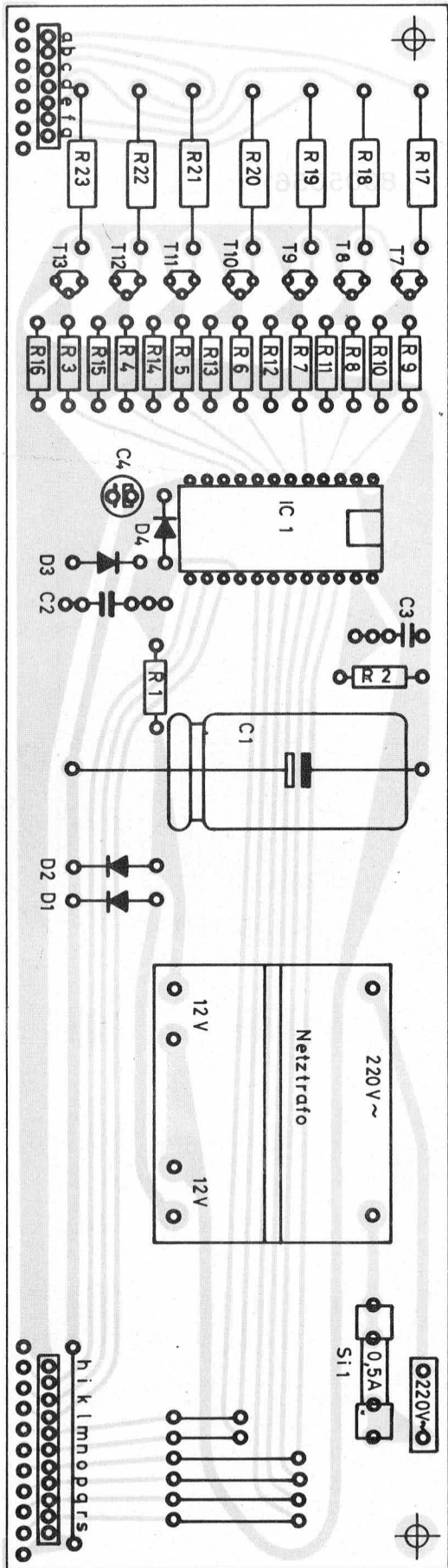
R1	10 k Ω
R2	270 k Ω
R3—R9	2,2 k Ω
R10—R16	4,7 k Ω
R17—R23	100 Ω /1W

Sonstiges

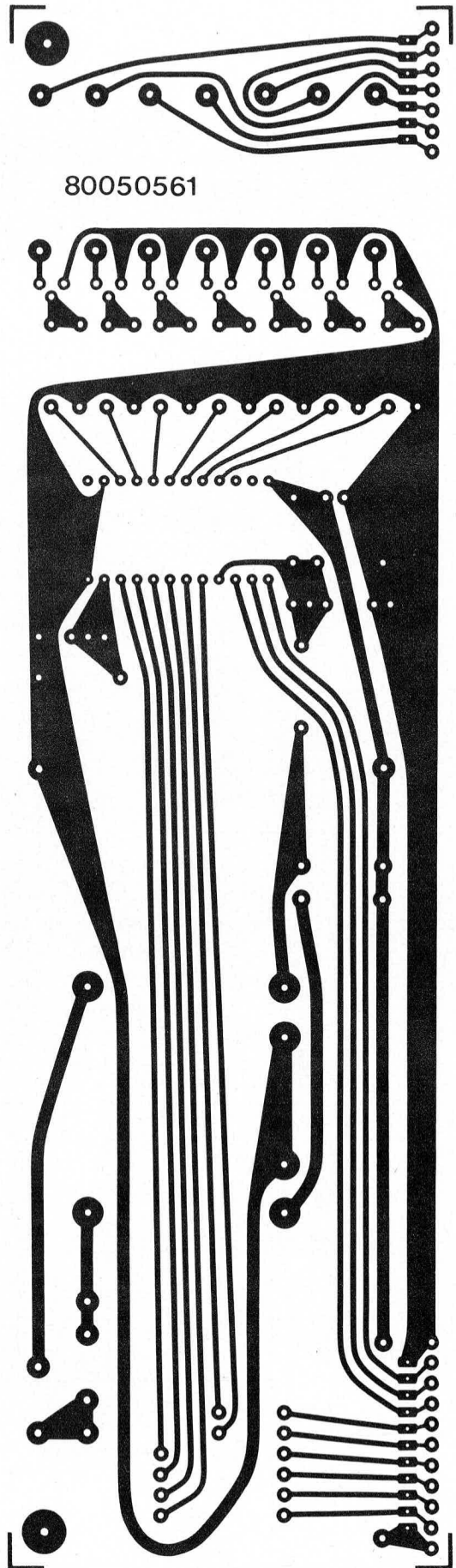
S1, S2, S3 ...	Taster, einpolig
1 Sicherungshalter	
1 Sicherung,	0,5 A
1 Trafo	2 x 12 V/12 VA
2 Lötstifte	



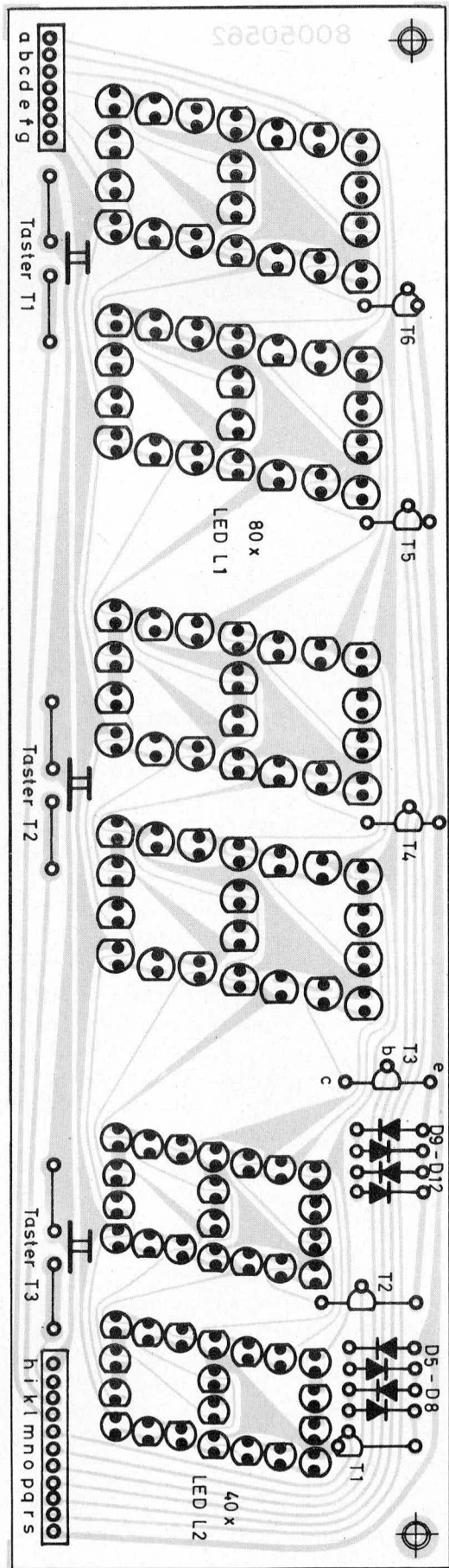
Schaltbild der ELV-Goliath-Uhr



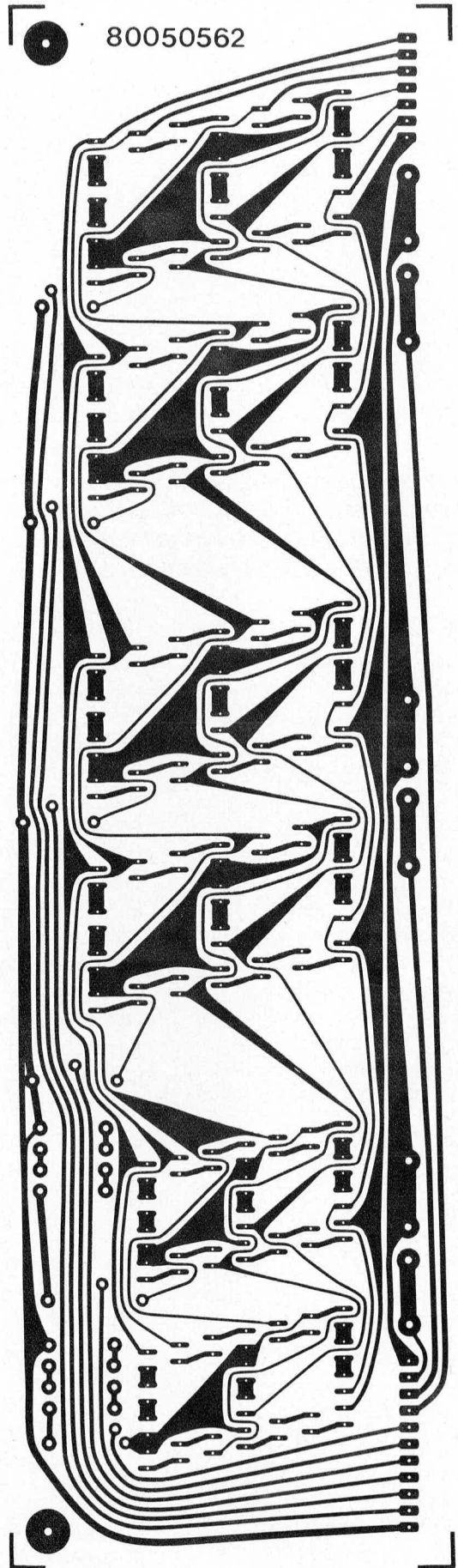
Bestückungsseite der Grundplatte



Leiterbahnseite der Grundplatte

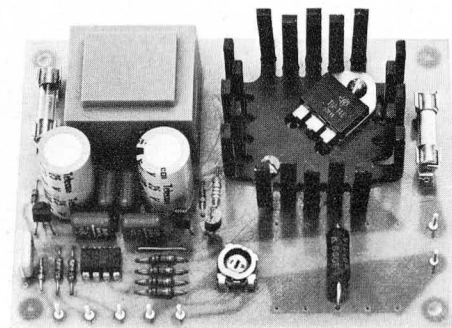


Bestückungsseite der Anzeigeplatine



Leiterbahnseite der Anzeigeplatine

ELV-Super-Netzteil-Sicherung



Mit dieser hochwertigen, universell einsetzbaren elektronischen Sicherung können elektrische und elektronische Geräte zuverlässig geschützt werden.

Durch den großen Spannungs- und Strombereich (60 V, 0 bis 5 A [10 A] stufenlos einstellbar) sowie durch die eigene, potentialfreie Spannungsversorgung der Sicherungselektronik kann diese Schaltung in fast alle Netzgeräte nachträglich eingebaut werden.

Allgemeines

Beim ersten Blick auf die Schaltung dieser elektronischen Sicherung könnte so manch einer sagen: „Hier wird mit Kanonen auf Spatzen geschossen.“

Doch sieht man sich die Schaltung und die damit verbundenen Vorteile genauer an, so wird klar, daß der Aufwand erstens durchaus seine Berechtigung hat, da die Schaltung völlig autark (unabhängig) arbeiten kann, und daß zweitens durch die ausschließliche Verwendung von preiswerten Bauelementen die Kosten trotzdem sehr gering bleiben, besonders wenn man berücksichtigt, daß man durch den Einsatz dieser elektronischen Sicherung wertvolle Geräte zuverlässig schützen kann.

Zur Schaltung

Ein besonderer Vorteil ist die Potentialfreiheit und Versorgungsspannungsunabhängigkeit dieser elektronischen Sicherung. Erreicht wird dieses durch ein eigenes Netzteil, welches die erforderlichen Spannungen von +15V und -15V liefert.

Das Netzteil besteht im wesentlichen aus dem Trafo, den Gleichrichterdiode D1 und D2 sowie den beiden Festspannungsregler-ICs IC 1 und IC 2 mit den dazugehörigen Kondensatoren C1 bis C6.

Der Mittelpunkt (Massepunkt) dieses internen Netzteils liegt auf dem Ausgang (Punkt 4) der elektronischen Sicherung.

Kommen wir nun zur Funktion der eigentlichen Sicherungsschaltung: Mit dem Poti R14, das für die Einstellung der Ansprechempfindlichkeit verantwortlich ist, wird eine Spannung eingestellt, die auf den invertierenden (-) Eingang des Operationsverstärkers IC3 geführt wird.

Diese Spannung wird mit dem Spannungsabfall an den Referenzwiderständen R1 bis R5 verglichen. Der gemeinsame Bezugspunkt ist, wie vorhin schon erwähnt, Punkt 4 der elektronischen Sicherung (Massepunkt).

Die weitere Funktionsweise soll anhand eines konkreten Beispiels erläutert werden:

Das Poti R14 ist so eingestellt, daß auf den invertierenden (-) Eingang von IC3 eine Spannung von 0,5 V gelangt (immer bezogen auf Punkt 4).

Der Operationsverstärker IC3 vergleicht die Spannung an seinen Eingängen. Solange die Spannung am invertierenden (-) Eingang positiver ist als am nicht invertierenden (+) Eingang, liegt der Ausgang auf ca. -15V, d. h. T1 steuert durch, desgleichen T2, d. h. die Sicherung ist eingeschaltet (leitend).

Steigt der Strom über 0,5 A an (angenommen es ist nur R1 bestückt und R2 bis R5 fehlen), so übersteigt der Spannungsabfall an R1 0,5 V ($U_{R1} = R1 \cdot I = 1 \Omega \cdot 0,5 A = 0,5 V$), d. h. daß die Spannung am nicht invertierenden (+) Ein-

gang des IC3 positiver als die am invertierenden (-) Eingang wird. Daraus folgt, daß der Ausgang des IC3 auf ca. +15 V ansteigt und T1 und dadurch auch T2 sperren. Die Sicherung hat angesprochen und sperrt.

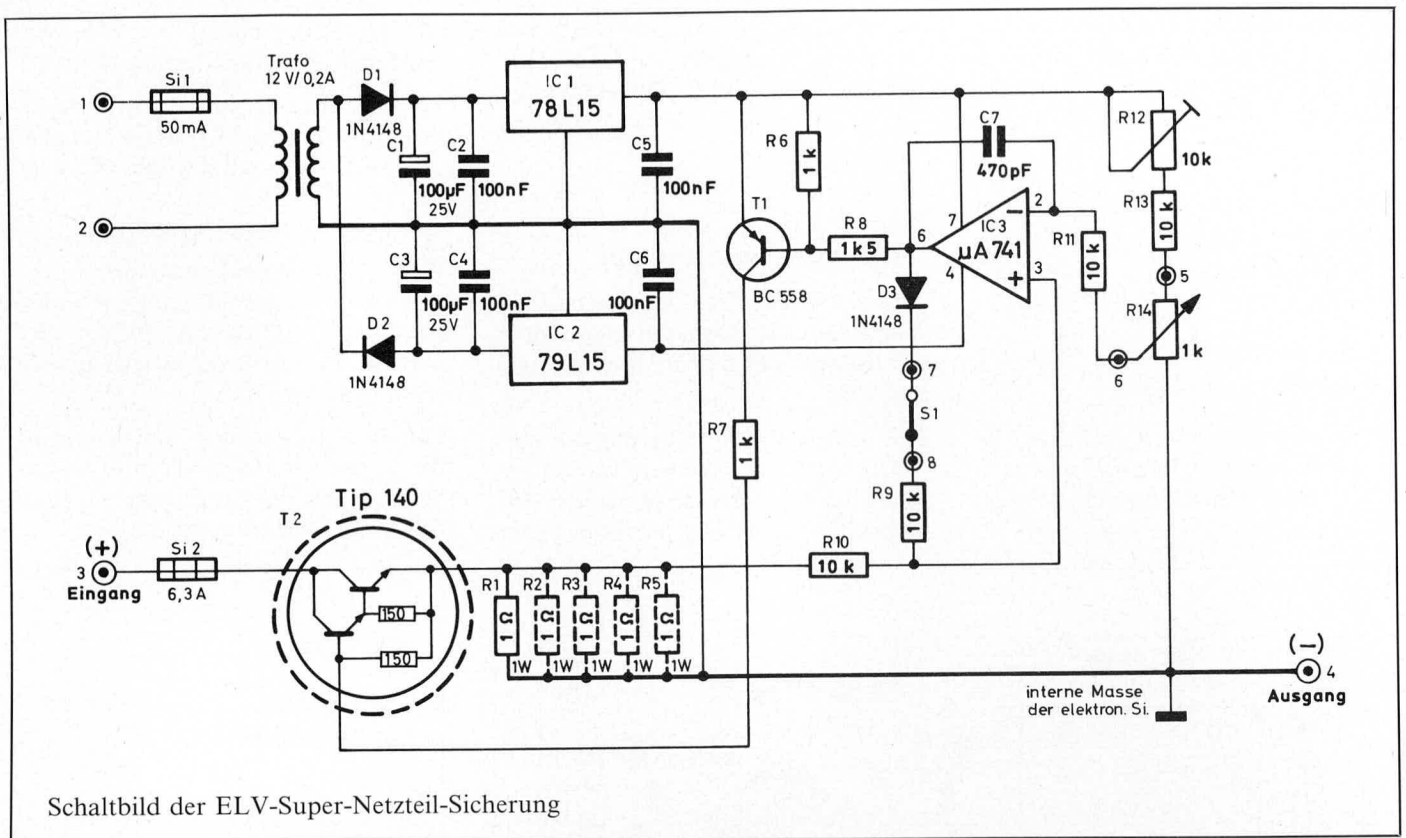
Ist der Schalter S1 geschlossen, so bleibt die Sicherung gesperrt, auch wenn die Ursache des erhöhten Stromes schon beseitigt ist, da über D3 und R9 eine Mitkopplung herbeigeführt ist, die den Sperrzustand anhalten läßt.

Wird S1 kurz geöffnet und danach wieder geschlossen, so kann wieder Strom fließen, und das Gerät ist betriebsbereit, vorausgesetzt, die Ursache für die erhöhte Stromaufnahme wurde beseitigt.

Ein besonderer Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß für den Fall, daß die Ursache für den erhöhten Strom (z. B. Kurzschluß am Ausgang des Netzteils) noch nicht beseitigt wurde, der Strom nicht über den eingestellten Wert hinaus ansteigen kann, da bei Öffnen des Schalters S1 die Schaltung keineswegs außer Betrieb gesetzt wird, sondern vielmehr umgeschaltet wird und dann als Konstantstromquelle arbeitet.

Dies gibt dem Gerät eine zusätzliche Sicherheit vor Fehlbedienungen.

Wird die Schaltung über längere Zeit als Konstantstromquelle betrieben (z. B. beim Laden von Akkus), so ist jedoch darauf zu achten, daß eine Überhitzung der Endstufe (T2) durch



Schaltbild der ELV-Super-Netzteil-Sicherung

zu große Verlustleistung ($P_V = U_{Si} \cdot I$) vermieden wird.

Beim Einsatz als Sicherung ist dies unproblematisch, da dort nur die Zustände „durchgeschaltet“ bzw. „gesperrt“ vorkommen und deshalb nur die Daten des maximalen Stromes und der maximalen Spannung zu berücksichtigen sind.

Anwendungsbeispiele und technische Daten

Durch die eigene Stromversorgung und die damit verbundene Potentialfreiheit sind dem Einsatz dieser elektronischen Sicherung kaum Grenzen gesetzt.

Es können Spannungen bis zu 60V und Ströme bis zu 5A verarbeitet werden (durch Zuschalten weiterer Parallelwiderstände zu R1 bis R5 können sogar Ströme bis zu 10A geschaltet werden).

Um die Strombereiche besser abzustufen zu können, wurden für die Referenzwiderstände Werte von 1 Ω bei einer

Belastbarkeit von 1 Watt gewählt, wobei man je nach gewünschtem einstellbaren maximalen Strom 1 bis 5 Widerstände parallel schaltet.

Hierdurch kann der größte zu verarbeitende Strom zwischen 1A und 5A in Stufen von 1A gewählt werden.

Schließt man die Sicherung z. B. an ein Netzgerät an, das maximal 1A Ausgangsstrom liefern kann, so wird nur R1 eingelötet. Möchte man Ströme bis 2A verarbeiten können, so wird R2 parallel geschaltet. Bei 3A kommt R3 hinzu usw.

Dies bedeutet nun aber nicht, daß die Sicherung nur bei 1A, 2A, 3A, 4A oder 5A anspricht, vielmehr stellen diese Werte den maximal einstellbaren Strom dar. Hierdurch wird vermieden, daß, wenn der Empfindlichkeitseinsteller am Anschlag steht, das angeschlossene Gerät überlastet werden kann, denn bei einem 1A Netzteil ist die Möglichkeit, Ströme bis 5A einstellen zu können, wenig sinnvoll.

Wie schon erwähnt, kann man mit dem Poti R14 den gewünschten Stromansprechwert der elektronischen Sicherung zwischen 0 und 1A (bzw. 2A, 3A, 4A oder 5A) einstellen.

Soll ein ganz bestimmter Strom eingestellt werden, bei dem die Sicherung ansprechen soll, so ist dies folgendermaßen möglich:

Die Sicherung wird auf Stromkonstanter umgeschaltet (S1 geöffnet) und der Ausgang kurzgeschlossen. Mit dem Poti R14 wird nun der gewünschte Strom, bei dem später die Sicherung abschalten soll, eingestellt.

Schließt man nun S1, so arbeitet die Schaltung wieder als Sicherung. Im weiteren Betrieb wird sie bei dem eben eingestellten Wert abschalten.

Bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren ist, wie an anderer Stelle schon erwähnt, darauf zu achten, daß T2 thermisch nicht überhitzt wird. Vorbeugend stellt man daher die Ausgangsspannung des zu schützenden

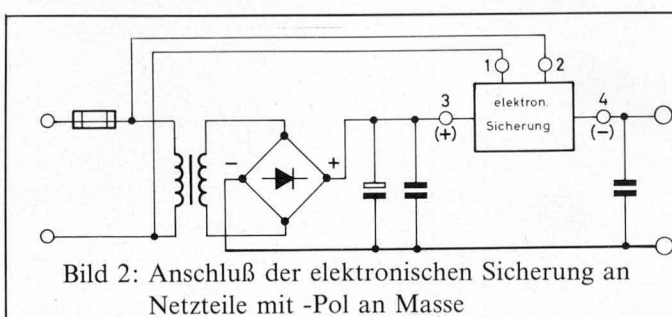


Bild 2: Anschluß der elektronischen Sicherung an Netzteile mit -Pol an Masse

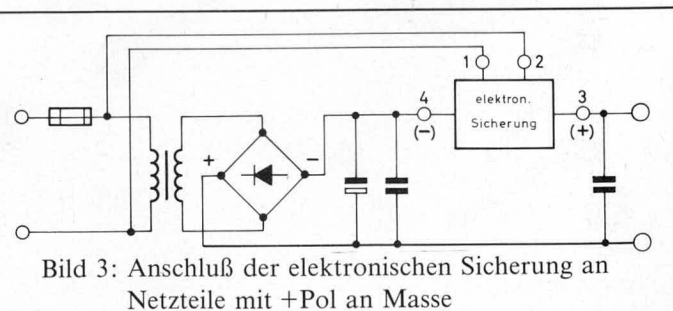


Bild 3: Anschluß der elektronischen Sicherung an Netzteile mit +Pol an Masse

Netzteils beim Einsatz der elektronischen Sicherung als Stromkonstanter auf einen möglichst kleinen, für die Regelung jedoch ausreichend großen Wert ein (z. B. 5V).

Wie die elektronische Sicherung in ein bereits bestehendes Netzgerät einzubauen ist, geht aus den Anwendungsbeispielen in Bild 2 und Bild 3 hervor.

An die Klemmen 1 und 2 wird die Netzspannung angelegt.

Die Klemmen 3 und 4 stellen die eigentliche Sicherung dar, die in den zu schützenden Stromkreis eingeschaltet wird.

Es ist lediglich darauf zu achten, daß der Punkt 3 positiver als der Punkt 4 ist, d. h. der Punkt 3 muß spannungsmäßig dichter am +Pol liegen als Punkt 4.

Abgleich der elektronischen Sicherung

In der vorliegenden Schaltung ist ein Abgleichpunkt vorhanden, wodurch der maximal einstellbare Strom festgelegt wird.

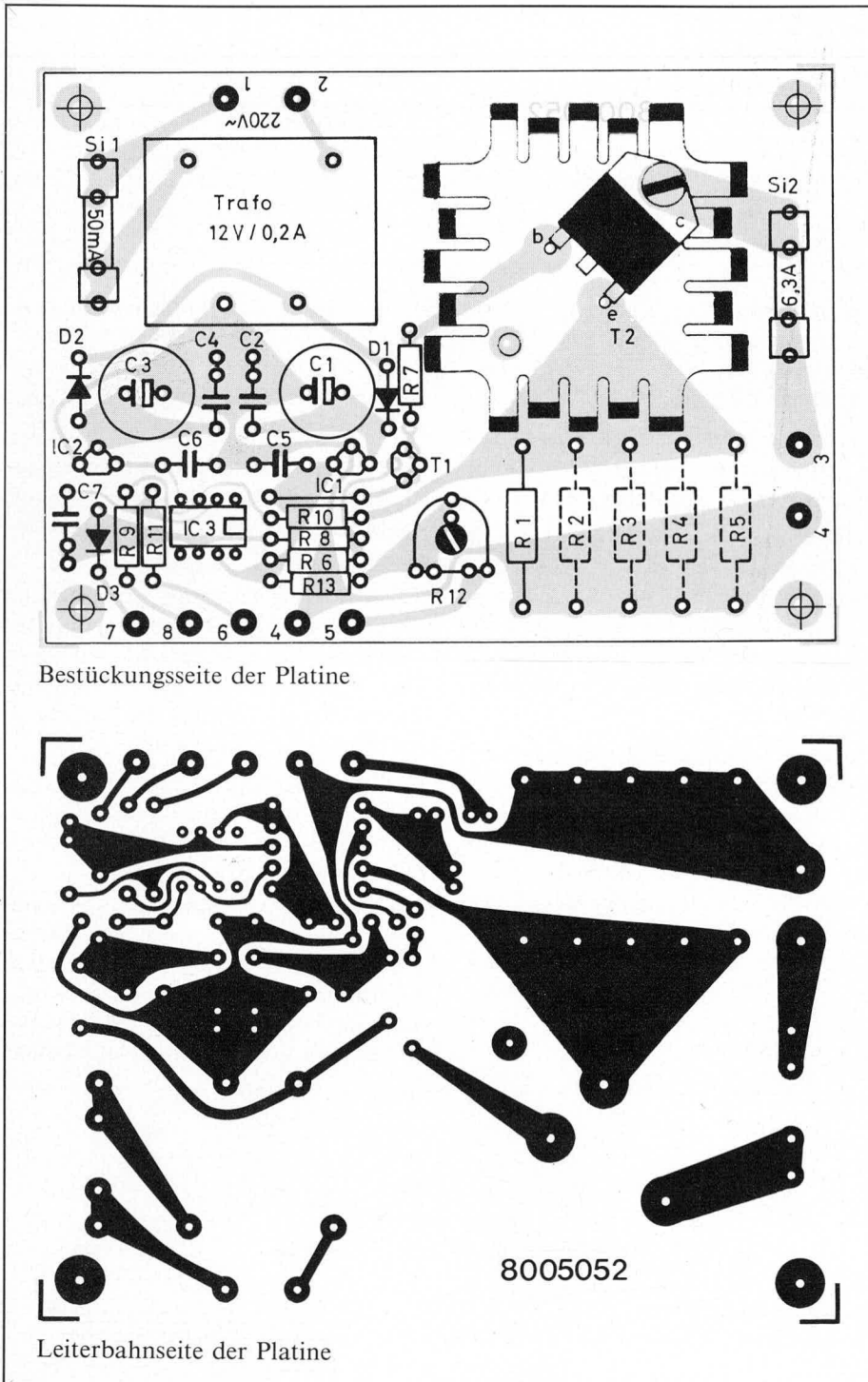
Will man z. B. die Sicherung auf maximal 1A auslegen, so wird, wie an anderer Stelle bereits erwähnt, von den Referenzwiderständen nur R1 bestückt

(R2 bis R5 entfallen). Der Abgleich wird dann wie folgt durchgeführt:

Die Sicherung wird auf Stromkonstanter umgeschaltet (S1 geöffnet) und der Ausgang des zu schützenden Netzteils kurzgeschlossen.

Nachdem das Poti R14 ganz nach rechts (Maximum) gedreht wurde, stellt man mit dem Trimmer R12 den Strom auf 1A (bzw. 2A, 3A, 4A oder 5A) ein. Damit ist der Abgleich auch schon beendet.

Durch den einfachen Nachbau wird diese universelle und zuverlässige Schutzschaltung sicher viele Freunde finden und gute Dienste leisten.



Stückliste:

ELV-Super-Netzteil-Sicherung

R1	.....	1 Ω/1 Watt
R2	.....	1 Ω/1 Watt
R3	.....	1 Ω/1 Watt
R4	.....	1 Ω/1 Watt
R5	.....	1 Ω/1 Watt
R6	.....	1 kΩ
R7	.....	1 kΩ
R8	.....	1,5 kΩ
R9	.....	10 kΩ
R10	.....	10 kΩ
R11	.....	10 kΩ
R12	.....	10 kΩ, Trimmer
R13	.....	10 kΩ
R14	.....	1 kΩ, Poti, lin
C1	.....	100 uF/25V
C2	.....	100 nF
C3	.....	100 uF/25V
C4	.....	100 nF
C5	.....	100 nF
C6	.....	100 nF
C7	.....	470 pF
IC1	.....	78L15
IC2	.....	79L15
IC3	.....	uA 741
T1	.....	BC 558 C
T2	.....	TIP 140
D1	.....	1N 4148
D2	.....	1N 4148
D3	.....	1N 4148

Trafo

220V/12V/2,4VA		
Si1	0,05A
Si2	6,3A
2 Sicherungshalter		
9 Lötstifte		
S1 Schalter, 1-polig		

Grundlagen für die Elektronik

Teil 2: Widerstände und Widerstandsschaltungen

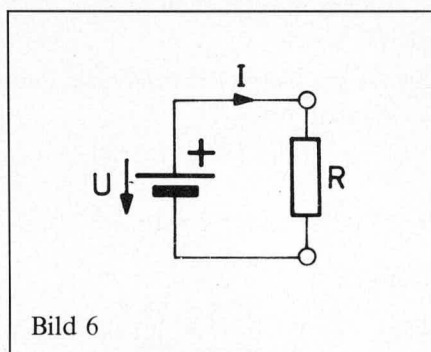
Im ersten Teil unseres Grundlagenkurses haben wir uns mit dem Wesen des elektrischen Stromes und mit der elektrischen Spannung vertraut gemacht. Der elektrische Widerstand, das erste wichtige Bauelement in der Elektronik, wurde ebenfalls in den Grundzügen behandelt. Bevor wir nun an die Berechnung der Widerstände und Widerstandsschaltungen gehen, muß das Ohmsche Gesetz ausführlich erläutert werden.

2. Das Ohmsche Gesetz

Das bekannteste und wohl wichtigste Gesetz der Elektrotechnik ist das Ohmsche Gesetz. Es stellt den Zusammenhang zwischen dem Strom I und der Spannung U innerhalb eines Stromkreises dar. Wie in Kapitel 1.3 beschrieben, ist die Spannung die Ursache für das Fließen eines Stromes. Dabei ist die Größe des Stromes abhängig von der Größe der Spannung.

Man kann sich vorstellen, daß der Strom um so größer ist, je größer die Spannung (also der Druck auf die Elektronen) ist. Aber noch ein weiterer Faktor ist für die Größe des Stromes maßgeblich.

In Kapitel 1.6 wurde bereits erwähnt, daß der Widerstand in einem Stromkreis die Höhe des fließenden Stromes begrenzt. Bild 6 zeigt einen solchen Stromkreis.

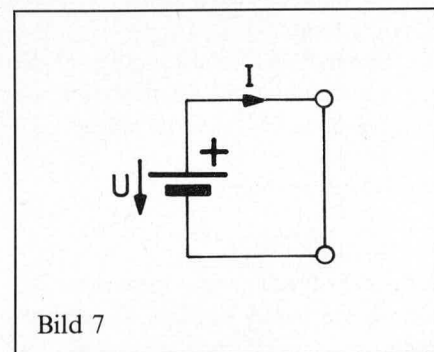


Daraus ergibt sich das Ohmsche Gesetz:

Der Strom I wird um so größer, je größer die Spannung und je kleiner der Widerstand ist.

Die Formel lautet: $I = \frac{U}{R}$

Der größte Strom fließt also beim kleinsten Widerstand. Das ist beim sog. Kurzschluß (Bild 7) der Fall.



Der kleinste Widerstand setzt sich hierbei aus dem Innenwiderstand der Spannungsquelle und den Leitungswiderständen zusammen.

Die Formel für das Ohmsche Gesetz gilt streng genommen nur für Gleichstrom. Bei der Behandlung des Wechselstromes werden wir feststellen, daß diese Gesetzmäßigkeit noch genauer formuliert werden muß.

3. Schaltung von Widerständen

In der Schaltungspraxis treten die verschiedensten Arten von Widerstandskombinationen auf. Sie setzen sich aus zwei einfachen Grundschaltungen zusammen: der Reihenschaltung und der Parallelschaltung.

3.1. Gesetze der Reihenschaltung

Bild 8 zeigt die Anordnung einer Reihenschaltung mit zwei Widerständen. Wir können daraus bereits einige Gesetze ablesen.

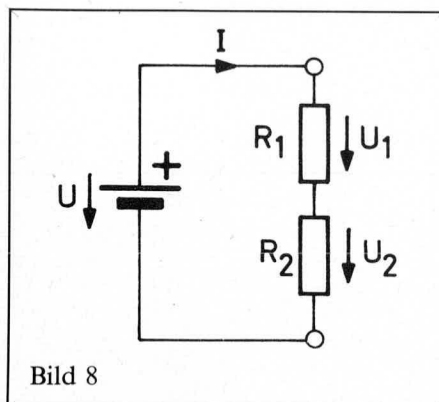


Bild 8

Weil der Strom sich nirgends verzweigt, gilt:

A. In der Reihenschaltung ist der Strom I überall gleich.

B. In der Reihenschaltung ist die Summe der Teilspannungen gleich der angelegten Spannung.

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

Mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes können wir den Gesamtwiderstand der Reihenschaltung berechnen. Für zwei Widerstände gilt:

$$U = I \cdot R = U_1 + U_2$$

$$U = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 = I \cdot (R_1 + R_2)$$

Daraus folgt:

C. In der Reihenschaltung ist der Gesamtwiderstand so groß wie die Summe der Teilwiderstände.

$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

Aus der Beziehung

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1 + R_2} \quad \text{oder} \quad I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

läßt sich durch Umstellung der Gleichung noch ein weiteres Gesetz ableiten.

D. In einer Reihenschaltung verhalten sich die Teilspannungen wie die zugehörigen Einzelwiderstände.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

3.2. Gesetze der Parallelschaltung

Bild 9 zeigt die Anordnung der Parallelschaltung mit zwei Widerständen. Auch hier können wir einige Gesetzmäßigkeiten anhand der Schaltung ablesen.

A. An parallel geschalteten Widerständen liegt dieselbe Spannung U .

Im Gegensatz zur Reihenschaltung kann sich der Strom hier verzweigen, d. h.:

B. In der Parallelschaltung ist die Summe der Teilströme so groß wie der Gesamtstrom.

$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

Über das Ohmsche Gesetz erhalten wir aus der Beziehung $U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$ durch Umstellung:

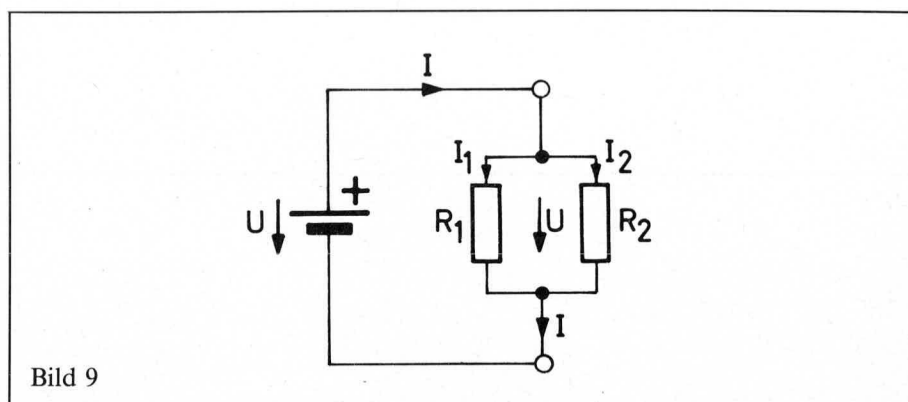


Bild 9

C. In einer Parallelschaltung verhalten sich die Teilströme umgekehrt wie die zugehörigen Widerstände.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Die Berechnung des Gesamtwiderstandes erfordert schon etwas mehr Rechenaufwand. Wir wollen diese Berechnung trotzdem für den mathematisch interessierten Leser für eine Parallelschaltung mit zwei Widerständen durchspielen. Dazu muß wieder das Ohmsche Gesetz erhalten.

$$I \cdot U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$$

$$II. \quad I = I_1 + I_2$$

Setzen wir Formel II in Formel I ein, so erhalten wir:

$$(I_1 + I_2) \cdot R = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$$

Aus I. folgt:

$$I_1 = I \cdot \frac{R}{R_1} \quad \text{und} \quad I_2 = I \cdot \frac{R}{R_2}$$

dann ist

$$I = I_1 + I_2 = I \cdot \frac{R}{R_1} + I \cdot \frac{R}{R_2}$$

$$= I \cdot \left(\frac{R}{R_1} + \frac{R}{R_2} \right)$$

$$I = \frac{R}{R_1} + \frac{R}{R_2} = R \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

D. In einer Parallelschaltung ist der Gesamtleitwert so groß wie die Summe der Einzelleitwerte.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Unter dem Leitwert G versteht man den Kehrwert des Widerstandes.

$$G = \frac{1}{R}$$

Bei nur zwei parallel geschalteten Widerständen läßt sich die Formel zur Berechnung des Gesamtwiderstandes durch Umstellung noch vereinfachen.

$$\text{Man erhält: } R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

3.3. Der Spannungsteiler

Mit den Kenntnissen der Reihen- und Parallelschaltung sind wir jetzt in der Lage, eine häufig vorkommende Anordnung zu berechnen, den Spannungsteiler. Benutzt wird er, um von einer festen Spannung U einen bestimmten Teil U_2 abgreifen zu können. Das Schaltbild eines Spannungsteilers zeigt Bild 10a, das Schaltbild eines nach dem gleichen Prinzip arbeitenden regelbaren Potentiometers Bild 10b.

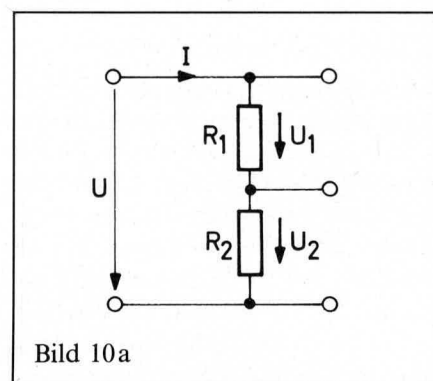


Bild 10a

Das Potentiometer besteht aus der Reihenschaltung von R_1 und R_2 . Ist kein Verbraucher R_V an die Versorgungsspannung U_2 angeschlossen, so ist der Gesamtwiderstand $R = R_1 + R_2$. Sobald der Spannungsteiler (unser Potentiometer) belastet wird, d. h. sobald ein Verbraucher mit dem Widerstand R_V angeschlossen wird, besteht der Gesamtwiderstand der Schal-

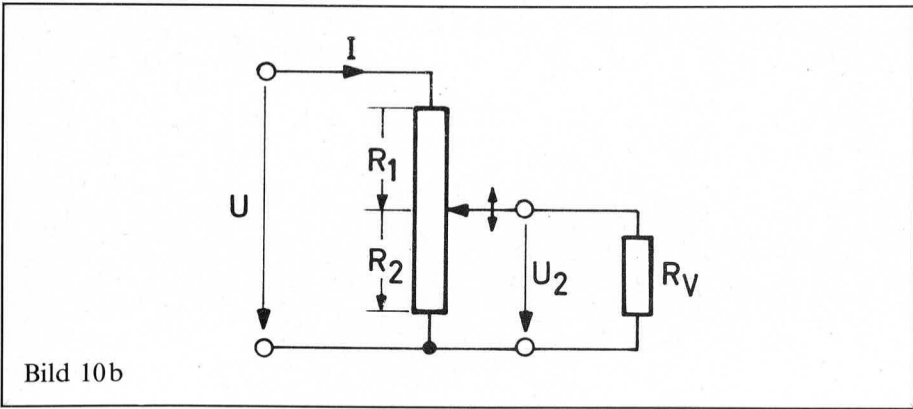


Bild 10b

ung aus einer Parallelschaltung von R_2 und R_V , in Reihe“ mit R_1 . Somit ergibt sich:

$$R = \frac{R_2 \cdot R_V}{R_2 + R_V} + R_1$$

Für den Fall, daß der Widerstand R_V den Spannungsteiler kaum belastet, kann die Formel wieder zu $R = R_1 + R_2$ vereinfacht werden.

Das gilt, falls R_V sehr viel größer ist als R_2 , was nach dem Ohmschen Gesetz bedeutet, daß durch den Verbraucher ein zu vernachlässigender kleiner Strom fließt.

Unter R_V sehr viel größer als R_2 ist zu verstehen:

R_V ungefähr $100 \cdot R_2$ oder größer. Der maximale auftretende Fehler beträgt dann 1 %.

3.4. Normwerte für Widerstände

Wollen wir die von uns errechneten Widerstände kaufen, werden wir feststellen, daß nicht alle Werte erhältlich sind. Wir müssen uns also für den nächstkleineren oder -größeren Widerstandswert entscheiden.

Durch eine sinnvolle Einteilung der Normwerte wurde allerdings erreicht, daß innerhalb der Widerstandstoleranzgrenzen fast jeder erforderliche Wert erhältlich ist oder sich andernfalls durch Reihenschaltung kombinieren läßt.

Handelsübliche Widerstände besitzen Toleranzen von 5 % oder 10 %. Enger tolerierte Bauteile sind entsprechend teurer. Die Normwerte der Widerstände können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Reihe E 6

Widerstand in Ω , k Ω , M Ω

1	10	100
1,5	15	150
2,2	22	220
3,3	33	330
4,7	47	470
6,8	68	680

Reihe E 12

Widerstand in Ω , k Ω , M Ω

1	10	100
1,2	12	120
1,5	15	150
1,8	18	180
2,2	22	220
2,7	27	270
3,3	33	330
3,9	39	390
4,7	47	470
5,6	56	560
6,8	68	680
8,2	82	820

3.5. Widerstandsberechnung eines Leiters

Zum Schluß der Widerstandsberechnung soll noch erklärt werden, wie man einen selbstentwickelten Drahtwiderstand berechnen kann.

Dazu überlegen wir folgendes: Die Größe des Widerstandes R muß von verschiedenen Faktoren abhängen.

- von dem Material des Widerstandsdrahtes,
- von der Menge (Länge) des Drahtes und
- von der Dicke (Querschnitt) des Drahtes.

Ein typisches Widerstandsmaterial ist Konstantan. Mißt man zwei gleich lange und gleich dicke Drähte aus Konstantan und Kupfer mit einem Widerstandsmeßgerät, so stellt man fest, daß der Konstantandraht einen 28mal größeren Widerstand hat als der Kupferdraht. Diese Materialabhängigkeit wird als spezifischer Widerstand ρ bezeichnet. Da der Wert ρ für Kupfer

$$0,01785 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

beträgt und für Konstantan

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

stellen wir fest:

- Je größer der spezifische Widerstand ρ , um so größer der Widerstand R .

Um den Einfluß der Drahtlänge auf den Widerstand zu klären, machen wir folgendes Gedankenexperiment:

Gießt man in ein kurzes Rohr einen Liter Wasser, so kommt am Ende auch ungefähr die gleiche Menge wieder heraus. Nur ein geringer Teil befeuchtet die Innenwände des Rohres und geht damit verloren. Bei einem sehr langen Rohr bleibt ein größerer Teil des Wassers auf der Strecke.

Bei unserem Widerstandsdraht ist es der Strom, der auf der Strecke bleibt, indem er den Draht erwärmt. Bei langen Drähten geht mehr Strom durch die Erwärmung des Leiters verloren als bei kurzen.

Wir stellen fest: Je länger der Draht, desto kleiner der Strom. Erinnern wir uns an das Ohmsche Gesetz, so bedeutet das für den Widerstand:

- Je länger der Draht, desto größer der Widerstand.

Auch für die Betrachtung der Querschnittsabhängigkeit nehmen wir das Wasser zur Hilfe. Durch ein dickes Rohr fließt in der gleichen Zeit und bei gleichem Druck mehr Wasser als durch ein dünnes Rohr. Durch einen dicken Draht fließt demnach bei gleicher Spannung mehr Strom als durch einen dünnen Draht.

Das bedeutet für den Widerstand:

- Je größer der Querschnitt, desto kleiner der Widerstand.

Die Erkenntnisse A, B und C ergeben das folgende Gesetz:

Der Widerstand eines Leiters ist abhängig vom spezifischen Widerstand ρ , von der Länge L des Drahtes und seinem Querschnitt A .

Die entsprechende Formel lautet:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

R ergibt sich stets in Ohm, wenn L in m und A in mm^2 eingesetzt werden. Beispiel: Gegeben ist ein Konstantandraht der Länge $L = 1$ m mit dem Querschnitt $A = 0,1 \text{ mm}^2$. Der spez. Widerstand ρ beträgt:

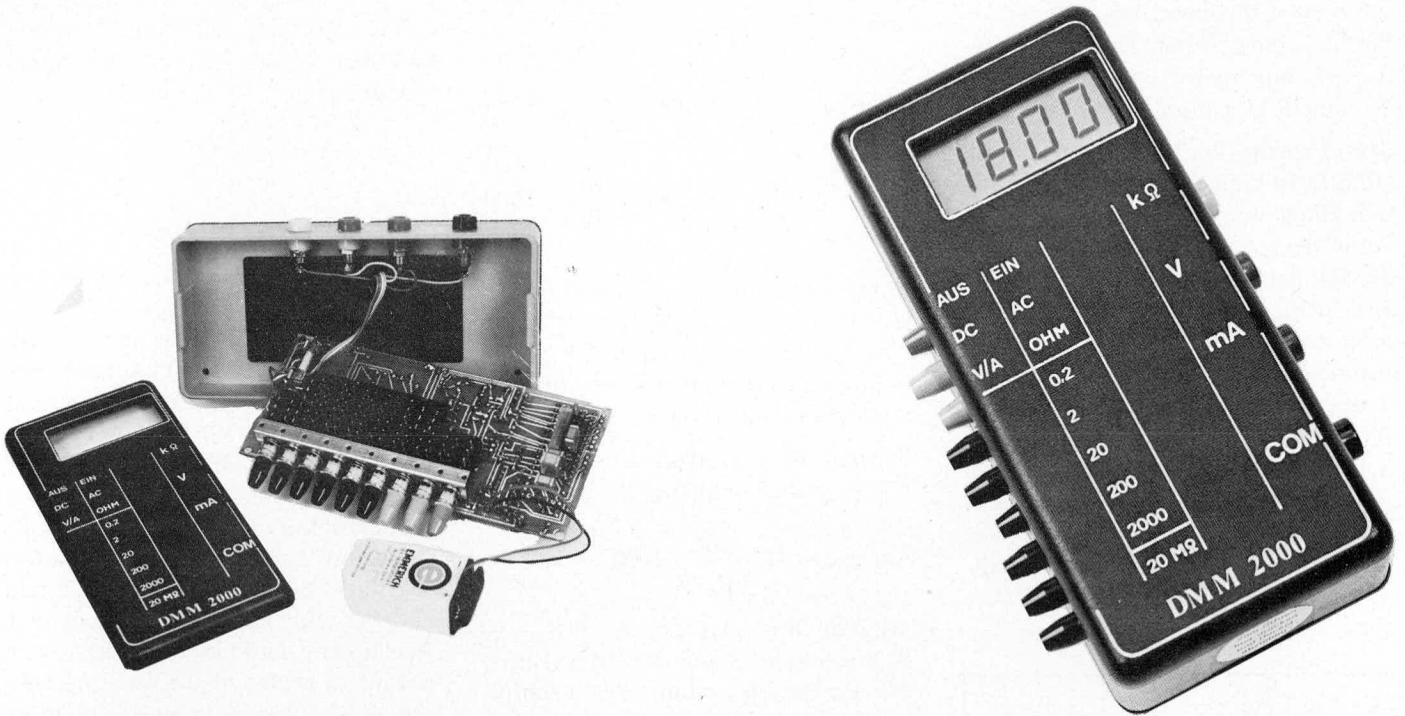
$$0,5 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{0,5 \cdot 1}{0,1} = 5 \Omega$$

Falls ein Widerstandsmeßgerät vorhanden ist, kann man seine Berechnungen leicht nachprüfen.

Neben den Widerständen gibt es noch weitere wichtige Bauteile wie Kondensatoren und Spulen, denen wir unsere nächste Folge widmen müssen, um danach in die Wechselstromtechnik einsteigen zu können.

Digital-Multimeter DMM 2000 mit LCD-Anzeige für Batteriebetrieb



Ziel bei der Entwicklung dieser Schaltung war es, ein handliches, batteriebetriebenes Multimeter zu erstellen, das so preisgünstig und nachbausicher wie möglich sein sollte, gleichzeitig aber durchaus Vergleichen mit teureren, professionellen Meßgeräten standhält.

Besondere Merkmale dieses Multimeters:

- 26 Meßbereiche
- Hohe Auflösung bei allen Meßarten
- Hohe Genauigkeit des AC/DC-Wandlers durch frequenzkompensierten Vorteiler
- Neuartiges Prinzip für Widerstandsmessungen
- Nur ein einziger (!) Abgleichpunkt für alle Meßarten und -bereiche
- Batteriebetrieb mit automatischer Entladungskontrolle

Die Schaltung:

Neben der 9-Volt-Versorgungsspannung (U_{bat}) benötigt die Schaltung noch zwei Hilfsspannungen, die intern von IC 1 erzeugt werden. Diese Spannungen sind — anders als üblich — gegenüber dem Pluspol der Batterie stabilisiert, weshalb für die Festlegung der Spannungszustände in der Schaltung folgende Schreibweise vorteilhaft ist:

$+U_{\text{bat}} = 0$ Volt, $-U_{\text{bat}} = -9$ Volt, $U_{\text{com}} = -2,8$ Volt, $U_{\text{test}} = -6$ Volt.

Mittelpunkt der Schaltung ist das bekannte IC ICL 7106, dessen AD-Wandler einen Fehler von weniger als 0,05 % aufweist. Die Beschaltung entspricht den üblichen Ausführungen (s. z. B. ELV: Digitales Multimeter). Ein wesentlicher Unterschied besteht allerdings darin, daß die Verbindung des Minus-Meßeingangs zum internen Nullpunkt des ICs (Pin „Common“) und die Verbindungen der Referenzeingänge des ICs zum Einstellpoti P1 nicht fest verdrahtet sind, sondern je nach Meßart miteinander verschaltet werden. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, Widerstände auf eine neue und sehr genaue Weise zu messen. Darauf wird später noch näher eingegangen.

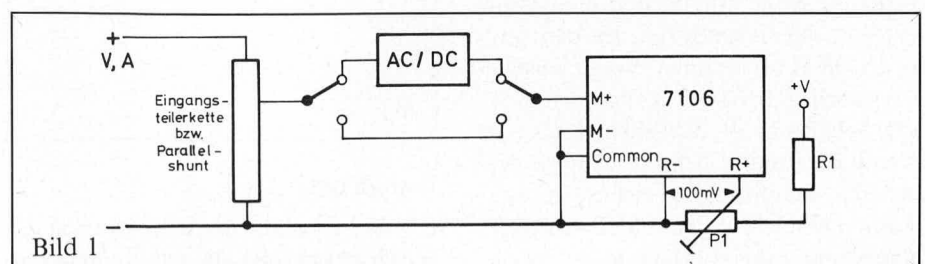


Bild 1

Mit freundlicher Unterstützung der Firma OK-electronic

Strom- und Spannungsmessung:

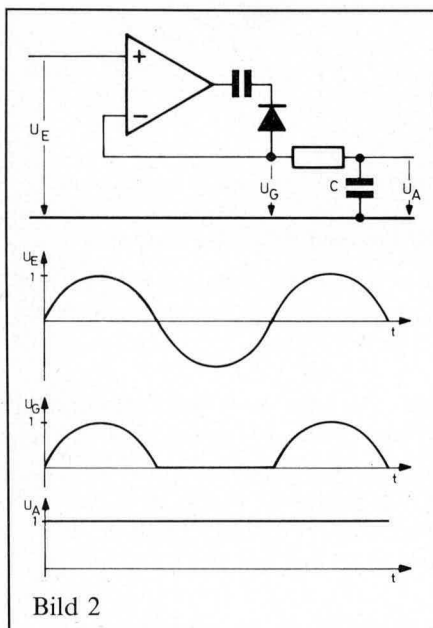
Bei der Strom- und Spannungsmessung arbeitet die Schaltung nach dem üblichen Prinzip (Bild 1).

Mit P1 wird die Referenzspannung (100mV) eingestellt, und die zu messende Größe gelangt über die Eingangsteilerkette direkt bzw. bei AC-Betrieb über den AC/DC-Wandler an die Meßeingänge des ICs. Der Eingangswiderstand beträgt bei Spannungsmessung in allen Bereichen 10 M Ω und bei Strommessung je nach Bereich zwischen 0,1 Ω (2A) und 1 k- Ω (200 μ A).

Der AC/DC-Wandler:

Für den AC/DC-Wandler wurde eine Schaltung verwendet, bei der kein externer Abgleich erforderlich ist und die über einen weiten Frequenzbereich und in allen Meßbereichen linear arbeitet. Zur Linearisierung in den verschiedenen Meßbereichen ist es erforderlich, die Vorteilerkette zu frequenzkompensieren, was durch die Bauteile R24, C6 und C7 geschieht.

Das Prinzip der Wandlerschaltung (Bild 2) ist eine Einweggleichrichtung der Eingangsspannung, bei der die Schwellenspannung der Diode mittels der OP-Schaltung auf einige μV reduziert wird. Eine vereinfachte Darstellung der Schaltung ist Bild 2 zu entnehmen. Die in der Schaltung eingebauten, hier aber nicht eingezeichneten Bauteile dienen zur Linearisierung der Schaltung und zur Verhinderung von Eigenschwingungen. Die teilweise gleichgerichtete Eingangsspannung U_E lädt den Kondensator C auf, dessen Spannung dann dem Meßeingang von IC 1 zugeführt wird.



Widerstandsmessung:

Der besondere Unterschied dieser Schaltung gegenüber anderen liegt darin, daß keine Konstantstrom- oder -spannungsquelle benötigt wird. Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung in der Genauigkeit, da hier nur noch die Toleranz der Vergleichswiderstände (0,5 %) eine Rolle spielt. Um die Schaltung zu verstehen, muß ein wenig zur Funktion des IC 7106 gesagt werden. Bei ihm hängt der angezeigte Zahlenwert wie folgt mit Meß- und Referenzspannung zusammen:

$$\text{Anzeige} = \frac{U_{\text{meß}}}{U_{\text{ref}}} \cdot 1000$$

Legt man nun an eine Reihenschaltung von Widerständen R_x und R_{ref} (Bild 3) eine Spannung an, so gilt:

$$U_x = R_x \cdot I \quad R_{\text{ref}} \cdot I$$

Nimmt man nun U_x als $U_{\text{meß}}$, so ergibt sich:

$$\text{Anzeige} = \frac{U_x}{U_{\text{ref}}} \cdot 1000 =$$

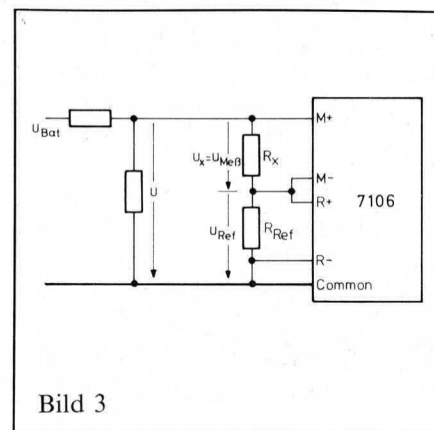
$$\frac{R_x \cdot I}{R_{\text{ref}} \cdot I} \cdot 1000 = \frac{R_x}{R_{\text{ref}}} \cdot 1000$$

Wählt man R_{ref} in 10er-Potenzen (100 Ω , 1 k Ω , ..., 10 M Ω), so zeigt die Anzeige bei entsprechendem R_{ref} und richtiger Dezimalpunktbeschriftung direkt die Größe von R_x an.

Beispiel: $R_x = 1200 \text{ k}\Omega$
 $R_{\text{ref}} = 1000 \text{ k}\Omega$

$$\text{Anzeige} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{1 \cdot 10^6} \cdot 1000 = 1200$$

Wesentlich ist, daß der durch R_x und R_{ref} gebildete Spannungsteiler durch die Eingangsimpedanz der nachfolgenden Schaltung nicht belastet wird, was aber bei einer Impedanz von 10¹⁵ Ω des IC 7106 gewährleistet ist. Aus Bild 3 ist auch erkenntlich, weshalb bei diesem Gerät die Eingänge M- und R+ des IC 7106 umschaltbar ausgeführt sein müssen. Um die Schaltung im Ohmbereich gegen externe Spannungen bis mindestens 50 V zu schützen, dienen die Widerstände R13, R14, R4, R5 und R6. Auch höhere Spannungen schaden dem IC kurzfristig nicht, jedoch können je nach Meßbereich die Schutzwiderstände oder Widerstände der Teilerkette beschädigt werden.



Batterietest:

Ein weiteres Plus der Schaltung ist die Batteriekontrolle, die unabhängig von

der Meßart bei nachlassender Batteriespannung in der Anzeige einen Pfeil einblendet. Nach dem ersten Aufleuchten des Pfeils reicht die Batteriespannung noch für einen Betrieb von 4–6 Stunden. Angezeigt wird, wenn die negative Batteriespannung weniger als 0,7 V negativer als die Testspannung des IC 7106 ist, weil dann T1 sperrt und über N2 das LCD-Display angesteuert wird.

Aufbau der Schaltung

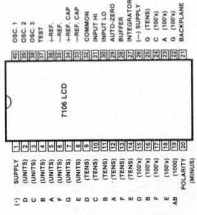
Die Schaltung wird auf einer doppel-seitigen durchkontaktierten Platine aufgebaut, so daß die Bauteile jeweils nur auf einer Seite der Platine verlötet werden müssen. Beim Aufbau bestückt man zunächst die Rückseite der Platine vollständig bis auf den Schaltersatz. Die überstehenden Drähte sollten möglichst kurz abgekniffen werden, da IC 1 und 2 flach eingelötet werden müssen, weil auch die Anzeige direkt verlötet wird. Bei der anschließenden Bestückung der Platinenvorderseite ist darauf zu achten, daß Elkos und Dioden sowie ICs in richtiger Richtung eingelötet werden. Beim Einlöten der ICs ist besondere Sorgfalt geboten (statische Aufladung). Eine Verwendung von IC-Kontakten oder Fassungen ist beim Einbau in das vorgesehene Gehäuse nicht möglich. Bei der LCD-Anzeige erkennt man Pin 1 an einer Punktmarkierung oder, falls nicht vorhanden, dadurch, daß man schräg auf die Anzeige blickt und so die Segmente erkennt. Die Anzeige sollte zusätzlich auch auf der Bestückungsseite verlötet werden.

Beim Einlöten der Kondensatoren ist darauf zu achten, daß sie keinen Kontakt zu darunterliegenden Leiterbahnen haben. Die Lage der einzelnen Bauteile ist aus den beiden Bestückungsplänen ersichtlich.

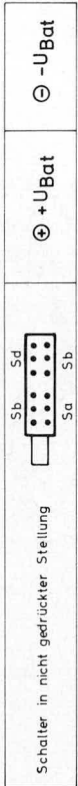
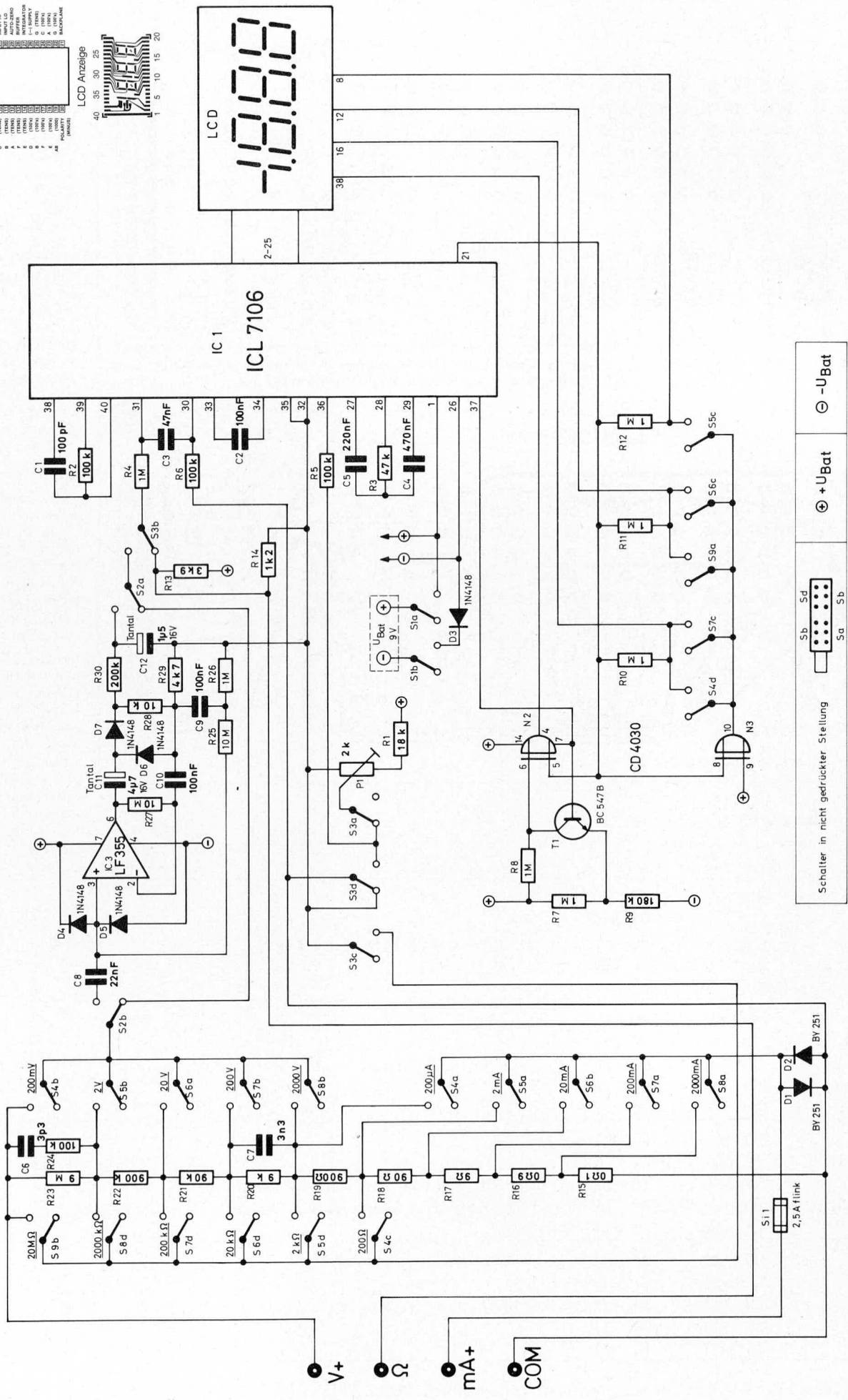
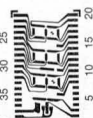
Zum Schluß werden die Verbindungen zur Batterie und den Buchsen hergestellt sowie der Schaltersatz verlötet. Nach Einsetzen des Schaltersatzes muß vor dem Lötten kontrolliert werden, ob alle Tasten rasten und sich auch wieder auslösen lassen. Ist dies nicht der Fall, steckt der Schalter zu tief in der Platine.

Vor dem Einbau in das Gehäuse müssen die rückwärtigen Kontakte der Schalter S8 und S9 und — für den Platz für die Batterie — die von S3 gekürzt werden.

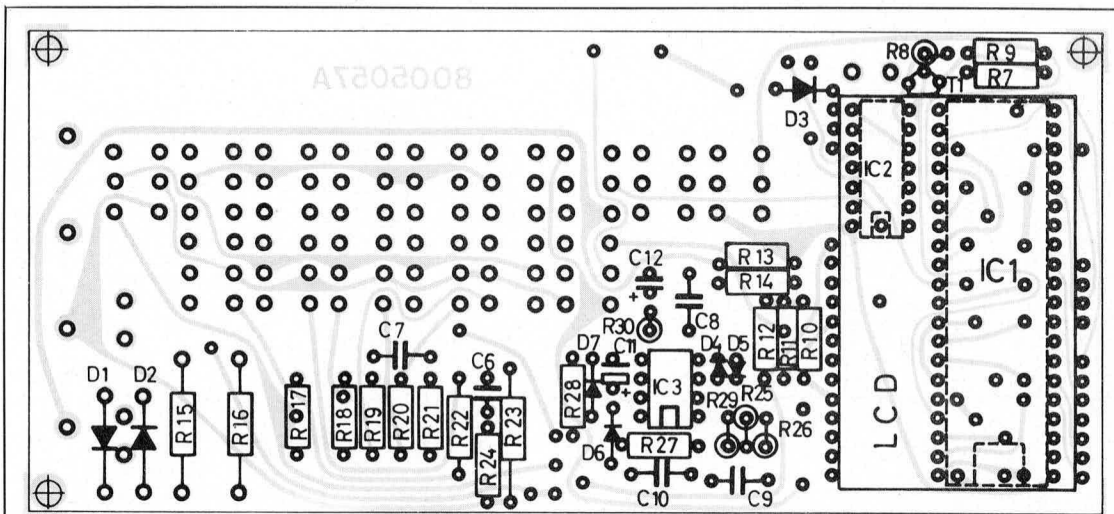
Anschlussbelegung:



LCD Anzeige

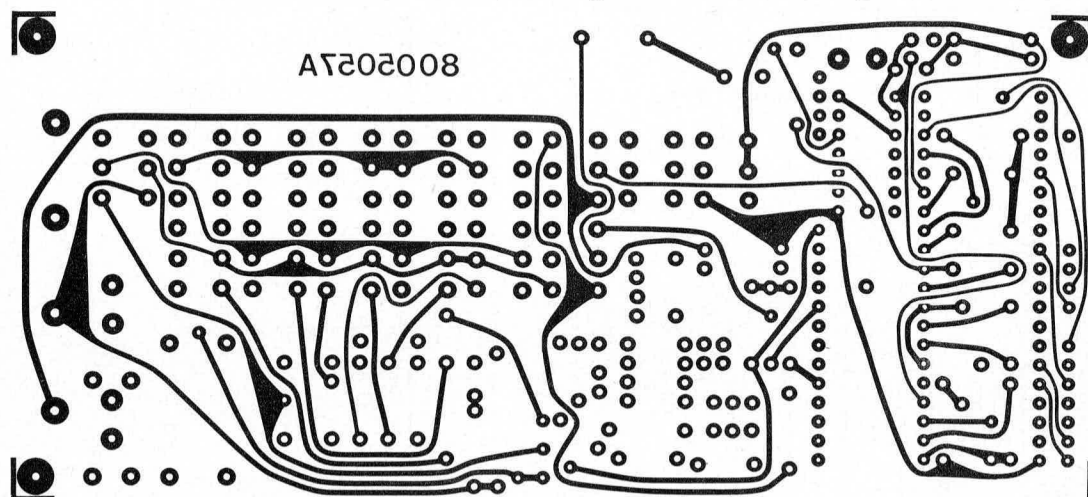


Schaltbild: Digitales Multimeter mit LCD-Anzeige



Bestückungsseite der Platine

Die abgebildete Leiterbahnführung befindet sich auf derselben Platinenseite wie die darüber abgedruckte Bauteilebestückung.



Leiterbahnseite der Platine

Die beiden Leiterbahn- und Bestückungsseiten auf dieser und der nebenstehenden Seite gehören zu ein und derselben Platine.

Diese unterscheidet sich wesentlich von einseitig kupferbeschichteten Platinen, bei denen die Leiterbahnen auf der einen und die Bauteile auf der anderen Seite angeordnet sind.

Bei der nebenstehenden Platine befinden sich auf **beiden (!)** Seiten Leiterbahnen und Bauteile auf einer doppelseitig kupferbeschichteten durchkontaktierten Platine. „Durchkontaktiert“ besagt, daß an jeder Bohrung die beiden Leiterbahnseiten durch ein Spezialverfahren leitend miteinander verbunden sind. Dies hat den entscheidenden Vorteil, daß sämtliche Brücken entfallen.

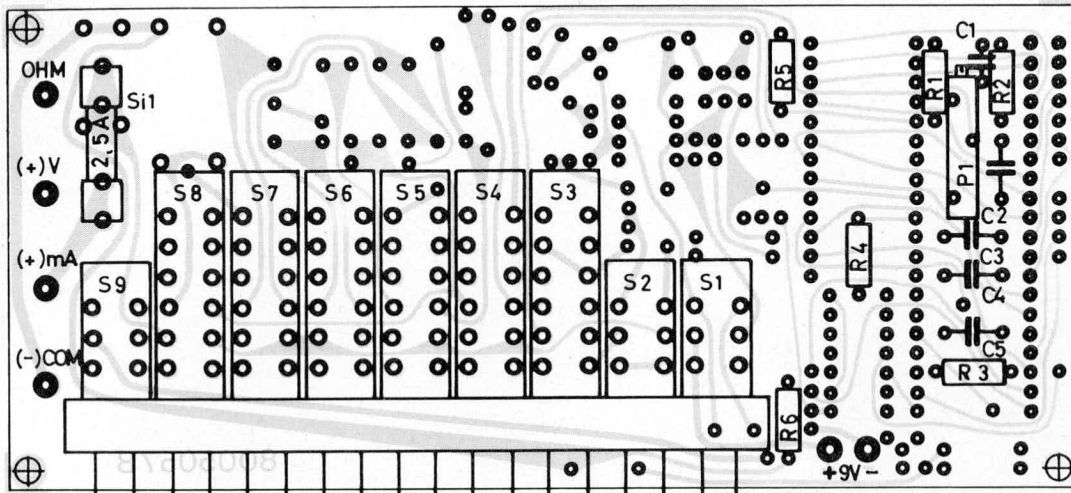
Stellt man die Platine selbst her, müssen entweder die Bauteile auf **beiden** Seiten verlötet werden, oder, wo dies nicht möglich ist, müssen vorher kleine Drähte eingelötet werden (bei durchkontaktierter Platine nicht nötig).

Es ist auch bei der Herstellung der Platine darauf zu achten, daß die auf der Platinenfolie aufgedruckte Nummer auf der Leiterplatte spiegelverkehrt erscheint, da die Bauteile auf der jeweils zugehörigen Leiterbahnseite aufgelötet werden.

Technische Daten:

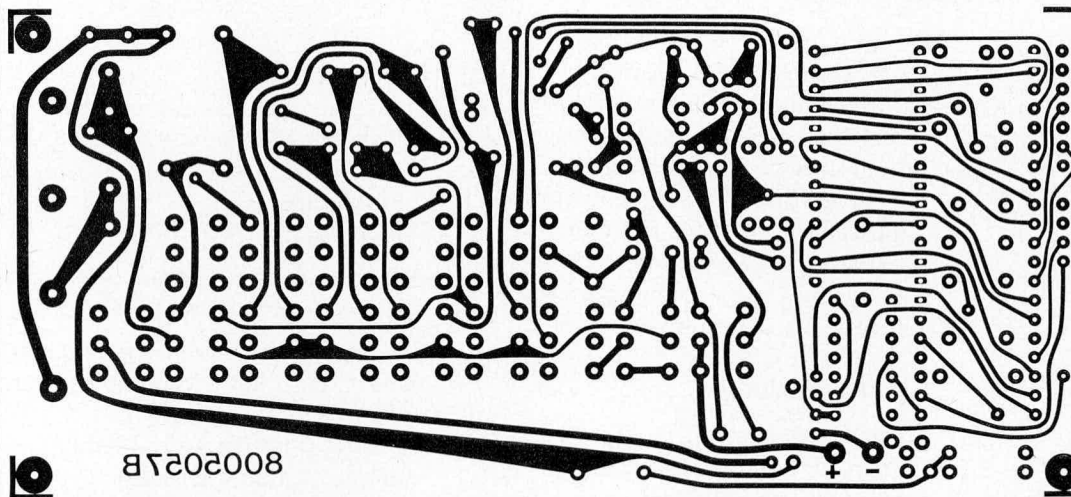
Funktion	Bereiche	Auflösung	Fehlergrenzen	Überlastschutz	R _i /Meßp.
Gleichspannung	200 mV	100 µV	± (0,5% vom Meßwert + 1 Digit)	1000 V	10 MΩ
	2 V	1 mV			
	20 V	10 mV			
	200 V	100 mV			
Wechselspannung	1000 V	1 V	± (1% vom Meßwert + 8 Digit)	1000 V	10 MΩ
	200 mV	100 µV			
	2 V	1 mV			
	20 V	10 mV			
Gleichstrom und Wechselstrom	200 V	100 mV	= ± (0,75% vom Meßwert + 1 Digit) ~ ± (1,5% vom Meßwert + 8 Digit)	Schutzdioden und 2,5 A-Schmelzsicherung	1 kΩ 100 Ω 10 Ω 1 Ω 0,1 Ω
	750 V	1 V			
	200 µA	100 µA			
	2 mA	1 µA			
Widerstand	20 mA	10 µA	± (0,5% vom Meßwert + 2 Digit)	50 V	< 1 V
	200 mA	100 µA			
	2000 mA	1 mA			
	200 Ω	100 mΩ			
	2 kΩ	1 Ω			
	20 kΩ	10 Ω			
	200 kΩ	100 Ω			
	20 MΩ	10 kΩ			

● Batteriebetrieb: 9 V, 4 mA, je nach Batterietyp ausreichend für ca. 200 Betriebsstunden ● Automatische Polaritätsanzeige ● Automatischer Nullpunktgleich ● Anzeige 3 1/2-stellig. Abmessungen: H x T x B = 43 x 72 x 155 mm.



Bestückungsseite der Platine

Die abgebildete Leiterbahnführung befindet sich auf derselben Platine-seite wie die darüber abgedruckte Bauteilebestückung.



Leiterbahnseite der Platine

800202B

Ableich und Bedienung

Mit Schalter S 1 wird das Gerät eingeschaltet. Mit Taste 2 kann zwischen DC und AC-Betrieb gewählt werden. S 3 legt die Meßart (V/A bzw. Ω) fest. Bei nicht gedrückter Taste (V/A-Betrieb) sind die Meßeingänge COM und V+ bzw. COM und A+ zu benutzen. Beide Eingänge sind in allen Bereichen bis 1000V geschützt. Bei gedrückter Taste ist S 2 außer Betrieb, und es können Widerstände gemessen werden (COM und Ω). Dieser Bereich ist bis 50V geschützt. Mit den gegenseitig auslösenden Tasten S 4—S 9 werden die Meßbereiche festgelegt, wobei S 9 nur im Ohmbereich wirksam ist.

Zum Ableich der Schaltung muß lediglich P 1 justiert werden. Dazu legt man eine bekannte Spannung an den Meßeingang und gleicht im entsprechenden Meßbereich die Anzeige mittels P 1 auf den entsprechenden Wert ab. Es empfiehlt sich, den Trimmer durch etwas Lack oder ähnlichem zu fixieren und etwa jedes Jahr einmal die Justierung zu kontrollieren.

Wir wünschen unseren Lesern beim Nachbau und späteren Einsatz dieses hochwertigen und trotzdem problemlos aufzubauenden Meßgerätes viel Erfolg.

Stückliste: Digitales Multimeter mit LCD-Anzeige

Halbleiter

IC1	.....	ICL 7106
IC2	.....	CD 4030/CD 4070
IC3	.....	LF 355
T1	.....	BC 547 B
D1	.....	BY 251
D2	.....	BY 251
D3 - D7	.....	1N 4148

Kondensatoren

C1	.....	100 pF
C2	.....	100 nF
C3	.....	47 nF
C4	.....	470 nF
C5	.....	220 nF
C6	.....	3,3 pF
C7	.....	3,3 nF
C8	.....	22 nF
C9	.....	100 nF
C10	.....	100 nF
C11	.....	4,7 uF/16V, Tantal
C12	.....	1,5 uF/16V, Tantal

Trimmer

P1	2 k Ω , Wendeltrimmer
----	-------	------------------------------

Metallfilmwiderstände, 1 %

R1	.....	18 k Ω
R2	.....	100 k Ω
R3	.....	47 k Ω
R4	.....	1 M Ω
R5, R6	.....	100 k Ω
R7, R8	.....	1 M Ω
R9	.....	180 k Ω
R10, R11, R12	.....	1 M Ω
R13	.....	3,9 k Ω
R14	.....	1,2 k Ω
R24	.....	100 k Ω
R25	.....	10 M Ω
R26	.....	1 M Ω
R27	.....	10 M Ω
R28	.....	10 k Ω
R29	.....	4,7 k Ω
R30	.....	200 k Ω

Metallfilm-

Meßwiderstände, 0,5 %

R15	.....	0,1 Ω
R16	.....	0,9 Ω
R17	.....	9 Ω
R18	.....	90 Ω
R19	.....	900 Ω

R20	.....	9 k Ω
R21	.....	90 k Ω
R22	.....	900 k Ω
R23	.....	9 M Ω

Sonstiges

3¹/₂-stellige LCD-Anzeige

1 Schaltersatz

7x Wechselrastung

davon 6x 4x um
und 1x 2x um

3x Einzelrastung

davon 2x 2x um
und 1x 4x um

Tastenabstand 10 mm

1 Sicherungshalter

1 Sicherung 2, 5A, flink

3 Schrauben M3 x 20

3 Distanzrollen 10 mm

6 Muttern M3

4 Buchsen 4 mm \varnothing

1 Gehäuse (gestanzt u. bedruckt)

1 Platine, doppelseitig, durchkontaktiert

1 Batterieclip

10 cm Kabel, vieradrig

Funktionsgenerator

Mit dem hier vorgestellten Funktionsgenerator können Sinus-, Dreieck- und Rechteckspannungen auf einfache Weise erzeugt werden. Der besondere Vorteil dieser Schaltung liegt in der stufenweisen Ausbaufähigkeit des Gerätes bis hin zur semiprofessionellen Ausführung.

Allgemeines

Wie in unserer vorangegangenen Ausgabe Nr. 8 bereits angekündigt, stellen wir unseren verehrten Lesern an dieser Stelle einen preiswerten Funktionsgenerator vor.

Um jedoch gleichzeitig der zunehmenden Nachfrage nach einem besonders hochwertigen, universell einsetzbaren Gerät gerecht zu werden, haben wir uns bemüht, mit der hier vorgestellten Schaltung möglichst vielen Leserwünschen nachzukommen.

Wir haben ein Baukastensystem entwickelt, bei dem die hier vorgestellte Schaltung das Kernstück darstellt und als solche einzeln, mit zwei handelsüblichen 9-Volt-Batterien betrieben, voll funktionsfähig ist.

Die externen Steuerungsmöglichkeiten sowie die Form und die Leistung der Ausgangsspannungen sind jedoch eingeschränkt.

Diejenigen unter unseren Lesern, die ein einfaches und preiswertes Gerät erstellen möchten, werden in dieser Schaltung ohne weitere Zusätze sicher das Gesuchte finden.

Wichtig ist aber, daß die nachfolgende Beschreibung besonders aufmerksam durchgelesen wird.

Für die besonders anspruchsvollen Hobby-Elektroniker verweisen wir auf unser Blockschaltbild, aus dem die vielfältigen Möglichkeiten, die das komplett ausgebaute Gerät bietet, hervorgehen und aus dem die Leistungsfähigkeit zumindest annähernd ersichtlich ist.

Die komplette Schaltung für diesen hochwertigen Funktionsgenerator veröffentlichen wir in unserer Ausgabe Nr. 11, da wir an dieser Stelle eine einfache Version angekündigt hatten und die nächste Ausgabe für weitere Anwendungsmöglichkeiten, die trotz der Einfachheit der vorliegenden Schaltung gegeben sind, reserviert ist.

Zur Schaltung

Der hier vorgestellte Funktionsgenerator wird in seiner einfachsten Version mit zwei handelsüblichen 9-Volt-Batterien in Reihe betrieben. Hierdurch kann der Spannungsmittelpunkt auf einfache Weise erzeugt werden (GND).

Mit dem vorliegenden Modul können folgende Signale erzeugt werden:

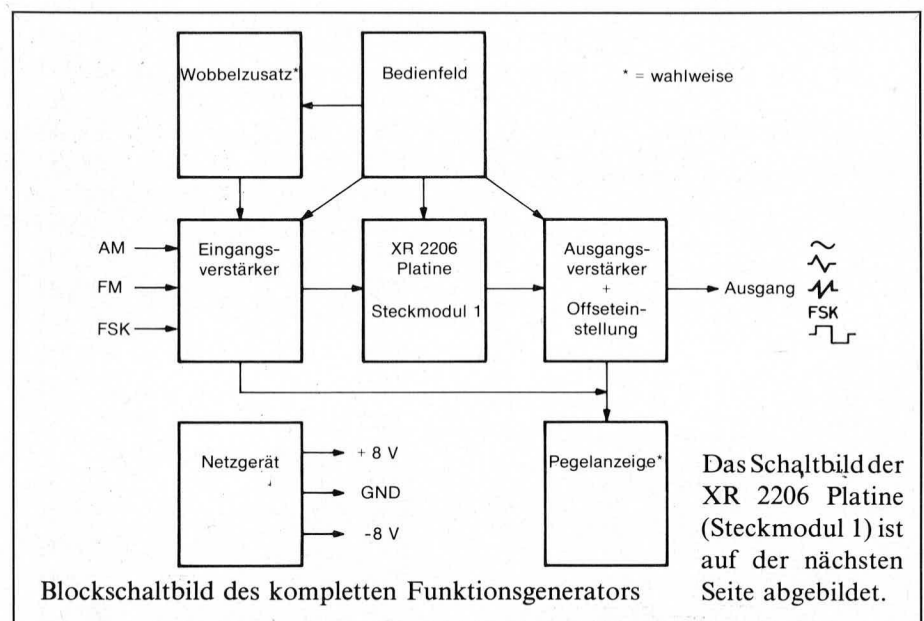
- Sinus

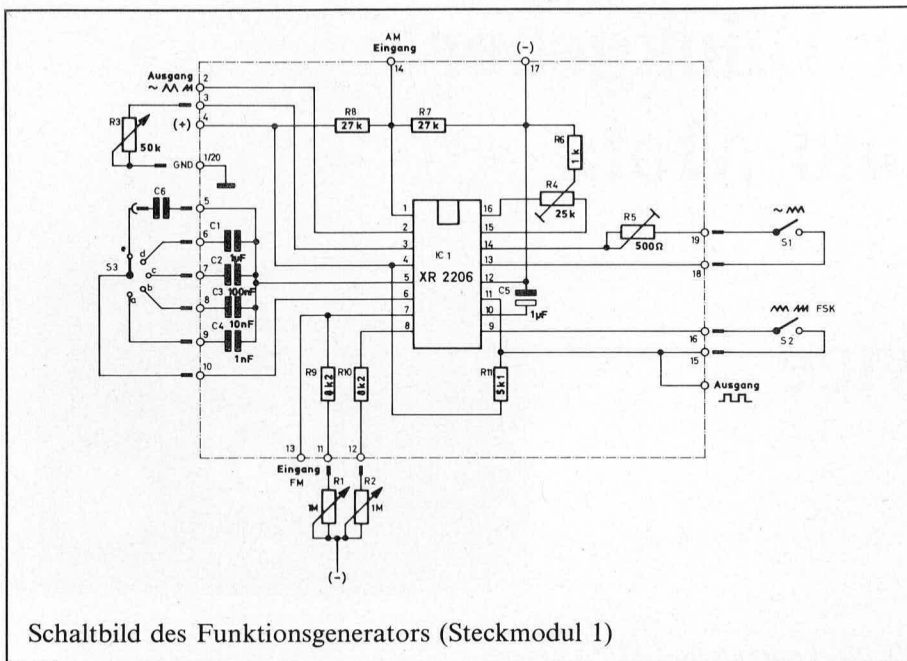
- Dreieck
- Sägezahn (positiv und negativ)
- Rechteck (Tastverhältnis 1:1)
- Pulse (Rechteck mit beliebigem Tastverhältnis)
- FSK (digitale FM)

Alle Signale sind symmetrisch zum Spannungsmittelpunkt (GND).

Die Inbetriebnahme des Moduls geschieht wie folgt: (Versorgungsspannung +/- 5V bis +/- 10V):

- Plus U_{bat} an Pin 4 der Platine
- minus U_{bat} an Pin 17 der Platine
- GND an Pin 1/20
- Schalter S1 und S2 auf Stellung „Aus“
- Schalter S3 auf Stellung a, b, c oder d (auf keinen Fall Stellung e, da diese Stellung für einen externen Kondensator C6 reserviert ist, und normalerweise nicht beschaltet ist).





Am Ausgang (Pin 2) erscheint jetzt ein Dreieck-Signal. Mit R4 wird die Symmetric abgeglichen. Ist das Signal übersteuert, so kann mit R3 die Amplitude abgeschwächt werden.

Mit R1 wird die Frequenz eingestellt.
- Schalter S1 jetzt auf Stellung „Ein“ schalten.

Am Ausgang erscheint ein Sinussignal. Mit R5 wird der Klirrfaktor abgeglichen.

- Schalter S1 zurück auf Stellung „Aus“ und Schalter S2 auf Stellung „Ein“.

Mit R1 und R2 kann jetzt ein beliebiger Sägezahn erzeugt werden.

- Schalter S2 zurück auf Stellung „Aus“

Am Pin 15 liegt jetzt ein symmetrisches Rechteck.

- Schalter S2 auf Stellung „Ein“. Mit R1 und R2 kann nun das Tastverhältnis des Rechtecks geändert werden.

FSK, AM- und FM-Modulation sollten erst in Verbindung mit dem Eingangsverstärker durchgeführt werden, da sonst leicht der XR 2206 beschädigt werden kann.

R8 ist noch nicht in die Basisplatine einzubauen, da er nur für AM-Modulation erforderlich ist und sofern dort kein Signal anliegt durch Einbau von R8 sämtliche Ausgangssignale auf 0 liegen würden.

Die Schalter S1 und S2 werden in Verbindung mit dem Ausgangsverstärker durch einen 4poligen Drehschalter mit 6 Stellungen ersetzt, mit dessen Hilfe in der ausgebauten Version alle Funktionen geschaltet werden können.

Zum Schluß dieser Beschreibung sollen noch einige wichtige Daten der vorliegenden Schaltung angegeben werden:

- Versorgungsstrom: ca. 15 mA
- Ausgangs impedanz für Sinus und Dreieck: 600 Ω
- Ausgangs impedanz für Rechteck: ca. 5 kΩ
- Mit R3 wird die Ausgangsspannung von Sinus und Dreieck eingestellt.
- Ausgangsspannung für Rechteck: konstant $\pm U_{bat}$

Stückliste Funktionsgenerator Halbleiter

IC1 XR 2206

Kondensatoren

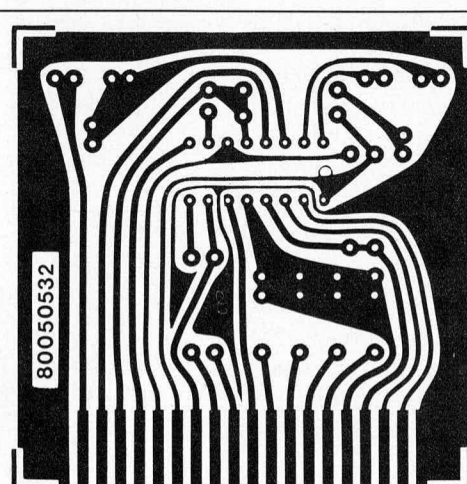
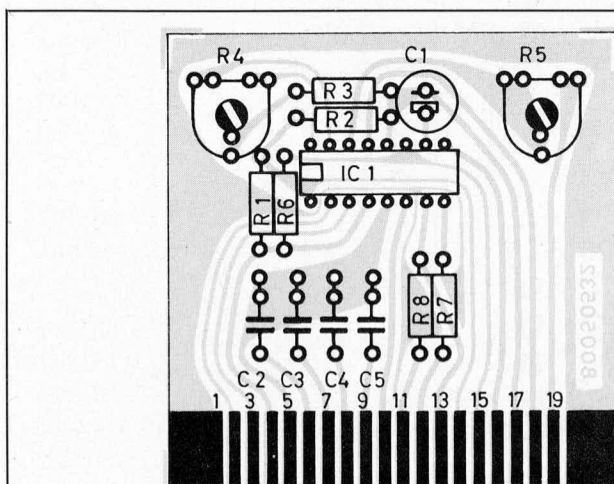
- C1 1 uF
- C2 100 nF
- C3 10 nF
- C4 1 nF
- C5 1 uF/25V
- C6 extern, siehe Text

Widerstände

- R1, R2 1 MΩ, Poti, lin
- R3 50 kΩ, Poti, lin
- R4 25 kΩ, Trimmer
- R5 500 Ω, Trimmer
- R6 1 kΩ
- R7, R8 27 kΩ
- R9, R10 8,2 kΩ
- R11 5,1 kΩ

Sonstiges

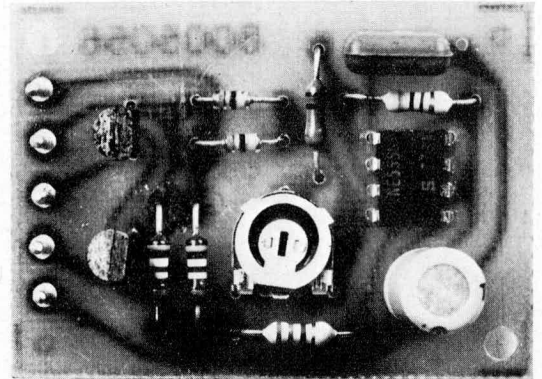
- S1, S2 Kippschalter, einpolig
- S3 Drehschalter, 6 Stellungen, einpolig



(aus Platzgründen nicht auf der Folie enthalten, wird im weiteren Verlauf des Artikels nachgeholt)

Elektronischer Blinkgeber für Fahrrad und Mofa

Reparaturservice



Damit die Elektronik etwas mehr auch am Fahrrad und Mofa eingesetzt werden kann, stellen wir an dieser Stelle eine einfache Schaltung vor, mit deren Hilfe am Fahrrad angebrachte Blinkleuchten gesteuert werden können.

Mit dem Timer-IC NE 555 wird ein astabiler Multivibrator aufgebaut, dessen Frequenz bei ca. 1 Hz liegt und mit dem Trimmer R3 eingestellt werden kann.

Der Ausgang (Pin 3) des IC 3 steuert über R4 die Transistoren T1 und T2 an. Welcher der beiden Transistoren arbeitet und die Lampen (links oder rechts) ansteuert, hängt von der Stellung des Schalters S1 ab, der nur einem Transistor den benötigten Strom zuleitet.

Über die Dioden D1 und D2 wird der Multivibrator mit Strom versorgt, sobald einer der beiden Endtransistoren eingeschaltet wird.

Durch diese schaltungstechnische Maßnahme wird erreicht, daß nur ein einpoliger Umschalter mit Mittelstellung benötigt wird. Dadurch werden auch entsprechend weniger Kabel vom Schalter zur Platine notwendig als bei einem zweipoligen Schalter, der normalerweise eingesetzt werden müßte (1. Pol zum Einschalten, 2. Pol zur Steuerung links-rechts).

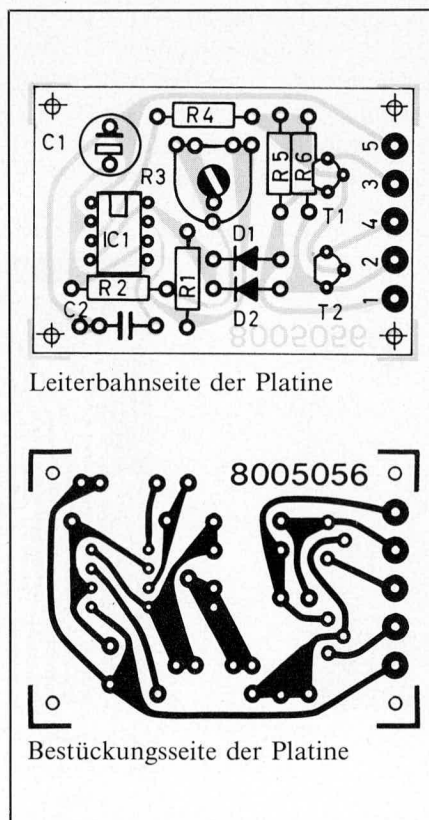
Schließt man nur kleine Glühlampen an die Schaltung an, so reicht für die Endtransistoren im allgemeinen der Transistor des Typs BC 516 mit einem maximalen Kollektorstrom von 400 mA aus.

Sollen größere Ströme bis 10 A verarbeitet werden, so empfiehlt sich der Einsatz des TIP 145, der dann jedoch extern anzuschließen ist.

Es ist noch anzumerken, daß der Einschaltstrom von Glühlampen erheblich über dem Betriebsstrom derselben liegt, so daß hier eine gewisse Reserve einzuplanen ist (möglichst doppelte Strombelastbarkeit der Endtransistoren gegenüber dem Nennstrom der Glühlampen). Die Schaltung kann mit zwei handelsüblichen in Reihe geschalteten 4,5 V Flachbatterien betrieben werden.

Zu den Blinkleuchten ist jeweils nur ein Kabel zu führen, da der andere Pol, genau wie beim Fahrraddynamo, über den Rahmen geleitet wird.

Zweckmäßigerweise setzt man die Schaltung mit den Batterien in ein gut schließendes Gehäuse, damit die Elektronik auch bei Regenwetter einwandfrei funktioniert.



Stückliste Elektronischer Blinkgeber für Fahrrad und Mofa

Widerstände

R1	.....	10 kΩ
R2	.....	100 kΩ
R3	.....	100 kΩ, Trimmer
R4	.....	2,7 kΩ
R5	.....	1 kΩ
R6	.....	1 kΩ

Kondensatoren

C1	.....	10 uF/16V
C2	.....	47 nF

Halbleiter

IC1	.....	NE 555
T1	.....	BC 516
T2	.....	BC 516
D1	.....	1N 4148
D2	.....	1N 4148

Sonstiges

S1	Umschalter mit Mittelstellung
	5 Lötstifte