

# TT 7000

## Dioden- und Transistortestgerät



*Mit diesem Dioden- und Transistortestgerät mit 3½-stelliger digitaler Anzeige können sämtliche bipolaren NPN – oder PNP – Transistoren sowie Dioden auf ihre Funktion hin überprüft werden.*

*Der Verstärkungsfaktor von Transistoren kann bei unterschiedlichen Basis- und Kollektorströmen gemessen werden, wobei selbst Leistungstransistoren mit entsprechenden Kollektorströmen getestet werden können.*

*Weiter ist es möglich, auch den Kollektor-Emitter-Reststrom bei kurzgeschlossener Basis-Emitter-Strecke zu messen, wobei Kollektor-Emitter-Spannungen von 0 bis 200 V einstellbar sind.*

*Durch umfangreiche Schutzmaßnahmen ist sowohl das Gerät als auch die zu prüfende Diode bzw. der Transistor durch Fehlbedienung weitgehend geschützt.*

### Allgemeines zur ELV-Serie 7000

In der vorigen Ausgabe ELV Nr. 15 kündigten wir als weiteres Gerät aus unserer beliebten ELV-Serie 7000 wahlweise den Luxustransistortester oder das Induktivitäts-Meßgerät an.

Hierzu erreichte uns eine Fülle von Zuschriften, die sehr zu unserer Freude auch weitere konstruktive Vorschläge bezüglich Entwicklung und Veröffentlichung elektronischer Geräte enthielten. Auch wenn wir nicht jede Zuschrift beantworten können, versichern wir Ihnen, daß jede einzelne Zuschrift von fachkundigen Mitarbeitern unserer Redaktion gelesen und ausgewertet wird, woraufhin entsprechende Entwicklungen in gewohnter ELV-Qualität von uns vorgenommen und später veröffentlicht werden.

Wir möchten nicht versäumen, uns an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich für Ihre Vorschläge und besonders auch für das in fast allen Zuschriften ausgedrückte Lob an die Redaktion bedanken. Wir haben uns sehr gefreut zu hören, welchen Anklang unsere Schaltungen bei Ihnen gefunden haben, deren Nachbausicherheit, wie aus Ihren Zuschriften hervorgeht, sich in der Praxis bestens bewährt hat.

Bezüglich der Abstimmung, welches der beiden zur Auswahl gestellten Geräte aus der ELV-Serie 7000 Sie nun veröffentlicht sehen möchten, ergab der letzte Stand vor Redaktionsschluß eine geringfügige Mehrheit zu Gunsten des Transistortesters.

Ihrem Wunsch entsprechend stellen wir Ihnen dieses Gerät in dem nachfolgenden Artikel nun vor, wobei wir das Induktivitätsmeßgerät in einer der nächsten Ausgaben ebenfalls veröffentlichen werden, da

der Wunsch nach diesem Gerät nur unwesentlich geringer war.

### Allgemeines zum TT 7000

Transistoren des gleichen Typs, ja selbst der gleichen Gruppe (A, B oder C), streuen in ihren Daten meist stark. Ferner kommt hinzu, daß der Verstärkungsfaktor, besonders bei Leistungstransistoren, in hohem Maße von dem Kollektorstrom abhängig ist.

Der besondere Nutzen des ELV-Dioden- und Transistortestgerätes liegt somit klar auf der Hand.

Mit seiner Hilfe ist es möglich, für die unterschiedlichsten Einsatzfälle jeweils den optimalen Transistor bzw. auch ein Pärchen auszusuchen. Selbst namenlose Transistoren aus der Bastelkiste können so wieder „rehabilitiert“ werden, hat man sich erst einmal mit Hilfe des Dioden- und Transistortestgerätes von ihrer Funktionstüchtigkeit und ihren Daten überzeugt.

### Bedienung und Funktion

Bevor wir mit der eigentlichen Schaltungsbeschreibung beginnen, wollen wir uns die wesentlichen Funktionsmerkmale dieser Schaltung an Hand der Bedienung verdeutlichen, wobei wir das Blockschaltbild (Bild 1) zur Unterstützung heranziehen.

T 1 stellt den zu testenden Transistor dar. In der eingezeichneten Stellung der Relaiskontakte re 2 a, re 2 b und re 2 c ist für den zu testenden Transistor T 1 ein NPN-Typ einzusetzen. Die Umschaltung von NPN auf PNP (andere Stellung von re 2) erfolgt auf der Frontplatte mit dem Schalter „NPN/PNP“ (S 7), der das Relais Re 2 arbeiten läßt.

Die Anzeige, auf welchen Transistortyp das Gerät eingestellt wurde, erfolgt mittels der beiden Leuchtdioden D 18 (NPN) und D 19 (PNP) über den vierten Relaiskontakt re 2 d.

Mit dem Präzisionsdrehwähler S 2 wird der gewünschte Basisstrom eingestellt, wobei im Arbeitsbereich für NPN-Transistoren S 2 a und bei PNP-Transistoren S 2 b in Funktion ist.

Um später eine möglichst einfache Ablebung des Verstärkungsfaktors zu haben, werden die Basisströme in 5 dekadischen (10er) Schritten von 10 uA bis 100 mA mit S 2 eingestellt.

Die beiden Präzisionsdrehwähler S 3 und S 4, die mechanisch miteinander verbunden sind (S 4 befindet sich auf der Zusatz-Schalter-Platine), übernehmen mehrere Aufgaben, so daß hierfür vier Stromkreise erforderlich sind, von denen je zwei in einer Ebene liegen.

Von Hause aus besitzt dieser Schalter, der wegen seiner hohen Qualität bei vernünftigen Preis von uns schon häufiger eingesetzt wurde, nur eine Ebene. Aufgrund der durchdachten Konstruktion dieses Schalters ist es möglich, mehrere hintereinander zu setzen, wobei die vordere Verzahnung der Achse in die dazu passende Verzahnung der Rückseite des davor angebrachten Schalters eingreift.

Der vordere Schalter (S 3) ist direkt auf die Anzeigenplatine gelötet, während der dahinter liegende Schalter (S 4), aufgrund der erforderlichen mechanischen Befestigung, auf einer im nötigen Abstand angebrachten separaten Platine angeordnet ist.

S 4 a schaltet den Emitter (bei NPN-Transistoren) bzw. den Kollektor (bei PNP-Transistoren).

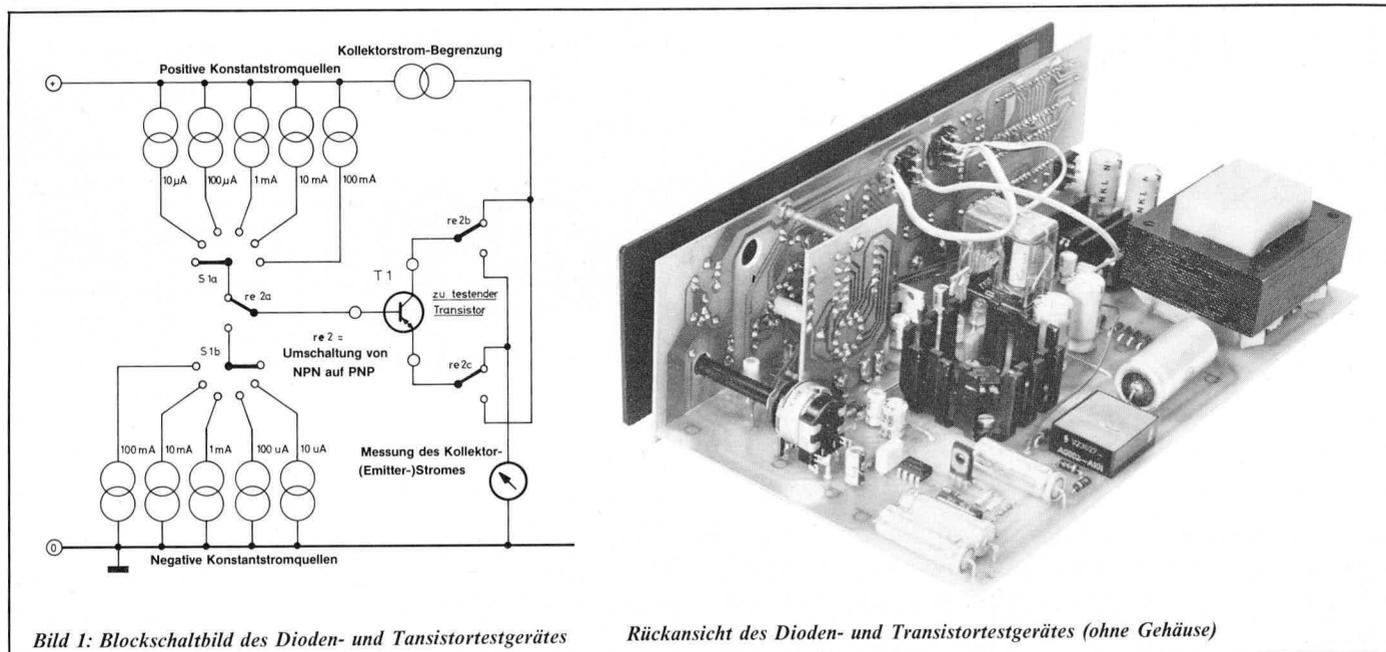


Bild 1: Blockschaltbild des Dioden- und Transistortestgerätes

Rückansicht des Dioden- und Transistortestgerätes (ohne Gehäuse)

sistoren) auf einen der sechs Meßwiderstände R 28 bis R 33.

Aus schaltungstechnischen Gründen werden sämtliche Messungen gegen Masse durchgeführt.

Bei NPN-Transistoren ist es daher erforderlich, anstelle des Kollektorstromes hier den Emitterstrom zu messen.

Da die meisten Transistoren einen Verstärkungsfaktor von über 100 aufweisen, liegt der Fehler den man macht, wenn man sagt, Kollektorstrom = Emitterstrom unterhalb 1%. Der Fehler ist dadurch vollkommen vernachlässigbar.

Mit S 4 b wird das 3 1/2-stellige digitale Meßgerät jeweils auf den entsprechenden Meßwiderstand geschaltet. Auf diese Weise wird der Spannungsabfall an dem betreffenden Widerstand gemessen, der wiederum dem durch den Transistor fließenden Strom direkt proportional ist.

Da über S 3 b gleichzeitig die Punkte der 3 1/2-stelligen digitalen Anzeige mit den dazugehörigen LED's für V, uA und mA angesteuert werden, kann der gemessene Transistorstrom direkt ohne Umrechnung abgelesen werden.

Der Verstärkungsfaktor B ergibt sich nun, indem man den Kollektor- (bzw. Emitter-) Strom durch den mit S 2 eingestellten Basisstrom teilt —

$$B = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\text{Kollektorstrom}}{\text{Basisstrom}}$$

Da dieser, wie schon erwähnt, dekadischer Natur ist, braucht man nicht lange zu rechnen. Zwei kurze Beispiele seien angefügt:

1. Mit S 2 wurde ein Basisstrom von 1 mA eingestellt.

Die Anzeige zeigt uns einen Kollektorstrom von 250 mA. Daraus ergibt sich ein Verstärkungsfaktor von

$$I = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\text{Kollektorstrom}}{\text{Basisstrom}}$$

$$= \frac{250 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 250.$$

2. Mit S 2 wurde ein Basisstrom von 10 uA = 0,01 mA eingestellt.

Die Anzeige ergibt einen Kollektorstrom von 12,56 mA. Daraus ergibt sich ein Verstärkungsfaktor von

$$I = \frac{I_C}{I_B} = \frac{12,56 \text{ mA}}{10 \text{ uA}}$$

$$= \frac{12,56 \text{ mA}}{0,01 \text{ mA}} = 1256.$$

Schaltet man nun den Basisstrom einen Schritt höher, (ggfs. den Kollektorstrommeßbereich auch), so ist es durchaus möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß sich jetzt ein anderer Verstärkungsfaktor B ergibt, aufgrund der Tatsache, daß sich im allgemeinen bei Transistoren der Verstärkungsfaktor mit dem Kollektorstrom ändert. Selbstverständlich wird der dann gemessene Verstärkungsfaktor zumindest in der gleichen Größenordnung liegen. Bei Leistungstransistoren kann dies allerdings schon um +/- 50% und mehr differieren. Der mit S 3 a bezeichnete Schaltkreis des Präzisionsdreh Schalters S 3 steuert eine Strombegrenzungsschaltung, die dafür Sorge trägt, daß bei einem falschen (zu großen) Basisstrom der Kollektorkreis durchschlägt. Je nach eingestelltem Strommeßbereich kann der max. fließende Strom nur um ca. 20% den Meßbereichsendwert überschreiten, d. h. im 2 A-Bereich können

max. 2,4 A im 200 mA-Bereich nur ca. 240 mA fließen. Damit sich keine Fehlmessung ergibt, wird das Einsetzen der Begrenzung durch eine LED (16) angezeigt.

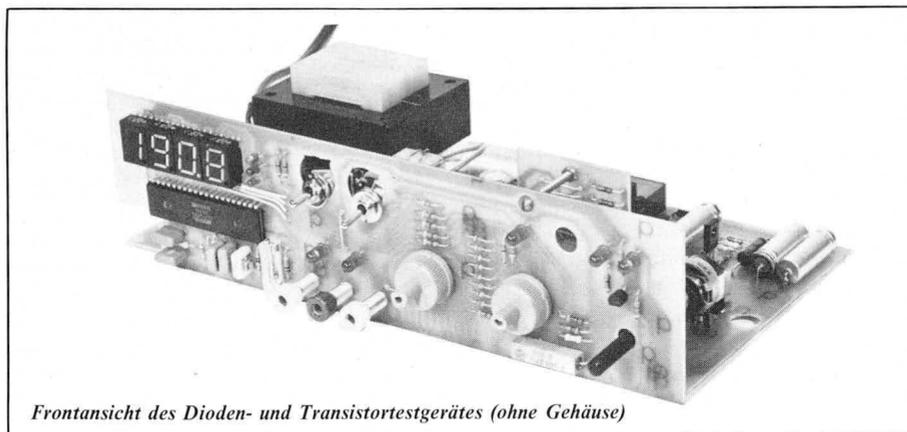
Bei den unter 2 mA liegenden Bereichen setzt die Begrenzung trotzdem erst bei ca. 2,4 mA ein, da es wohl kaum Transistoren gibt, die bei einem Strom von weniger als 2 mA durch Überlastung „sterben“.

Kommen wir nun zur Messung des Reststroms sowie der Kollektor-Basis-Sperrspannung, die je nach späterem Einsatz mit der Kollektor-Emitter-Sperrspannung übereinstimmt.

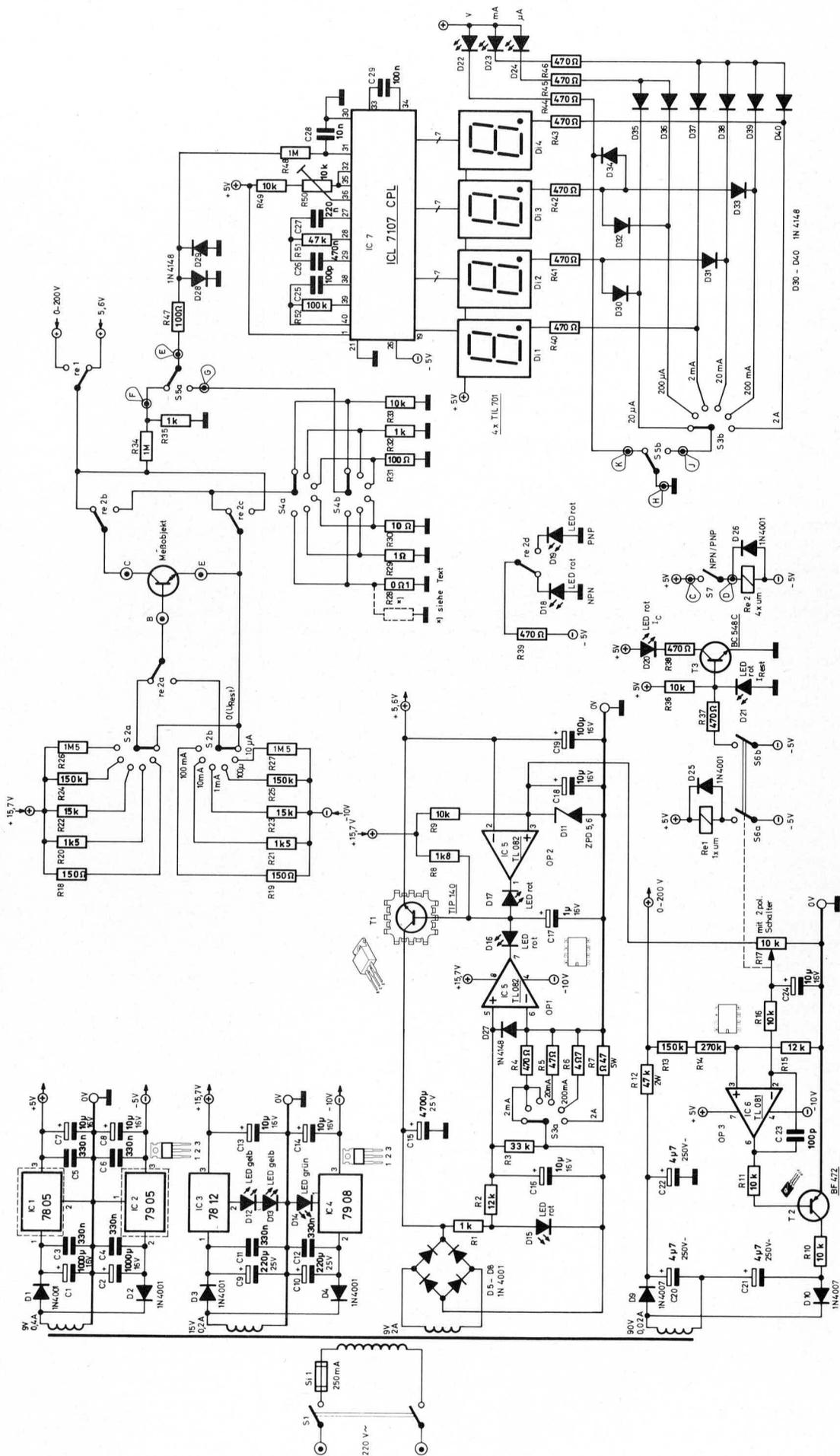
Wird die Basis während des späteren Einsatzes sehr hochohmig angesteuert (näherungsweise offen gelassen), so ist die dann mögliche Kollektor-Emitter-Spannung in der Regel ca. 20—30% geringer, als bei kurzgeschlossener Basis-Emitter-Strecke.

Für die Messung mit dem Dioden- und Transistor-Testgerät geht man wie folgt vor:

Der Schalter S 6, der vorher geöffnet war, was durch die LED D 20 (I<sub>c</sub>) angezeigt wurde, wird nun durch Drehen des Spannungseinstellpotis R 17 geschlossen — LED D 21 (I<sub>Rest</sub>) leuchtet auf. Mit dem Spannungseinstellpoti R 17 wird nun die entsprechende Kollektor-Emitter-Spannung eingestellt, die auf der Anzeige abgelesen



Frontansicht des Dioden- und Transistortestgerätes (ohne Gehäuse)



Schaltbild des Dioden- und Transistorgerätes TT 7000

werden kann, sofern der Schalter S 5 sich in der eingezeichneten Stellung befindet. Wird S 5 (S 5 a und S 5 b) umgeschaltet, so zeigt das Anzeigedisplays den zu dieser eingestellten Spannung gehörenden Reststrom an. Da naturgemäß dieser Reststrom sehr gering ist, ist der Schalter für die Einstellung des Strommeßbereiches in eine entsprechende empfindliche Stellung zu bringen (z. B. 20 uA).

Sobald das Spannungseinstellpoti im Uhrzeigersinn gedreht wird, schaltet sich das Dioden- und Transistortestgerät automatisch über den am Poti befindlichen Schalter S 6 a und S 6 b auf Reststrommessung um, so daß die mit dem Poti eingestellte Spannung an der Kollektor-Emitter-Strecke des zu testenden Transistors ansteht.

**Achtung:** Wir weisen ausdrücklich darauf hin, daß die am Gerät für die Messungen zur Verfügung stehenden Spannungen in der Größenordnung von 200 V liegen können und lebensgefährlich sind.

Bitte gehen Sie unbedingt mit größter Sorgfalt bei den Reststrommessungen vor. Die VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

Im vorstehend beschriebenen Fall wurde eine Kollektor-Emitter-Spannung vorgegeben und der dazugehörige Reststrom gemessen.

Eine weitere Möglichkeit unseres Dioden- und Transistortest-Gerätes besteht darin, die Kollektor-Emitter-Spannung mit dem Spannungseinstellpoti langsam herauf zu drehen, während man auf der Anzeige den Reststrom beobachtet. Hat er einen bestimmten, von Ihnen festgelegten und für seine späteren Verwendungszwecke zuträglichen Wert erreicht, wird S 5 wieder zur Spannungsmessung umgeschaltet und es kann die für diesen Reststrom zulässige Kollektor-Emitter-Sperrspannung direkt abgelesen werden.

In diesem Zusammenhang ist besonders wichtig zu wissen, daß der Kollektorreststrom mit steigender Temperatur sehr stark zunimmt, so daß es für eine Messung des Kollektorreststromes (max. 1 mA) sinnvoll ist, den Transistor möglichst auf die max. vorkommende Arbeitstemperatur zu erwärmen, um sicherzustellen, daß die Schaltung, in die er eingesetzt werden soll, auch unter ungünstigen Bedingungen einwandfrei arbeitet.

Sofern man sich mit seinen Werten jedoch auf die sichere Seite legt, ist die Erwärmung des zu testenden Transistors natürlich überflüssig.

### Diodentest

Mit dem hier vorgestellten Dioden- und Transistortestgerät können außer Transistoren auch Dioden geprüft werden.

Hierzu wird die zu testende Diode an den Kollektor- und Emitteranschluß angeklemmt.

Mit dem Spannungseinstellpoti wird die Spannung, die man bei Transistorprüfungen zur Bestimmung des Kollektorreststromes benötigt, langsam auf den gewünschten Wert, der für die zu prüfende

Diode zuträglich ist, hochgedreht (z. B. 50 V). Bringt man S 5 nun in Stellung für Strommessung, kann man den Reststrom ablesen.

Danach ist die Diode umzudrehen, S 5 auf Spannungsmessung zu schalten und die Durchflußspannung dadurch auf der Anzeige zu überprüfen (Anzeige ca. 00,6).

Die Versorgungsspannung wird hierbei automatisch heruntergesetzt, so daß ein Prüfstrom von ca. 5 mA fließt. Die Stellung des Spannungspotis ist hierbei unwesentlich, es muß jedoch mindestens etwas aufgedreht sein, damit auch S 6 eingeschaltet ist.

Wird die Diode zuerst in Flußrichtung eingesetzt, ist zunächst die Durchflußspannung und danach erst der Reststrom zu messen.

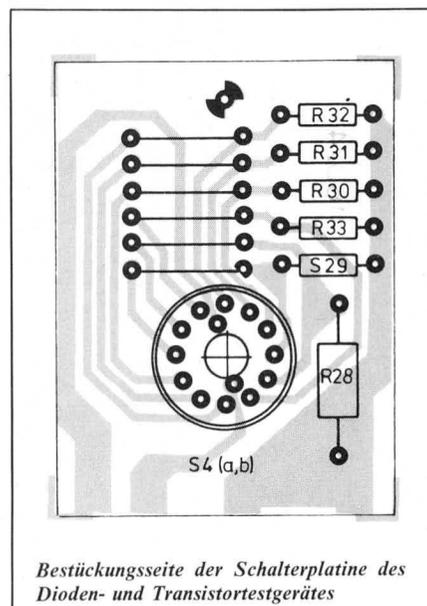
Eine Überlastung der Schaltung geschieht hierdurch nicht.

### Zur Schaltung

Die eigentliche Funktion der Schaltung wurde größtenteils im vorgehenden Abschnitt erläutert.

Im folgenden wollen wir nun auf die schaltungstechnische Realisierung eingehen.

Die 5 positiven sowie die 5 negativen Konstantstromquellen sind auf einfachste Weise durch einen Widerstand realisiert. Durch den verhältnismäßig hohen Spannungsabfall von ca. 15 V ist bei geringfügigem Schwanken der Basis-Emitter-Spannung des zu testenden Transistors eine hinreichende Stromkonstanz gegeben. Bestimmt wird der Basis-Strom durch die Widerstände R 18 bis R 27 im Zusammenhang mit der für NPN-Transistoren zur Verfügung stehenden Basis-Versorgungsspannung von +15,7 V sowie der negativen Basis-Versorgungsspannung von -10 V, wozu man die +5,6 V addieren muß, da bei PNP-Transistoren der Basis-Emitter-Strom nach +5,6 V abfließt. Die 0,1 V höher liegende Spannung von 15,7 V (gegenüber 10,0 +5,6 V) resultiert aus dem mittleren Spannungsabfall an den Meßwiderständen von 0,1 V, der nur bei Messung von NPN-Transistoren auftritt.



Bestückungsseite der Schalterplatte des Dioden- und Transistortestgerätes

### Stückliste: ELV Dioden- und Transistortestgerät TT 7000

#### Halbleiter

|          |       |                  |
|----------|-------|------------------|
| IC1      | ..... | 7805             |
| IC2      | ..... | 7905             |
| IC3      | ..... | 7812             |
| IC4      | ..... | 7908             |
| IC5      | ..... | TL 082           |
| IC6      | ..... | TL 081           |
| IC7      | ..... | ICL 7107         |
| T1       | ..... | TIP 140          |
| T2       | ..... | BF 472           |
| T3       | ..... | BC 548 C         |
| Di 1-Di4 | ..... | TIL 701=DIS 1305 |
| D1-D8    | ..... | IN 4001          |
| D9-D10   | ..... | IN 4007          |
| D11      | ..... | ZPD 5,6          |
| D12, D13 | ..... | LED gelb, 5 mm   |
| D14      | ..... | LED grün, 5 mm   |
| D15-D21  | ..... | LED rot, 5 mm    |
| D22-D24  | ..... | LED rot, 3 mm    |
| D25, D26 | ..... | IN 4001          |
| D27-D40  | ..... | IN 4148          |

#### Kondensatoren

|          |       |             |
|----------|-------|-------------|
| C1, C2   | ..... | 1000 µF/16V |
| C3-C6    | ..... | 330 nF      |
| C7, C8   | ..... | 10 µF/16V   |
| C9, C10  | ..... | 220 µF/25V  |
| C11, C12 | ..... | 330 nF      |
| C13, C14 | ..... | 10 µF/16V   |
| C15      | ..... | 4700 µF/25V |
| C16      | ..... | 10 µF/16V   |
| C17      | ..... | 1 µF/16V    |
| C18      | ..... | 10 µF/16V   |
| C19      | ..... | 100 µF/16V  |
| C20-C22  | ..... | 4,7 µF/250V |
| C23      | ..... | 100 pF      |
| C24      | ..... | 10 µF       |
| C25      | ..... | 100 pF      |
| C26      | ..... | 470 nF      |
| C27      | ..... | 220 nF      |
| C28      | ..... | 10 nF       |
| C29      | ..... | 100 nF      |

#### Widerstände

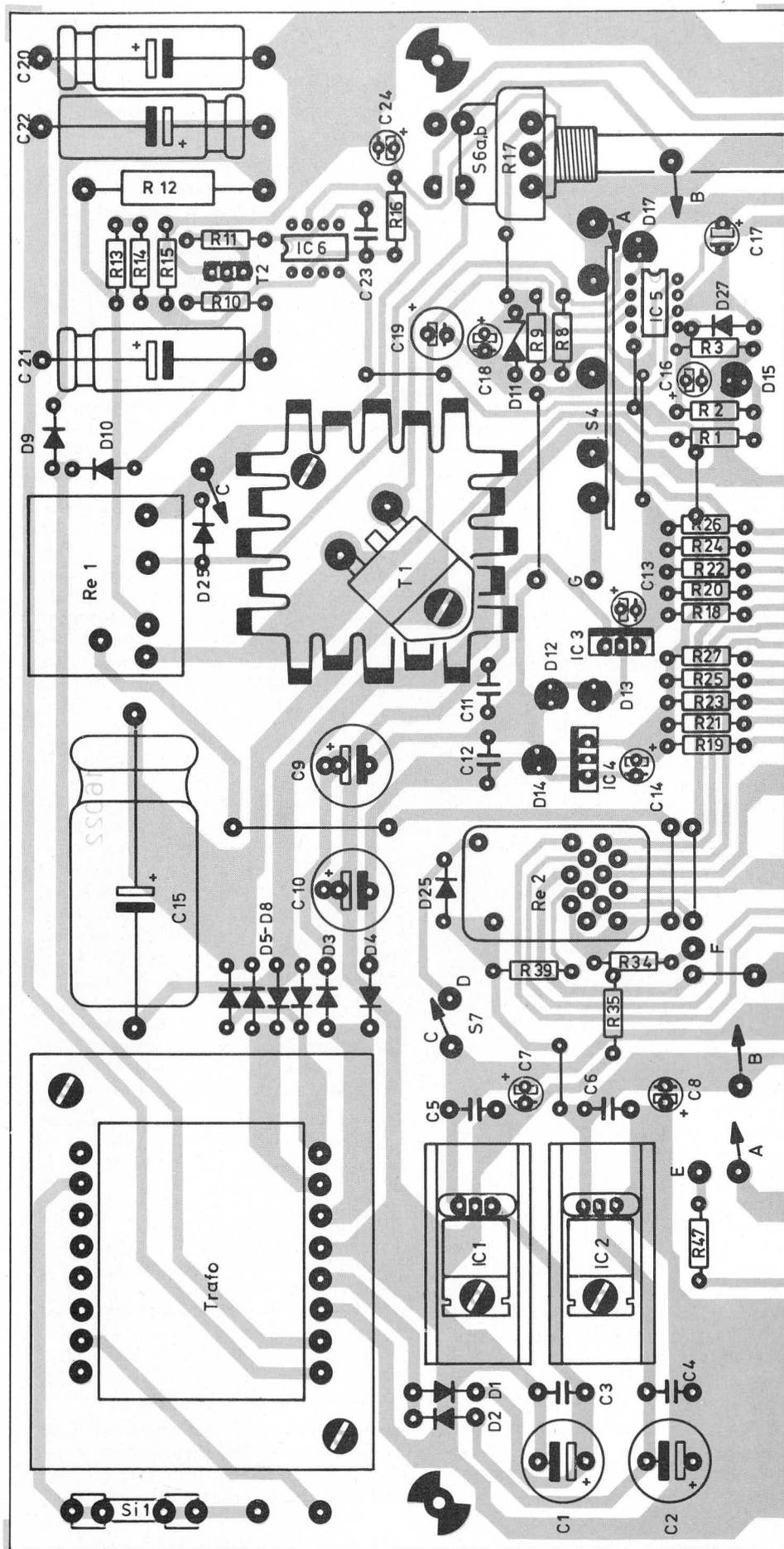
|                    |       |                                              |
|--------------------|-------|----------------------------------------------|
| R1                 | ..... | 1 kΩ                                         |
| R2                 | ..... | 12 kΩ                                        |
| R3                 | ..... | 33 kΩ                                        |
| R4                 | ..... | 470 Ω                                        |
| R5                 | ..... | 47 Ω                                         |
| R6                 | ..... | 4,7 Ω                                        |
| R7                 | ..... | 0,47 Ω/5 Watt                                |
| R8                 | ..... | 1,8 kΩ                                       |
| R9-R11             | ..... | 10 kΩ                                        |
| R12                | ..... | 47 kΩ/2 Watt                                 |
| R13                | ..... | 150 kΩ                                       |
| R14                | ..... | 270 kΩ                                       |
| R15                | ..... | 12 kΩ                                        |
| R16, R33, R38, R49 | ..... | 10 kΩ                                        |
| R17                | ..... | 10 kΩ, Poti, lin.<br>6 mm Achse mit Schalter |
| R18, R19           | ..... | 150 Ω/2 Watt                                 |
| R20, R21           | ..... | 1,5 kΩ                                       |
| R22, R23           | ..... | 15 kΩ                                        |
| R24, R25           | ..... | 150 kΩ                                       |
| R26, R27           | ..... | 1,5 MΩ                                       |
| R28                | ..... | 0,1 Ω/1 Watt                                 |
| R29                | ..... | 1 Ω                                          |
| R30                | ..... | 10 Ω                                         |
| R31, R47           | ..... | 100 Ω                                        |
| R32                | ..... | 1 kΩ                                         |
| R34, R48           | ..... | 1 MΩ                                         |
| R35                | ..... | 1 kΩ                                         |
| R36, R37           | ..... | 470 Ω                                        |
| R39-R46            | ..... | 470 Ω                                        |
| R50                | ..... | 10 kΩ, Wendeltrimmer                         |
| R51                | ..... | 47 kΩ                                        |
| R52                | ..... | 100 kΩ                                       |

#### Sonstiges

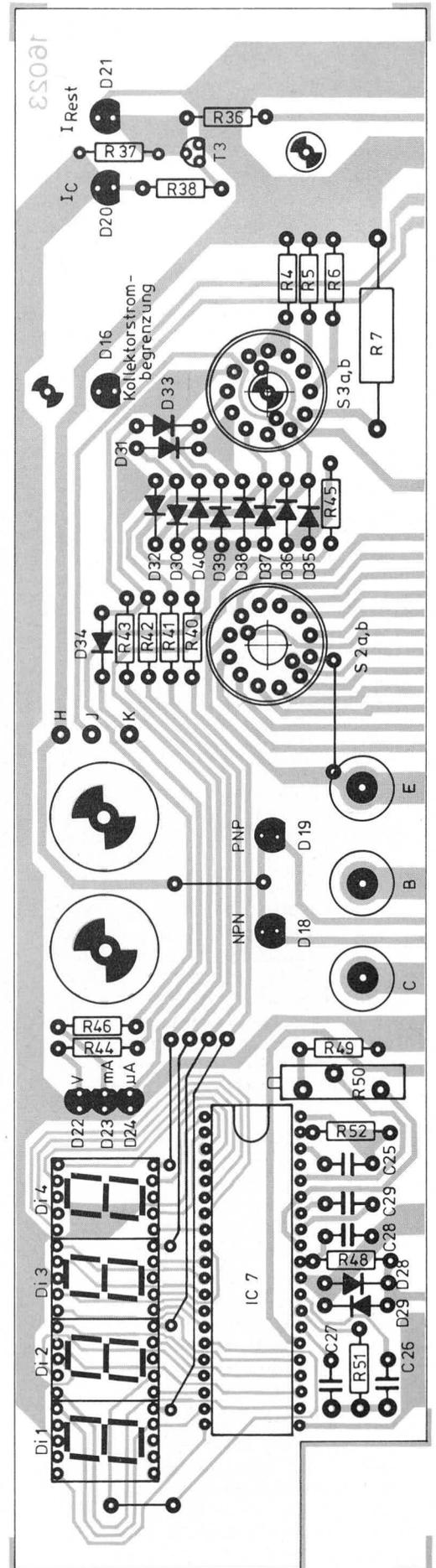
- 1 Netztransformator:  
Prim.: 220V, 26 VA  
Sek.: 1. 9V, 2A  
2. 9V, 0,4A  
3. 15V, 0,2A  
4. 85V, 0,02A
- 1 Siemens Kammrelais, 4 x um
- 1 Printsocle für Siemens Kammrelais
- 1 Siemens Kartenrelais 1 x um
- 3 Präzisions-Drehshalter  
2 x 6 Stellungen Typ ITT SB 20 AD
- 1 Miniatur-Kippschalter 1 x um
- 1 Miniatur-Kippschalter 2 x um
- 1 Finger-Kühlkörper
- 2 Profil-Kühlkörper SK 13/35 SA-220 o. ä.
- 1 Platiniensicherungshalter
- 1 Sicherung 250 mA
- 11 Lötstifte

#### Gehäusebausatz

- 1 Gehäuse aus der Serie 7000
- 1 bedruckte und gebohrte Frontplatte
- 1 Rückplatte
- 2 Gehäusebefestigungsschrauben
- 1 2-adriges Netzkabel mit Stecker
- 3 Spannzangen-Drehknöpfe 14 mm Ø mit farbigen Deckeln und Pfeilscheiben
- 3 Telefonbuchsen mit verschiedenfarbigen Kunststoffabdeckungen
- 1 Kippschalter 2 x um



Bestückungsseite der Basisplatine des Dioden- und Transistortestgerätes



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des Dioden- und Transistortestgerätes

Auf eine genaue Einstellbarkeit dieser eben erwähnten Spannungen haben wir bewußt verzichtet, um das Gerät so nachbausicher wie möglich zu machen. Selbst wenn die angegebenen Spannungswerte um einige 100 mV differieren, hat dies auf den tatsächlich zu erzielenden Nutzen, bei der Genauigkeit der Verstärkungsfaktormessungen, nur wenig Einfluß.

Im Normalfall wird die Genauigkeit in der Größenordnung von ca. 1% liegen, was auf die Verwendung der ohnehin seit neuestem in unseren Bausätzen eingesetzten Metallfilmwiderstände zurückzuführen ist.

Diese Meßgenauigkeit ist jedoch, schaut man sich die zu überprüfenden Objekte hinsichtlich Temperatur, Stabilität und Alterung an, völlig überflüssig. Als sinnvoll könnte man bei diesen Messungen eine Genauigkeit, die in der Größenordnung von 5–10% liegen dürfte, bezeichnen. Dies wird von unserem Gerät „lächelnd“ erreicht.

Aus Vorgenanntem ergibt sich, daß wir ohne weiteres auf Abgleichpunkt verzichten konnten, so daß mit einem Minimum an Abgleichaufwand (einzige Einstellung mit R 50) eine gute Genauigkeit erreicht wurde.

Die benötigten Spannungen werden aus 4 getrennten Wicklungen des Spezialtransformators gewonnen.

Die  $\pm 5$  V werden über die IC's 1 und 2 stabilisiert, während die +15,7 V und die -10 V von den IC's 3 und 4 stabilisiert werden. Um auf eine möglichst genaue Spannung von 15,7 V bzw. -10 V zu kommen, wurden in die Ground-Leitungen dieser beiden IC's zwei gelbe bzw. eine grüne LED eingefügt, die sich durch einen verhältnismäßig wenig streuenden, konstanten Spannungsabfall auszeichnen.

Bei der Erzeugung der Referenzspannung für die Strombegrenzung über den OP 1 (IC 5) wurde ebenfalls eine Leuchtdiode (D 15, LED rot) eingesetzt. Dies ist eine ebenso preiswerte wie elegante Lösung. Zu beachten ist lediglich, daß die roten, grünen und gelben Leuchtdioden nicht vertauscht werden, da zu den entsprechenden Farben verschiedene Diodenflußspannungen gehören.

Die +5,6 V werden über OP 2 (IC 5), der den Längstransistor T 1 ansteuert, stabilisiert. OP 1 tritt lediglich bei Einsetzen der Strombegrenzung in Aktion, was durch Aufleuchten der LED D 16, die sich auf der Frontplatte befindet (Kollektorstrombegrenzung), angezeigt wird.

Das IC 6 steuert über R 11 den Transistor T 2 so an, daß die mit R 17 eingestellte Kollektor-Emitter-Sperrspannung, die von 0 bis ca. 200 V einstellbar ist, zur Verfügung steht.

Das IC 7 stellt das eigentliche digitale Meßgerät dar. Die Funktionsweise dieses hochintegrierten Schaltkreises wurde bereits in zahlreichen vorangegangenen Artikeln ausführlich beschrieben, so daß wir an dieser Stelle auf eine detaillierte Beschreibung verzichten wollen.

Die gemessene Spannung steht zwischen den Punkten 30 und 31 des IC 7 an. Der Pin 30 befindet sich auf Masse, während der

Pin 31 über den Vorwiderstand R 48 sowie den Widerstand R 47 und dann über den Schalter S 5 a auf die zu messende Spannung gelegt wird. D 28 und D 29 dienen dem Eingangsschutz des IC 7.

Zum besseren Verständnis wollen wir uns noch einmal einen kompletten Funktionsablauf anhand eines konkreten Beispiels verdeutlichen:

Der Kollektor- (bzw. Emitter-)Strom des zu testenden Transistors wird über das  $3\frac{1}{2}$ stellige digitale Meßgerät ausgewertet und angezeigt.

Der Schalter NPN/PNP befindet sich in Stellung NPN, wodurch sich die eingezeichnete Kontaktstellung von re 2 a bis re 2 d ergibt.

Mit Hilfe des Schalters S 2 wird ein Basisstrom von  $100 \mu\text{A} = 0,1 \text{ mA}$  vorgegeben, der nun durch die Basis-Emitter-Strecke des vorher (oder nachher) eingesetzten NPN-Transistors fließt. Aufgrund der Stromverstärkung dieses zu testenden Transistors wird ein Kollektorstrom fließen, der um den Stromverstärkungsfaktor B größer als der Basisstrom ist.

Nehmen wir einmal an, im Kollektorkreis fließen jetzt 50 mA, so entspricht das einer Stromverstärkung von  $B = 500$ .

Gemessen werden die 50 mA, indem der Meßbereichsschalter S 3/S 4 in Stellung 2000 mA oder vorzugsweise 200,0 mA gebracht wird, so daß sich eine Anzeige von 50,0 mA ergibt.

Zustande kommt die Anzeige dadurch, daß der Kollektorstrom durch  $R 5 = 1,0 \Omega$  hindurchfließt und dort einen Spannungsabfall von  $u = r \cdot i = 1,0 \Omega \cdot 50 \text{ mA} = 50 \text{ mV}$  hervorruft. Diese Spannung wird von dem digitalen Voltmeter, dessen Meßbereichsendwert 200 mV beträgt, gemessen und angezeigt.

Das Voltmeter selbst, das im wesentlichen mit dem IC 7 aufgebaut wurde, ist bereits mehrfach eingesetzt und beschrieben und soll deshalb an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

Bei der vorstehenden Schaltungsbeschreibung sind wir von der eingezeichneten Stellung von re 1 ausgegangen, die sich ergibt, sofern das Spannungseinstellpoti ganz am linken Anschlag steht und der damit verbundene Schalter S 6 ausgeschaltet (geöffnet) ist.

Wird dieses Poti nach rechts gedreht, steuert S 6 a das Relais Re 1 an und der Kontakt re 1 zieht an, wodurch dann der Kollektor des zu testenden Transistors bzw. die Anode oder Katode der zu testenden Diode mit der von 0 bis 200 V einstellbaren Spannung verbunden ist.

Über den Schalter S 5 a kann nun das eigentliche Voltmeter entweder auf den Spannungsteiler R 34/R 35 (Teilung von 200 V auf 200 mV herunter) oder auf die Meßwiderstände R 28 bis R 33 für die Strommessung geschaltet werden.

Die Punkte und Meßarten und Bereichsanzeigen erfolgen automatisch richtig zu den entsprechenden Schalterstellungen, so daß Fehlmessungen praktisch ausgeschlossen sind.

## Einstellung

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, ist im wesentlichen nur ein einziger Abgleichpunkt in diesem Dioden- und Transistortestgerät vorhanden.

Für die Einstellung geht man wie folgt vor:

Der Schalter S 5 wird in Stellung Spannungsmessung gebracht.

An die Punkte 30 und 31 des IC 7 wird ein Spannungsmessgerät angeschlossen, das einen Meßbereich von möglichst 200 mV aufweist (digitales Meßgerät mit 2 V Meßbereichsendwert geht auch).

Mit R 17 wird nun eine Spannung eingestellt, so daß sich zwischen den Punkten 30 und 31 des IC 7 100–200 mV einstellen.

Mit dem Wendeltrimmer R 50 wird nun exakt diese zwischen den Punkten 30 und 31 mit dem Vergleichsmessgerät gemessene Spannung auf dem Anzeigendisplays des Dioden- und Transistortestgerätes eingestellt.

Damit ist der wesentliche Abgleich des Gerätes beendet. Das Vergleichsmessgerät kann entfernt werden.

Auch an dieser Stelle möchten wir noch einmal ausdrücklich darauf hinweisen, daß sowohl die Netzspannung, die für den Transformator erforderlich ist, als auch die fast 300 V große Eingangsspannung für die Kollektor-Emitter-Sperrspannung lebensgefährlich sind.

In der Schaltung wurde der Widerstand R 28 mit  $0,1 \Omega$  angegeben. Aufgrund der Komplexität der Schaltung sind z. T. etwas längere Leiterbahnwege zum Eingang des IC 7 erforderlich, so daß hier u. U. geringe Spannungsabfälle auftreten können. Wenn überhaupt, so macht sich dieses im 2000 mA-Meßbereich bemerkbar, wodurch sich ein geringfügig zu großer Anzeigewert ergeben kann. Feststellen läßt sich dieses, indem man bei einem Strom von z. B. 100 mA zwischen dem 200 mA und dem 2000 mA-Meßbereich hin und her schaltet. Sollten diese beiden Werte stärker voneinander abweichen, so ist parallel zu R 28 ein Widerstand zu schalten, der beide Meßwerte in Übereinstimmung bringt (z. B.  $1 \Omega$ ).

Dies ist jedoch ein zusätzlicher Feinabgleich, der im allgemeinen wohl nicht erforderlich sein dürfte.

## Zum Nachbau

Der Nachbau dieser etwas komplexeren Schaltung dürfte, aufgrund der großzügigen Auslegung der Leiterplatten, nicht nur von Profis zu bewerkstelligen sein. Newcomer sollten sich allerdings, wie an die meisten Geräte der ELV-Serie 7000, nicht gleich heranwagen, sondern Erfahrungen bei kleineren Schaltungen suchen.

Da wir beim Aufbau dieser Schaltung aus vorgenannten Gründen von entsprechenden Vorkenntnissen ausgehen können, wollen wir an dieser Stelle auf die Aufbaubeschreibung, die anhand des Bestückungsplanes in aller Regel problemlos durchzuführen ist, verzichten und Ihnen gleich frohes Gelingen und viel Freude mit Ihrem Dioden- und Transistortestgerät wünschen.