

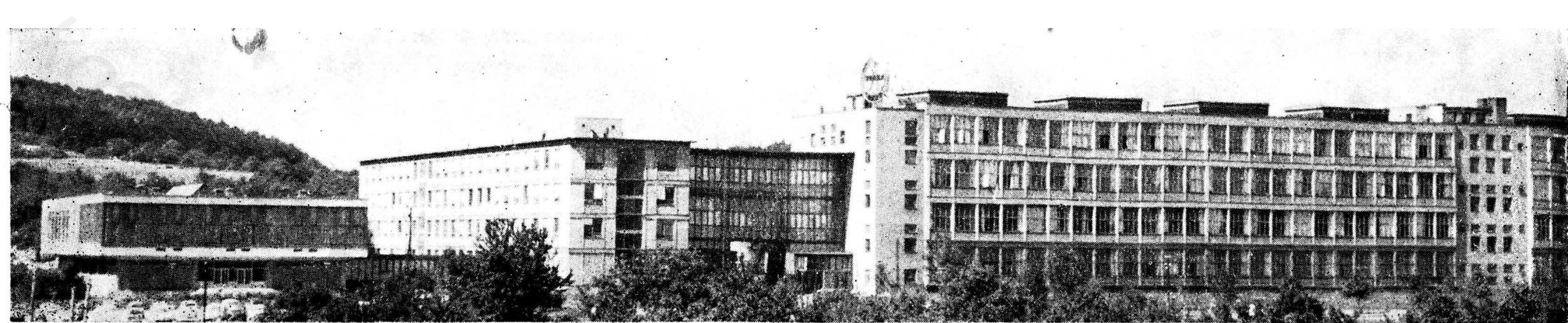
INSTRUKTIONSBUCH



**TESLA**

**TRANSISTORENPRÜFGERÄT**

**BM 529 N**



NU TESLA Brno erzeugt elektronische Messgeräte, die im Labor, Werkstatt- und Servicedienst Verwendung finden.

- Spannung- und Strommessgeräte
- Messgeräte zur Messung der Grössenwerte an elektrischen Netzwerken
- Frequenz-, Zeit- und Phasenmessgeräte, Zähler
- Generatoren
- Oscillographen
- Halbleiter-Parameter Messgeräte
- Normale und Eicheinrichtungen
- Weitere elektronische Messgeräte
- NMR Spektrometer
- Elektronenmikroskope

### INHALT

1. Anwendungsbereich des Gerätes . . . . .	4
2. Der komplette Lieferungsumfang . . . . .	4
3. Technische Daten . . . . .	4
4. Das Funktionsprinzip des Gerätes . . . . .	5
5. Hinweise zum Auspacken und zur Vorbereitung des Gerätes zur Messung . . . . .	5
6. Betriebsanleitung und Einsatz des Gerätes . . . . .	6
7. Beschreibung der mechanischen Gerätkonstruktion . . . . .	17
8. Die ausführliche Schaltungsbeschreibung . . . . .	17
9. Hinweise zur Wartung des Gerätes . . . . .	19
10. Hinweise für Instandsetzungsarbeiten . . . . .	19
11. Hinweise für Transport und Lagerung . . . . .	22
12. Garantieleistungen . . . . .	22
13. Verzeichnis der elektrischen Bauteile . . . . .	23
14. Beilagen	

Mit Rücksicht auf die schnelle Entwicklung der Elektronik-Weltproduktion treten Änderungen in den Schaltkreisen auf und auch die Bestandteilbasis unserer Geräte wird erneuert.

Durch Verzögerungen der Druckereitermine und die hierdurch bedingten Liefertermine können die anfallenden Änderungen manchmal nicht mehr in den Druckschriften erscheinen.

Für diese Änderungen ist dann ein eigenes Nachtragblatt bestimmt.

# BM 529 N

Herstellnummer: .....

## **Transistorenprüfgerät**

Das Gerät ermöglicht die Messung der Gleich- und Wechselstromgrundeigenschaften von Transistoren, Fieldeffekttransistoren und Dioden für mittlere und kleine Verlustleistung in einem stetig einstellbaren Bereich der Arbeitspunkte bis zu 25 V/100 mA.

Ausserdem gestattet das Gerät eine Funktionskontrolle an in Schaltkreisen befindlichen Transistoren und Fieldeffekttransistoren.

Mit dem Gerät sind auch die Grundeigenschaften von Thyristoren, Diac- und Triacelementen messbar.

---

Hersteller: TESLA Brno, NU, Purkyňova 99, 612 45 Brno — ČSSR

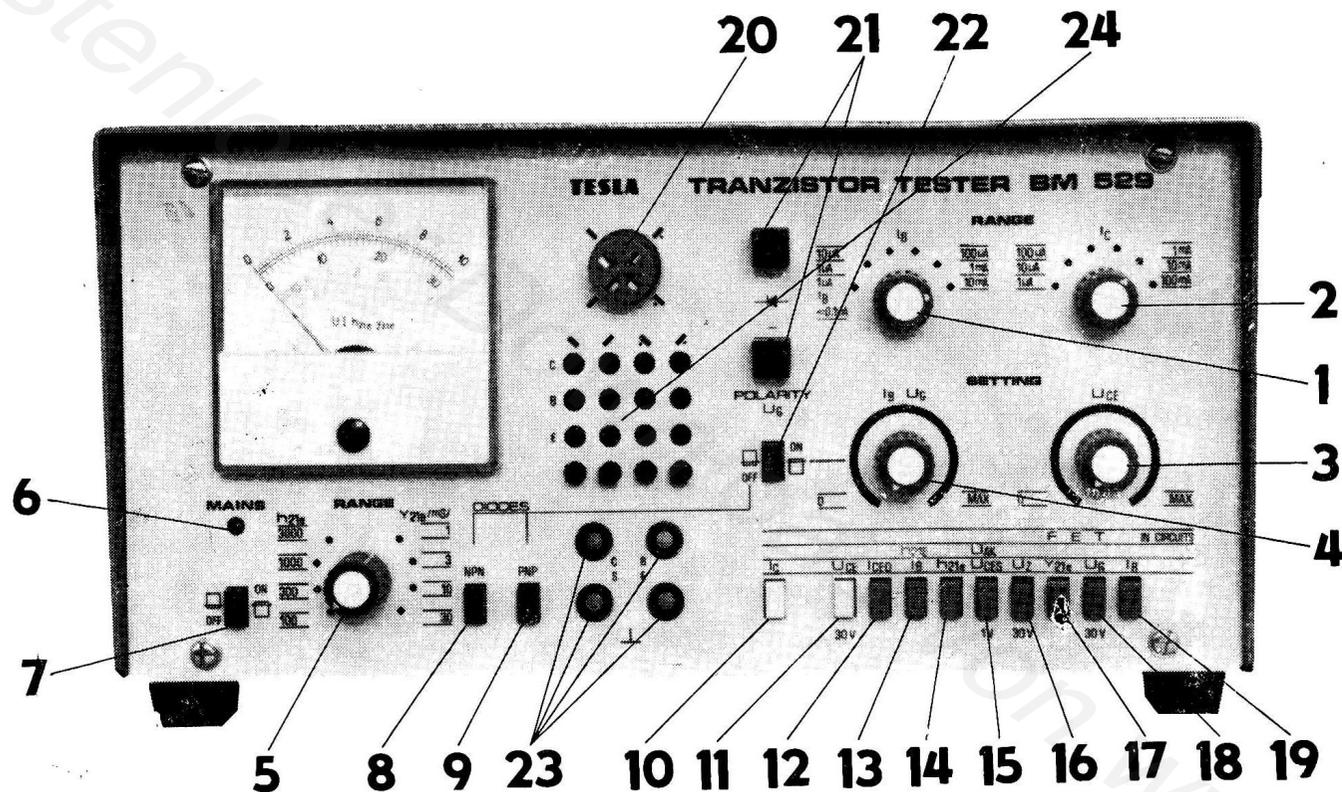


Abb. 1

- 1 — Bereichsumschalter  $I_B$
- 2 — Bereichsumschalter  $I_C$
- 3 — Einstellung  $U_{CE}$
- 4 — Einstellung  $I_B, U_G$
- 5 — Bereichsumschalter  $h_{21e}, y_{21e}$
- 6 — Kontrolllampe
- 7 — Netzschalter
- 8, 9 — Polaritätsumschaltung NPN - PNP
- 10 — Taste zur Kontrolle des eingestellten Kollektorstromes — ohne Raste

- 11 — Taste zur Kontrolle der eingestellten Kollektorspannung — ohne Raste
- 12 — Messung des Reststromes  $I_{CEO}$  (durch Umstecken des Stiftes im Kombinator 24 zur Messung  $I_{CEO}, I_{CEU}$  usw.)
- 13 — Messung des Basisgleichstromes  $I_B$ , Ablesung des Gleichstromverstärkungsfaktors  $h_{21E}$
- 14 — Messung des Wechselstromverstärkungsfaktors  $h_{21E}$
- 15 — Spannungsmessung 0 bis 1 V (Sättigungsspannung und Durchlass-Spannung an Dioden),  $U_{CES}, U_{AK}$
- 16 — Messung der Zenerspannung  $U_Z$

- 17 — Messung des Steilheitswertes an FET Elementen [ $y_{21e}$ ]
- 18 — Spannungsmessung an FETs, Gatespannung ( $U_G$ )
- 19 — Basisstrommessung  $I_B$  an in Schaltungen befindlichen Transistoren
- 20 — Klemmhalter für die gemessenen Transistoren oder FETs
- 21 — Klemmhalter für Dioden
- 22 — Polaritätsumschaltung der Vorspannung  $U_G$  an FETs (wird bei Messung von Transistoren nicht gedrückt)
- 23 — Buchsen zum Anschluss der Zuführungskabel von gemessenen Transistoren, Dioden oder FETs mit Plastikgehäusen, oder wenn diese Elemente schon in Schaltungen eingebaut sind. Diese Buchsen werden für Plastikgehäuse dann verwendet, wenn sie nicht an den Halter 20 oder 21 anschliesbar sind.
- 24 — Kombinator zur Durchschaltung der Zuführungen des gemessenen Elementes im Halter 20 mit den Stromversorgern, sowie zur Herstellung der geeigneten Messbedingungen zur Ermittlung der Restströme

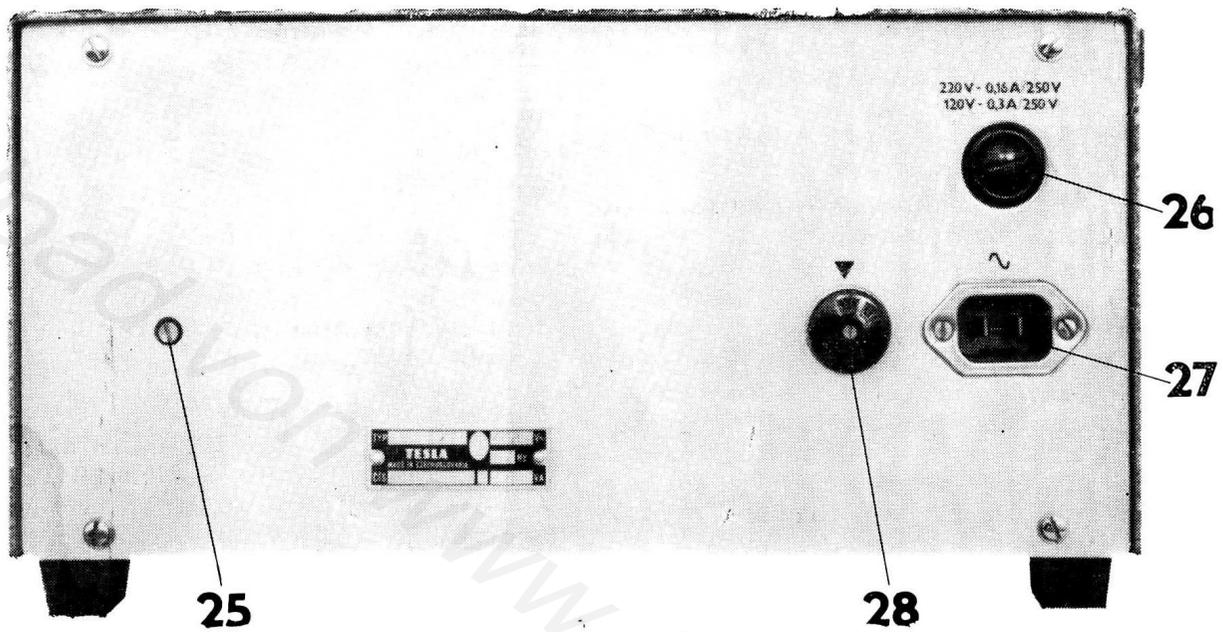


Abb. 2

- 25 — Nulleinstellung des Zeigerinstrumentes
- 26 — Netzsicherungshalter
- 27 — Netzspannungszuführung
- 28 — Netzspannungswähler

## 1. ANWENDUNGSBEREICH DES GERÄTES

Das Gerät ermöglicht die Messung der Gleich- und Wechselstromgrundeigenschaften von Transistoren und Feldeffekttransistoren, sowie Dioden für niedrige und mittlere Verlustleistungswerte in einem stetig einstellbaren Arbeitspunktbereich von 0 bis 25 V und 10 nA bis 100 mA. In den einzelnen Betriebsarten misst das Gerät die Spannungs- und Stromwerte im eingestellten Arbeitspunkt, Restströme grösser als 10 nA, den Gleich- und Wechselstromverstärkungsfaktor von Transistoren, die Sättigungsspannung (am Kollektor des gemessenen Transistors), fallweise auch die Sperrspannung am Kollektor und Emitter-Basisübergang (bei geringeren Sperrspannungswerten als 25 V). Das Gerät misst weiter die Steilheit von Feldeffekttransistoren, ihre Schwellenspannung und den Reststrom.

An Dioden sind die Vorwärts- und Sperrstromwerte, sowie die Zenerspannung messbar.

Mit dem Gerät ist eine Funktionskontrolle von in Schaltkreisen befindlichen Transistoren, Feldeffekttransistoren, Thyristoren, Diac- und Triacelementen möglich. Infolge der geringen Belastung des Messobjektes durch das eingebaute Messsystem und seiner hohen Konstanz ist im genannten Arbeitspunktebereich eine einfache Vermessung der Strom- und Spannungscharakteristik von Zwei- und Vierpolen möglich. Das Gerät enthält einen Operationsverstärker als Messverstärker für die gemessenen Gleich- und Wechselspannungen, sowie Ströme, zwei regelbare Spannungsquellen und je einen Umschalter für Bereich und Funktion. Die Messung des Wechselstromverstärkungsfaktors von einzelnen, sowie in Schaltungen befindlichen Transistoren  $h_{21e}$  und die Steilheit von Feldeffekttransistoren  $y_{21e}$ , geschieht mit einem kleinen 50 Hz Signalwert. Die Funktionsprüfung von in Schaltkreisen befindlichen Transistoren geschieht durch Messung des Gleichstromanteils des Basis- und Kollektoranschlusses bei Speisung des Kollektors und der Basis des gemessenen Transis-

tors mit einem Wechselspannungssignal mit ca. 2 V/50 Hz.

Bemerkung:

Für Feldeffekttransistoren wird weiter die Abkürzung FET verwendet.

## 2. DER KOMPLETE LIEFERUNGSUMFANG

Transistorenprüfgerät BM 529N

1 St. Netzkabel  
2 St. Netzsicherungen F 200 mA/250 V für 220 V  
2 St. Netzsicherungen F 250 mA/250 V für 120 V  
3 St. Transistorenhalter 1AK 497 03  
16 St. Kontaktstifte 1AF 459 07  
Betriebsanleitung  
Packliste  
Garantieschein

## 3. TECHNISCHE DATEN

### 3.1. Einstellbare Arbeitspunkte (bei Nennwert der Netzspannung)

Die Spannung  $U_{CE}$ : 0 bis 28 V  
0 + 1 V für  $I_C = 10\% + 100\%$  vom eingereichten Bereich,  $I_C$  — in der Funktion  $U_{AK}, U_{CES}$   
0,8 + 28 V für  $I_C \leq 1$  mA stetig in einem Bereich  
0,8 + 25 V für  $I_C \leq 20$  mA stetig in einem Bereich  
0,8 + 22 V für  $I_C \leq 100$  mA stetig in einem Bereich

Stromwert  $I_C$ : 0 bis  $\pm 100$  mA stetig in 6 Teilbereichen

Stromwert  $I_B$ : 0 bis  $\pm 10$  mA stetig in 5 Teilbereichen

$U_C$  für FETs: 0 bis  $\pm 25$  V stetig in einem Bereich

#### 3.1.1. Messung des Arbeitspunktes

Messung von  $U_{CE}$ : Bereich 0 bis  $\pm 30$  V, ein Bereich, Messfehler  $\pm 5\%$  vom Vollausschlag

Messung von  $I_C$ : Bereich 0 bis 100 mA in Teilbereichen mit 1  $\mu$ A, 10  $\mu$ A, 100  $\mu$ A, 1 mA, 10 mA, 100 mA  
Messfehler  $\pm 5\%$  vom Vollausschlag

Messung von  $I_B$ : Bereich 0 bis 10 mA in Teilbereichen mit 1  $\mu$ A, 10  $\mu$ A, 100  $\mu$ A, 1 mA, 10 mA, Messfehler  $\pm 5\%$  vom Vollausschlag

Bemerkung:

Für die Messung aller Reststromwerte  $I_{CBO}, I_{CEO}$  usw. gelten die gleichen Strombereiche wie für  $I_C$ . Die Funktionsschaltung für einzelne Messaufgaben befindet sich im Kapitel 6.

## 3.2. Gemessene Parameter

### 3.2.1. Gleichstromverstärkungsfaktor $h_{21E}$

Bereich: 0 bis 10 000

a) direkte Ablesung an einer hyperbolischen Skala bei eingestelltem Kollektorstrom

$I_C = 1 \mu A, 10 \mu A, 100 \mu A, 1 mA, 10 mA, 100 mA$

b) Verhältnisresultat aus  $\frac{I_C}{I_B}$  bei beliebigem  $I_C$

Messfehler: siehe Messfehlerwert für  $I_C$  und  $I_B$  in Punkt 3.1.1.

### 3.2.2. Wechselstromverstärkungsfaktor $h_{21e}$

Bereich: 5 bis 3000 in Teilbereichen 100, 300, 1000 und 3000

Messfehler:  $\pm 10\%$  vom Vollausschlag

### 3.2.3. Steilheitsmessung $y_{21e}$ an FETs

Bereich: 0,1 bis 30 mA/V in Teilbereichen 1, 3, 10 und 30 mA/V

Messfehler:  $\pm 10\%$  vom Vollausschlag

### 3.2.4. Sättigungsspannung $U_{CES}$

Bereich:	0 bis 1 V in einem Messbereich
Messfehler:	$\pm 5\%$ vom Vollausschlag
Bemerkung:	Die Stromwerte $I_B$ und $I_C$ sind individuell einstellbar.

### 3.2.5. Zenerspannung $U_Z$

Bereich:	0 bis 25 V in einem Messbereich
Messfehler:	$\pm 5\%$ vom Vollausschlag
Bemerkung:	Der Stromwert $I_Z$ ist im Bereich von 0 bis 100 mA (max. 2 W) einstellbar.

### 3.2.6. Messung des Stromverstärkungsfaktors an in Schaltkreisen befindlichen Transistoren

Bereich:	0 bis 1000 in drei Teilbereichen (gemäss Umschalterstellung für $I_B$ und $I_C$ )
Messfehler:	wird von den Schaltkreisteilen beeinflusst.

### 3.2.7. Steilheitsmessung an in Schaltkreisen befindlichen Feldeffekttransistoren

Bereich:	0,1 bis 30 mA/V in 4 Teilbereichen
Messfehler:	wird von den Schaltkreisteilen beeinflusst

### 3.3. Betriebsbedingungen

Referenztemperatur:	$+23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$
Temperaturbereich:	$+5\text{ }^\circ\text{C}$ bis $+40\text{ }^\circ\text{C}$

Relative Luftfeuchtigkeit:	10% bis 80%
Luftdruck:	86 000 N/m <sup>2</sup> bis 106 000 N/m <sup>2</sup>
Netzspannung (Nennwert):	220/120 V $\pm 10\%$
Netzspannungsart:	Wechselspannung, sinusförmig, Klirrfaktor geringer als 5%
Netzfrequenz:	50 Hz $\pm 2\%$
Leistungsaufnahme:	25 VA
Sicherungen:	Netzsicherung F 200 mA/250 V für 220 V F 250 mA/250 V für 120 V
Äussere Magnetfelder:	vernachlässigbar gering
Äussere elektrische Felder:	vernachlässigbar gering
Funktionslage des Gerätes:	waagrecht oder um 5° angelegt
Sicherheitsklasse I gemäss ČSN 35 6501 und der einschlägigen IEC Empfehlung.	
Bestückung:	Integrierte Schaltkreise 1 St. Dioden 20 St.
Abmessungen:	Höhe 155 mm Breite 318 mm Tiefe 215 mm Masse ca. 2 kg
Abmessungen des verpackten Gerätes:	Höhe 370 mm Breite 400 mm Tiefe 320 mm Masse ca. 6 kg

## 4. DAS FUNKTIONSPRINZIP DES GERÄTES

Eine vereinfachte Blockschaltung befindet sich auf Abb. 3. Die Basis und der Kollektor des gemessenen Elementes werden aus getrennten Stromversorgern  $U_1$  und  $U_2$  gespeist, wobei deren Ausgangsspannung im Bereich von 0 bis  $\pm 25$  V einstellbar ist. In Reihe mit der Stromversorgung sind die Bereichsumschalter (P2.1 und P3.1) zur Strommessung  $I_C$  und  $I_B$  ( $h_{21e}$ ), die Widerstände zur Messung des Kollektorwechselstromes (P3.4) für die Bestimmung der Werte  $h_{21e}$  und  $y_{21e}$ , sowie die Reihenwiderstände zur Stromeinstellung bei offenen Übergängen (P2.2 und P3.2) geschaltet. Die an den Elektroden des gemessenen Elementes befindlichen Spannungswerte werden über Teiler abgenommen, welche jeweils an die zugehörige Klemme angeschlossen sind.

Alle an den Umschaltern P2.1 und P3.1 befindlichen Messwiderstände sind so gewählt, dass die an ihnen abfallende Spannung in allen Funktionsarten und für Vollausschlag gleichwertig bleibt. Der Funktionsumschalter schliesst in den einzelnen Dekaden einen Messverstärker mit Zeigerinstrument (und mit Grätzgleichrichter) mit Gegenkopplungsweg an. Die Erregungswechselspannungen (Ströme) entstehen in einer stabilisierten Wechselspannungsquelle  $U_3$ . Zur Änderung der Messbereiche der Wechselstromparameter  $y_{21e}$  und  $h_{21e}$  dient der Umschalter P1.1.

## 5. HINWEISE ZUM AUSPACKEN UND ZUR VORBEREITUNG DES GERÄTES ZUR MESSUNG

Das Gerät erfordert während der Inbetriebnahme keine besonderen Eingriffe und ist nach dem Auspacken sofort betriebsbereit. Wird das Gerät zum Hersteller eingesandt, muss es in seiner ursprünglichen Lieferverpackung untergebracht werden. Hier sei besonders darauf hingewiesen, dass der Polyäthylenbeutel luftdicht verschlossen sein muss. Vor dem Anschluss des Gerätes an das Lichtnetz

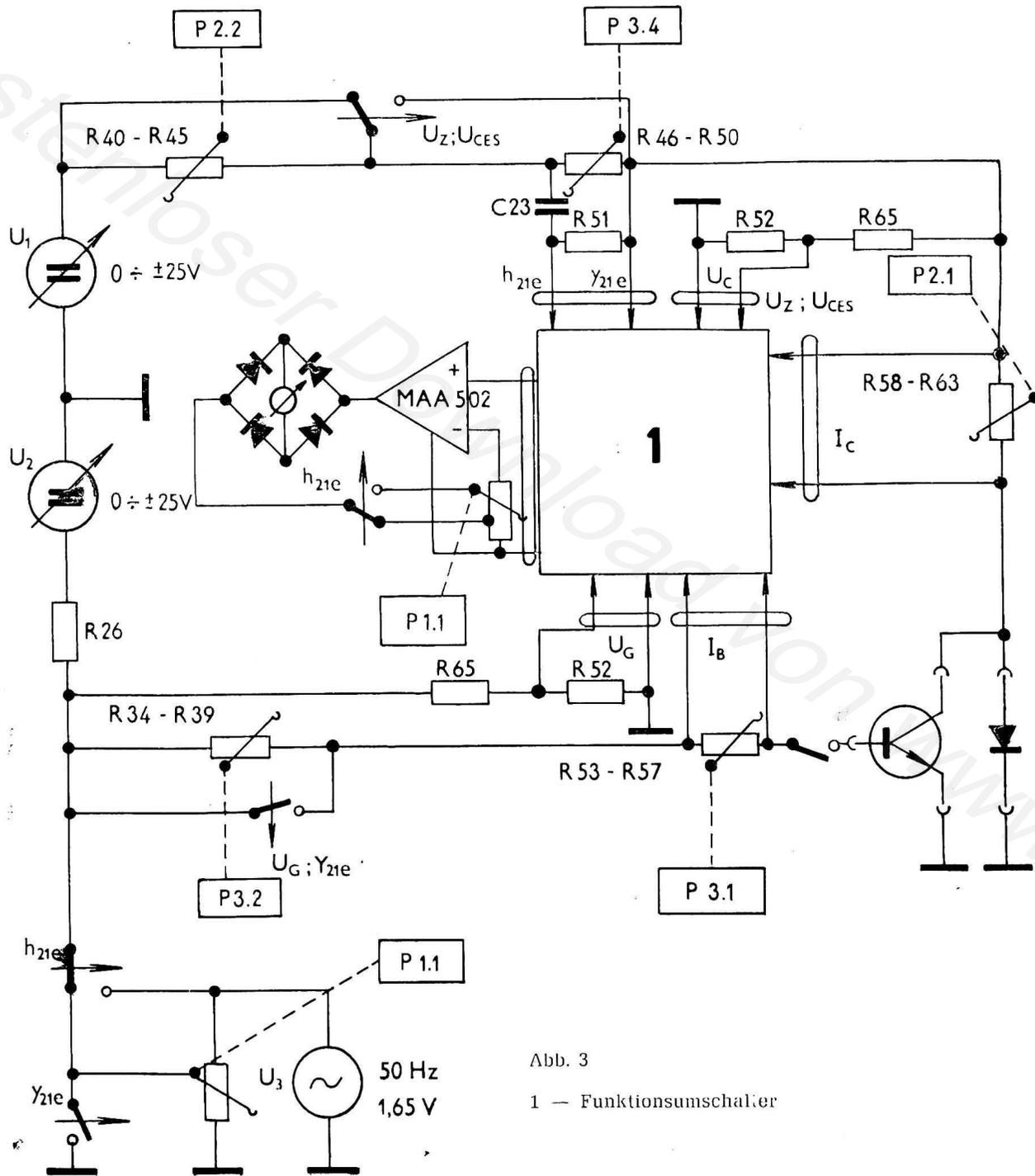


Abb. 3  
1 — Funktionsumschalter

wird zuerst geprüft, ob es für den richtigen Netzspannungswert umgeschaltet ist. Die Umschaltung geschieht mit dem an der Geräterückseite befindlichen Netzspannungswähler so, dass die in der Mitte der Wählerscheibe befindliche Schraube gelöst und die Scheibe selbst so angedreht wird, dass die Nummer mit dem richtigen Netzspannungswert unter der Dreiecksmarke steht. Hiernach wird die Schraube wieder festgezogen und so die Wählerscheibe fixiert.

Zugleich ist es nötig, die Netzsicherung zu wechseln. (Die zulässigen Werte sind im Kapitel 3 aufgeführt). Im Herstellerwerk wurde das Gerät für 220 V Netzspannung umgeschaltet.

Vor dem Einschalten des Gerätes erfolgt eine Kontrolle der Nullage des Zeigerinstrumentes und eine fallweise Nachregelung. Mit Hilfe des Netzkabels wird nun das Gerät mit der Netzzuführung verbunden und nach dem Einschalten des Netzschalters wird das Gerät in Betrieb genommen. Den Einschaltzustand zeigt eine Kontrolllampe an. Nach dem Einschalten wird ca. 10 s abgewartet, bis sich die elektrische Nullage des Gerätes beruhigt (der Zeiger des Messinstrumentes zeigt auf NULL). Hiernach kann die eigentliche Messung beginnen. Befinden sich alle Tasten im Ruhezustand (keine der Tasten ist gedrückt) und stimmt trotzdem die Nullage des Messinstrumentes nicht, kann eine Korrektur der Nullage mit dem Potentiometer NULL-EINSTELLUNG [25], welches sich an der Geräterückseite befindet und mit einem Schraubenzieher einstellbar ist, erfolgen.

## 6. BETRIEBSANLEITUNG UND EINSATZ DES GERÄTES

Das Transistorenprüfgerät wurde in Sicherheitsklasse I aufgebaut und entspricht somit den einschlägigen IEC Empfehlungen. Nach dem Anschluss des Netzkabels an das Gerät ist die Gerätemasse mit dem Schutzleiter der Netzzuführung verbunden.

## 6.1. Messung von Transistoren

### Allgemeine Hinweise

Das Gerät enthält Tasten mit und ohne Raststellung. Die Tasten 10 und 11 (ohne Rasten) ermöglichen in allen Funktionen und nach dem Drücken eine schnelle Kontrolle des Arbeitspunktes  $I_C$  und  $U_C$ . Die Taste muss gedrückt bleiben und nach ihrem Lösen zeigt das Gerät wieder den mit den Tasten 12 bis 19 (mit Raste) eingestellten Kennwert an.

### 6.1.1. Vorbereitung zur Messung

Nach dem Einschalten des Gerätes mit der Taste 7 NETZ wird annähernd 10 s abgewartet, bis sich der Ausschlag des Zeigerinstrumentes beruhigt. Vor dem Einsetzen des gemessenen Transistors wird geprüft, ob die Taste 22 POLARITÄT  $U_C$  nicht gedrückt ist (soweit jedoch nicht mit gesperrter Basis-Emitterstrecke gemessen werden soll) und ob eine der Tasten 8 oder 9, je nach Art PNP oder NPN des gemessenen Transistors, richtig gedrückt ist. Die Potentiometer 3 und 4 kommen zu ihrem linken Anschlag — zum Nullwert. Zuletzt werden am Kombinator die Elektroden des gemessenen Transistors (Kollektor an C, Emitter an E, Basis an B und Abschirmung an E) durchgeschaltet und der Transistor in den Halter eingesetzt.

### 6.1.2. Messung der Restströme und Sperrspannungen der Übergänge im Transistor

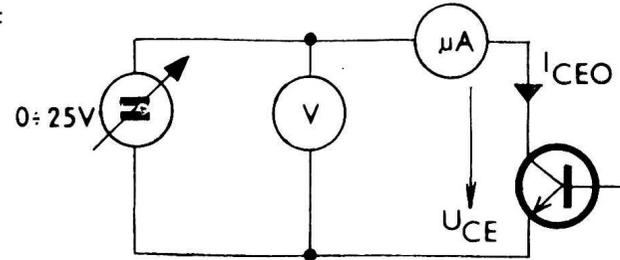
#### Messung $I_{CEO}$

Die Messung wird gemäß Abschnitt 6.1.1. vorbereitet. Hiernach wird die Taste 12 —  $I_{CEO}$  gedrückt und nach dem Drücken der Taste ist der gemessene Transistor gemäß Abb. 4 geschaltet. Zur Einstellung der Kollektorspannung  $U_{CE}$  dient das Potentiometer 3 — bei gedrückter Taste 11 —  $U_{CE}$ . Der eingestellte Spannungswert ist der Skala 0-30 V abzulesen. Die Taste 11 enthält keine Raste und wenn sie gelöst wird, zeigt das Gerät  $I_{CEO}$  an,

wobei dieser Wert an der Skala 0 bis 10 V ablesbar ist.

Die Bereichsumschaltung von  $I_{CEO}$  geschieht mit dem Umschalter 2.

Messbeispiel:



Emitter ↙  
Kollektor ↘

Transistor KF506

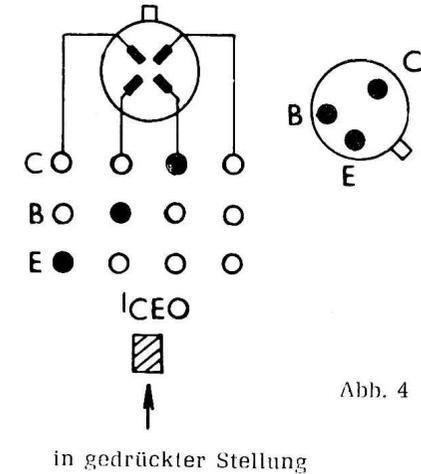


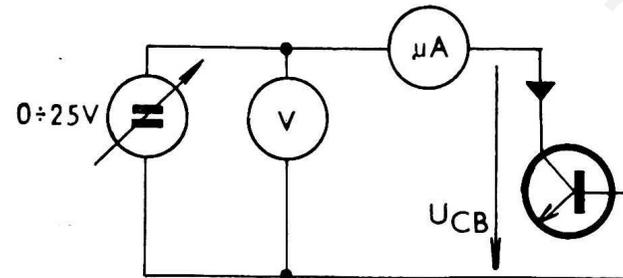
Abb. 4

#### Messung $I_{CBO}$

Der Messvorgang ist gleichartig wie bei  $I_{CEO}$ , nur werden die Elektroden des gemessenen Transistors am Kombinator so verschaltet, dass zwischen die Klemmen C - E der Übergang C - B kommt. Abb. 5.

Die Umstellung von der Messung  $I_{CEO}$  zur Messung  $I_{CBO}$  geschieht nur durch Umstecken des Stiftes und ohne Manipulation mit dem gemessenen Transistor.

Messbeispiel:



Transistor KF506

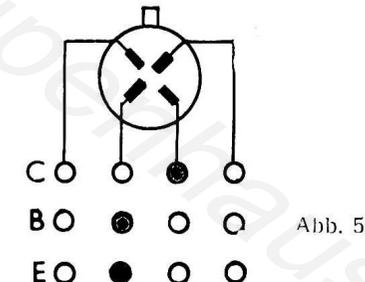
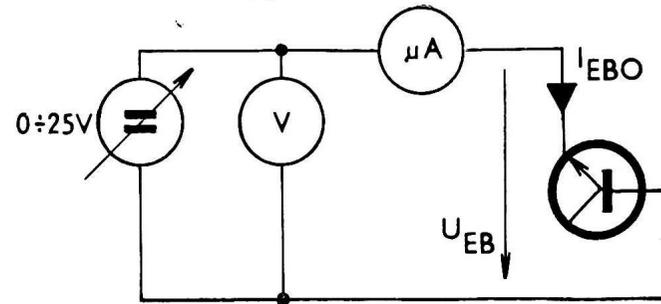


Abb. 5

### Messung $I_{EBO}$

Durch Umstecken des Kombinatorstiftes wird die Messung  $I_{EBO}$  gemäss Abb. 6 eingestellt.

Messbeispiel:



Transistor KF506

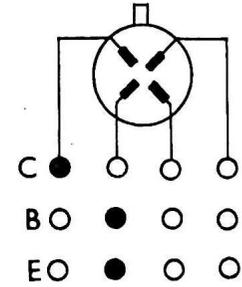
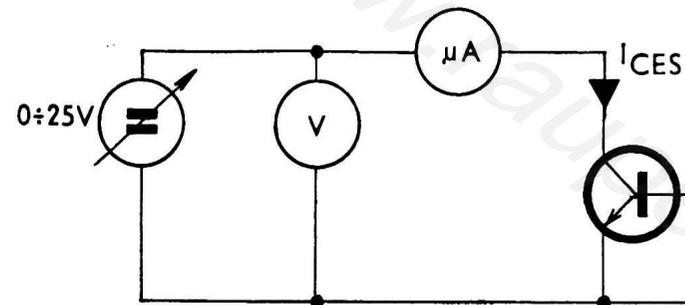


Abb. 6

### Messung $I_{CES}$

Durch Umstecken des Kombinatorstiftes wird die Messung  $I_{CES}$  gemäss Abb. 7 eingestellt.

Messbeispiel:



Transistor KF506

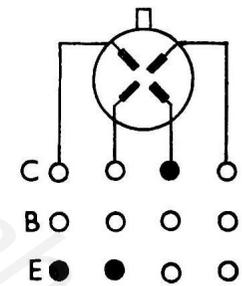


Abb. 7

### Messung $I_{CEB}$

Verschaltung gleichartig wie bei  $I_{CEO}$  und zwischen die Buchsen 23 B - E kommt der Widerstand R mit Nennwert (Datenwert). Abb. 8.

Messbeispiel:

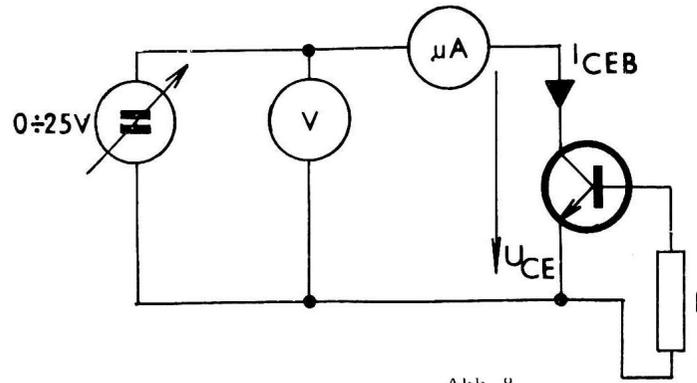
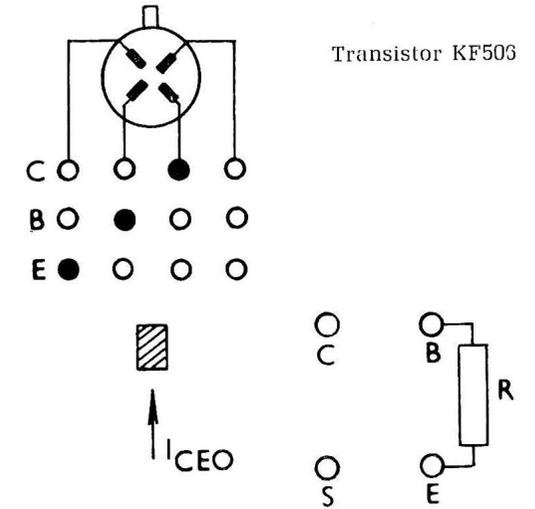


Abb. 8



### Messung $I_{CEU}$

Die Vorbereitung zur Messung geschieht gemäss Abschnitt 6.1.1. Dann wird die Taste 18 ( $U_G$ ) und Taste 22 (POLARITÄT  $U_G$ ) gedrückt. Die erforderliche Sperrspannung wird mit dem Potentiometer U an der Skala 0 bis 30 V eingestellt. Bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) wird mit dem Potentiometer 3 die gegebene Spannung  $U_{CE}$  an der Skala 0 bis 30 V eingestellt. Nach dem Lösen der Taste 11 und Drücken der Taste 10 ( $I_C$ ) kann an der Skala 0 bis 10 der Reststrom  $I_{CEU}$  je nach dem Bereich des Umschalters 2 abgelesen werden. Die höchstzulässige Emitterspannung darf hierbei nicht überschritten werden (üblicher Wert 4 bis 8 V)!

Die Mess-Schaltung für  $I_{CEU}$  befindet sich auf Abb. 9.

Bemerkung:

Neben der hier beschriebenen Messung der Restströme ist auch die Sperrspannung  $U_{CE}$ ,  $U_{CB}$  oder  $U_{EB}$  nach dem Drücken der Taste 11 im Bereich 0 bis 30 V oder Taste 15 von 0 bis 1 V messbar. Der Spannungsabfall an den Gleichstrombereichsumschaltern beträgt in allen Strombereichen 3,65 mV max.

Messbeispiel:

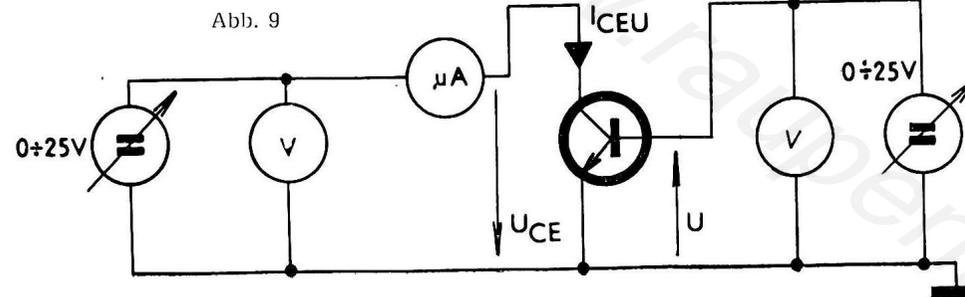
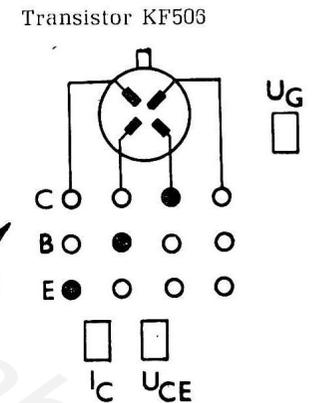


Abb. 9



### 6.1.3. Verstärkungsmessung an Transistoren

#### 6.1.3.1. Messung $h_{21E}$

- $h_{21E}$  — Gleichstromverstärkungsfaktor
- $I_B$  — Basis-Gleichstrom
- $I_C$  — Resultierender Kollektorgleichstrom

Die Messung des Kennwertes  $h_{21E}$  ist mit Hilfe von zwei verschiedenen Verfahren möglich:

- a) Direkte Ablesung des Kennwertes  $h_{21E}$  an der roten hyperbolischen Skala, wenn der Kollektorstrom zum Wert  $I_C = 1 \mu A, 10 \mu A, 100 \mu A, 1 \text{ mA}, 10 \text{ mA},$  oder  $100 \text{ mA}$  (durch eine rote Marke gekennzeichnet) eingestellt wird.

Messvorgang:

Vorbereitung gemäss Abschnitt 6.1.1. Dann geschieht die Einregelung des Transistorarbeitspunktes so, dass bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) mit dem Potentiometer 3 die erforderliche Kollektorspannung  $U_{CE}$  eingestellt und ihr Wert an der Skala 0 bis 30 V abgelesen wird. Die Einstellung des Kollektorstromes erfolgt durch Änderung des Basisstromes mit dem Umschalter 1 und dem Potentiometer 4 bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ). Nach dem Lösen der Taste 10 ( $I_C$ ) zeigt das Zeigerinstrument den Basisstrom an und sein Wert entspricht der Umschalterstellung 1. Zur Ermittlung des Verstärkungsfaktors  $h_{21E}$  wird der Ausschlagswert des Zeigerinstrumentes mit dem Verhältniswert zwischen dem Kollektorstrom  $I_C$  und eingereichten Bereich  $I_B$  multipliziert. Der Verhältniswert beträgt entweder 1, 10, 100 oder 1000 usw.

#### Beispiel:

Messung des Transistors KF506:

Einstellwerte:  $U_{CE} = 6 \text{ V}; I_C = 10 \text{ mA}$ .  
Nach dem Drücken von  $I_B = 0,2 \text{ mA}$  oder 5 an der roten hyperbolischen Skala. Abb. 10.

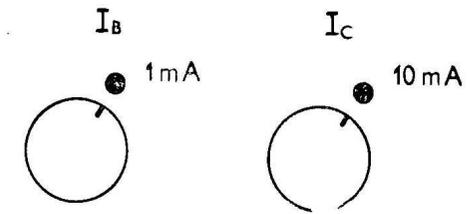
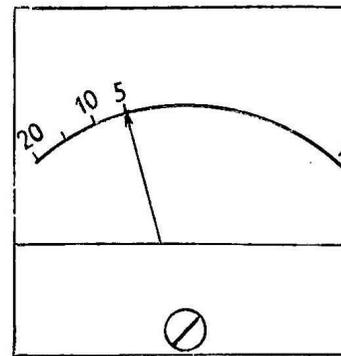


Abb. 10

$$h_{21E} = \text{Ausschlagswert} \cdot \frac{\text{Einstellwert } I_C}{\text{Einstellbereich } I_B} = \frac{5 \cdot 10 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 50$$

- b)  $h_{21E}$  wird durch Berechnung aus  $\frac{I_C}{I_B}$  ermittelt. Dieses Verfahren wird dann eingesetzt, wenn bei anderen Werten  $I_C$  als sie im Punkt a) genannt sind, gemessen werden soll.

#### Beispiel:

Die Messung des Transistors KF506 geschieht bei einem Kollektorstrom  $I_C = 3 \text{ mA}$ . Nach der Einstellung von  $I_C = 3 \text{ mA}$  mit schon bekannten Mitteln zeigt das Gerät nach dem Lösen der Taste 10 z. B.  $I_B = 50 \mu A$  an.

Hieraus resultiert  $h_{21E} = \frac{3 \text{ mA}}{50 \mu A} = 60$

Kann der Wert  $I_{CEO}$  nicht mehr im Vergleich mit  $I_C$  vernachlässigt werden, muss bei der Berechnung des Wertes  $h_{21E}$  der Reststrom  $I_{ECO}$  vom  $I_C$  abgezogen werden und dann gilt:

$$h_{21E} = \frac{I_C - I_{CEO}}{I_B}$$

#### Bemerkung 1:

Die linke mit  $1 \mu A$  bezeichnete Anschlagstellung des Umschalters 1 ermöglicht eine feinere Basisstromereinstellung an solchen Transistoren ( $I_B = 0$  bis  $0,1 \mu A$ ), welche auch bei geringen Kollektorströmen ein grosses  $h_{21E}$  aufweisen. Der Messbereich  $I_B 1 \mu A$  bleibt erhalten, ebenso wie in der

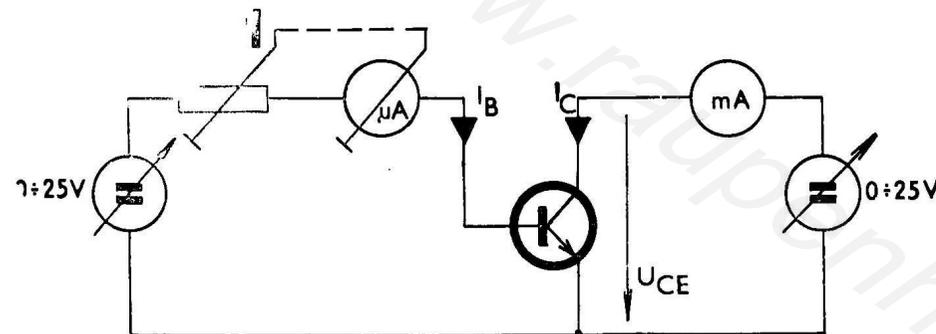


Abb. 11

1 — Umschaltung  $I_B$

Nachbarstellung des Umschalters 1 mit ebenfalls  $1 \mu\text{A}$ .

Bemerkung 2:

Die Messung mit hohen Kollektorstromwerten  $I_C \rightarrow 100 \text{ mA}$  und geringen Kollektorspannungen  $U_{CE} \rightarrow 0,2 \text{ V}$  wird durch den Innenwiderstand des Stromversorgers  $U_{CE}$  erschwert. In der Regel müssen  $I_C$  und  $U_{CE}$  einigemal nachgeregelt werden, da sie sich gegenseitig beeinflussen.

Die Mess-Schaltung für  $h_{21E}$  befindet sich auf Abb. 11.

### 6.1.3.2. Messung $h_{21e}$

$h_{21e}$  — Wechselstromverstärkungsfaktor mit kurzgeschlossenem Ausgang und mit geerdetem Emitter.

Die Vorbereitung zur Messung verläuft gemäss Abschnitt 6.1.1.

Dann wird die Taste 14 ( $h_{21e}$ ) gedrückt und der Arbeitspunkt gleichartig wie bei der Messung des Kennwertes  $h_{21E}$  eingestellt. Zur Einstellung  $U_{CE}$  dient das Potentiometer 3 bei gedrückter Taste 11 und der Spannungswert wird an der Skala 0 bis 30 V abgelesen. Zur Einstellung des Stromes  $I_C$  dient das Potentiometer 4, wobei die Taste 10 ( $I_C$ ) gedrückt ist. Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Zeigerinstrument in den linearen Skalen 0 bis 10, 0 bis 30 den resultierenden Wert  $h_{21e}$  an. Die Einzelbereiche für  $h_{21e}$  100, 300, 1000, 3000 sind mit dem Bereichsumschalter 5 wählbar. Die Frequenz des Mess-Signals beträgt 50 Hz und der Mess-Signalpegel ist in allen Bereichen viel geringer als der Gleichstromwert  $I_B$ . Die Mess-Schaltung für  $h_{21e}$  befindet sich auf Abb. 12.

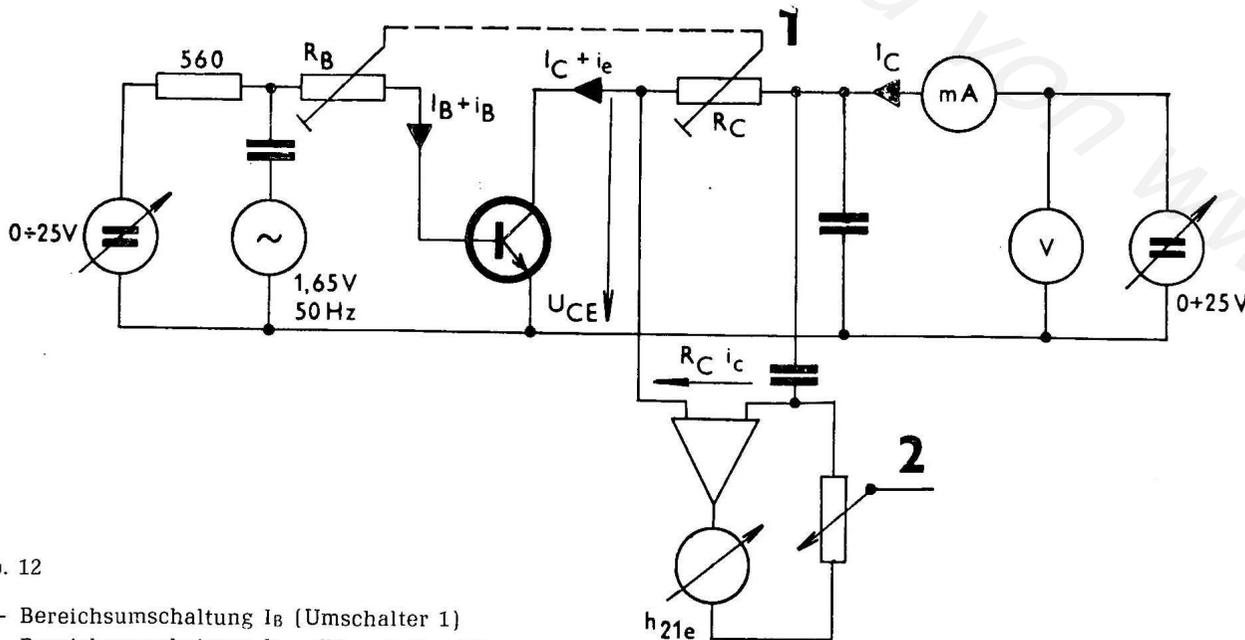


Abb. 12

- 1 — Bereichsumschaltung  $I_B$  (Umschalter 1)
- 2 — Bereichsumschaltung  $h_{21e}$  (Umschalter 5)

Bemerkung 1:

Der Arbeitspunkt bleibt wie für die Messung  $I_B$  ( $h_{21E}$ ), so auch für die Messung  $h_{21e}$  erhalten. Zum Übergang von der Messung  $I_B$  zur Messung  $h_{21e}$  genügt also nur ein einfaches Drücken der Taste 14 ( $h_{21e}$ ).

Bemerkung 2:

Die Messung mit grossen Stromwerten  $I_C$  und geringem  $U_{CE}$  wird durch den Innenwiderstand des Stromversorgers  $U_{CE}$  erschwert. Die Einstellung der Werte  $I_C$  und  $U_{CE}$  muss deshalb mehrmals korrigiert werden, da sie sich gegenseitig beeinflussen.

Bemerkung 3:

Eine präzise Messung des Wechselstromverstärkungsfaktors  $h_{21e}$  ist in der linken Anschlagstellung des Umschalters 1 und im ersten Zehntel der Potentiometerbahn 4 nicht möglich, da hier  $i_B \geq I_B$  ist.

### 6.1.4. Messung der Kollektorsättigungsspannung $U_{CES}$

Die Vorbereitung zur Messung geschieht wieder gemäss Abschnitt 6.1.1. Dann wird die Taste 13 ( $I_B$ ) gedrückt und mit dem Umschalter 1, sowie dem Potentiometer 4 der erforderliche Basisstrom ( $I_B$ ) eingestellt (üblich  $I_B = 10 \text{ mA}$ ). Hiernach wird die Taste 15 ( $U_{CES}$ ) gedrückt und bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) mit dem Umschalter 2, sowie dem Potentiometer 3 der erforderliche Kollektorstrom  $I_C$  (üblich  $100 \text{ mA}$ ) eingestellt. Den Messbereich  $I_C$  bestimmt die Stellung des Umschalters 2. Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Zeigerinstrument im Bereich 1 V die Sättigungsspannung des gemessenen Transistors  $U_{CES}$  bei eingestelltem Verhältnis  $B = \frac{I_C}{I_B}$  an.

Die Mess-Schaltung für  $U_{CES}$  befindet sich auf Abb. 13.

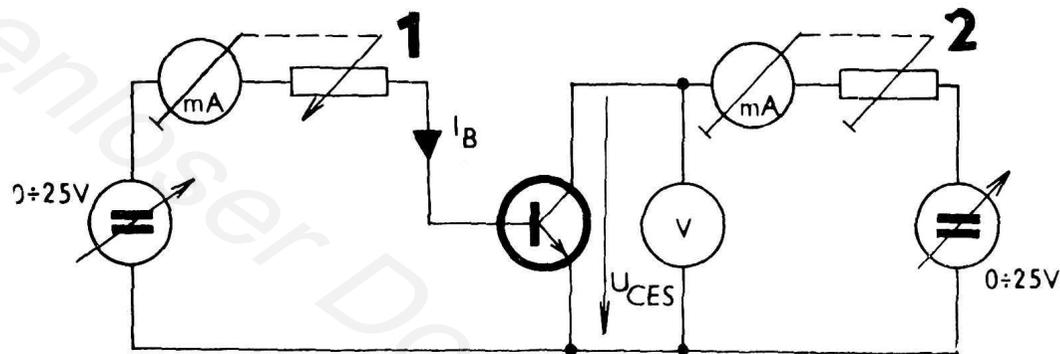
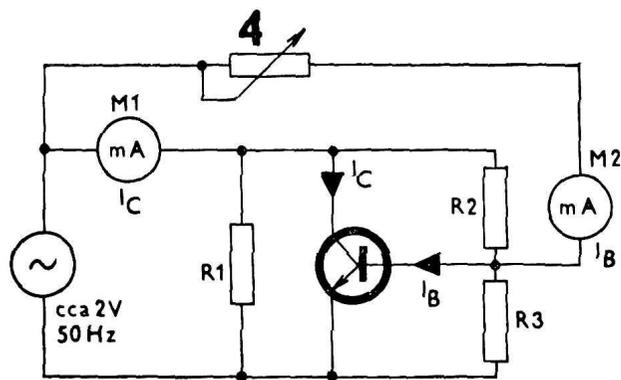


Abb. 13

- 1 — Bereichsumschaltung  $I_B$  {Umschalter 1}
- 2 — Bereichsumschaltung  $I_C$  {Umschalter 2}

### 6.1.5. Funktionskontrolle von Transistoren in Schaltkreisen

Das Transistorenprüfgerät TESLA BM 529N ermöglicht die Messung des Stromverstärkungsfaktors von in Schaltkreisen befindlichen Transistoren. Bei dieser Messung wird der Transistor in Schaltung mit geerdetem Emittor nur mit 50 Hz Wechselspannung in die Basis und den Kollektor gespeist. Abb. 14.



- 4 — Einstellung  $I_B$
- R1, R2, R3 — Im Schaltkreis an den Transistor angeschlossene Impedanzen

Abb. 14

Die Instrumente M1 und M2 sind Gleichstromgeräte und zeigen daher den durch die Impedanzen R1, R2 und R3 fliessenden Wechselstrom nicht an. Ihre Anzeige bewertet nur die Gleichstromanteile  $I_B^*$  und  $I_C^*$ , welche durch Gleichrichtung der zugeführten Wechselspannung an den Elektroden des gemessenen Transistors entstehen. Der Vorgang verläuft so, dass mit dem Potentiometer 4  $I_B^*$  auf 1 mA eingestellt und nach Umschaltung zu  $I_C^*$  in den Bereich 100 mA z. B.  $I_C^* = 68$  mA abgelesen wird. Der aus diesen Messbedingungen resultierende Stromverstärkungsfaktor beträgt dann  $h_{21E}^*$  und gleicht beinahe  $h_{21E}$  (Gleichstromverstärkungsfaktor). Mit guter Näherung gilt daher  $h_{21E}^* \approx h_{21E}$ . Für das genannte Messbeispiel ist dann

$$h_{21E}^* = \frac{I_C^*}{I_B^*} = \frac{68 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 68$$

Wird  $I_B^*$  auf 1 mA (oder 100  $\mu$ A) eingestellt, gleicht dann  $I_C^*$  direkt dem Wert  $h_{21E}^*$ .

Die Messung selbst sollte bei womöglich grossen Kollektorstromwerten geschehen, wann sich die parallel zu den Transistorelektroden angeschlossenen Impedanzen nur geringfügig geltend machen. Die Messung und ihr Resultat sind bei Schaltkreisen, wo an die Transistorelektroden, Dioden oder Widerstände mit geringeren Werten als 100  $\Omega$  angeschlossen sind, mit nur grosser Reserve zur

Kenntnis zu nehmen. In diesen Fällen wird die richtige Transistorfunktion durch mehrfach grössere Kollektorstromänderung im Vergleich mit dem Basisstrom angezeigt. Aus dem Verhältnis zwischen Kollektorstrom und Basisstromänderung resultiert ein entscheidender Wert zur Beurteilung, ob der sich im Schaltkreis befindliche Transistor gut ist, oder ob er zur präziseren Messung ausgebaut werden muss.

Da bei dieser Messung des Wertes  $h_{21E}^*$  eine Wahl der Betriebsbedingungen des gemessenen Transistors nur schwer möglich ist und nur in gewissen Grenzen eingestellt werden kann, wobei die durch Gleichrichtung grosser Wechselspannungssignale entstehenden Gleichstromanteile  $I_B^*$  und  $I_C^*$  zur Anzeige gelangen, wird diese Betriebsart nur als Prüfung bezeichnet.

#### 6.1.5.1. Messung des Wertes $h_{21E}^*$ an in Schaltkreisen befindlichen Transistoren

Die Vorbereitung zur Messung geschieht gemäss Abschnitt 6.1.1. Der gemessene Transistor wird mit Hilfe der Leitungsstücke an die Klemmen 23 angeschlossen, die Taste 19 ( $I_B$  in Schaltkreisen) gedrückt. Die eigene Gleichstromversorgung des Schaltkreises mit dem gemessenen Transistor ist abgeschaltet. Bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) wird der geforderte Kollektorstrom (im Bereich gemäss Stellung des Umschalters 2) durch Einregelung des Basisstromes mit dem Potentiometer 4 eingestellt. Die Bereiche des Umschalters 1 und Potentiometers 4 sind in diesem Fall nicht verkoppelt. Die Ableseung des Basisstromes erfolgt nach dem Lösen der Taste 10 in einem der Stellung des Umschalters 1 entsprechenden Bereich. Die Ableseung des Verstärkungsfaktors  $h_{21E}$  wurde schon beschrieben. Für diesen Wert gelten dieselben Richtlinien wie für  $h_{21E}^*$ .

#### 6.1.6. Kurzschluss-Suche im System des Transistors

Ein Kurzschluss in der Kollektor-Emitterbahn des gemessenen Transistors ist so erkennbar, dass der Wert  $I_C$  auch bei geringen Kollektorspannungs-

werten  $U_{CE}$  (z. B.  $\leq 1$  V) grosse Werte  $I_C > 100$  mA auch dann erreicht, wenn sich der Bereichsumschalter  $I_B$  in Stellung  $1 \mu A$  und das Potentiometer zur Einstellung des Basisstromes  $I_B$  am linken Anschlag befinden. Würde mit  $U_{CE}$  ein Stromwert  $I_C < 100$  mA eingestellt, kann dieser nicht mehr bei fehlerhaftem Transistor durch Änderung des Basisstromes  $I_B$  geändert werden.

Ein Kurzschluss in der Basis-Emitterbahn des Transistors ist so erkennbar, dass der Arbeitspunkt  $U_C - I_C$  des Transistors nicht einstellbar ist und der Stromverstärkungswert  $h_{21e}$  nicht gemessen werden kann. Bei Änderung des Stromes  $I_B$  tritt keine Änderung des Kollektorstromes  $I_C$  ein.

Für den Kurzschluss an Dioden gilt das selbe, was für den Kurzschluss C - E.

## 6.2. Messung von Feldeffekttransistoren (FETs)

### 6.2.1. Vorbereitung zur Messung

Nach dem Einschalten des Gerätes mit der Taste 7 wird ca. 10 s abgewartet, bis sich der Ausschlag des Zeigerinstrumentes beruhigt. Nun wird mit der Taste 8 oder 9 die entsprechende Transistorpolarität gewählt (PNP bei der Messung von FETs mit P-Kanal, NPN bei FETs mit N-Kanal). Beide Potentiometer 3 und 4 werden zur Null eingestellt. Nun werden die Elektroden des gemessenen FETs am Kombinator richtig verschaltet (Gain zu C, Gate zu B, Source und Substrat zu E), wonach das gemessene Element in den Halter einzusetzen ist. Bei der höher beschriebenen Einstellung des Gerätes kann der FET mit kurzgeschlossenen Zuführungen in den Halter eingeführt und erst dann der Kurzschluss entfernt werden. Bei auch nicht kurzgeschlossenen Zuführungen des FETs wird bei dieser Geräteinstellung eine Beschädigung verhindert.

### 6.2.2. Messung der Restströme

6.2.2.1. Der Reststrom am Gate  $I_{CES}$  bewegt sich in der Grössenordnung von einigen pA und ist mit diesem Gerät nicht messbar.

### 6.2.2.2. Reststrom des Kollektors $I_{CES}$

Vorbereitung der Messung gemäss Abschnitt 6.2.1. Nach dem Drücken der Taste 18 ( $U_G$ ) muss das Zeigerinstrument 0 V anzeigen. Bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) wird mit dem Potentiometer 3 der geforderte Wert  $U_{CE}$  an der Skala 0 bis 30 V eingestellt. Die Taste 11 wird gelöst und die Taste 10 ( $I_C$ ) gedrückt. Das Zeigerinstrument zeigt nun den Reststrom  $I_{CES}$  in einem von der Umschalterstellung des Umschalters 2 bestimmten Bereich an. Die Mess-Schaltung für  $I_{CES}$  des FETs befindet sich auf Abb. 15.

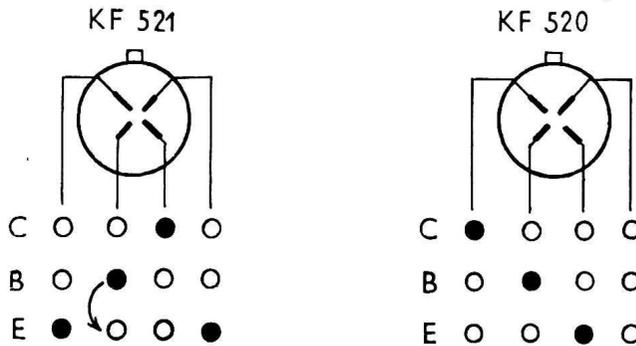


Abb. 16

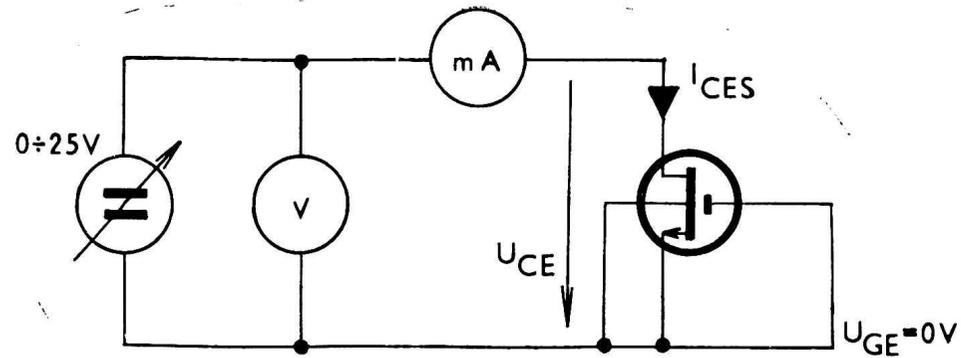


Abb. 15

### Bemerkung:

Da nach dem Abdrehen des Potentiometers 4 zur Null nicht immer ein Wert  $U_{GE} = 0$  V sich einstellen muss, werden Gate mit Emitter und Substrat mit den Stiften des Kombinars verbunden. Abb. 16.

### 6.2.2.3. Reststrom des Kollektors $I_{CEO}$ und Sperrspannung des Kollektors $U_{CEO}$

Vorbereitung zur Messung gemäss Punkt 6.2.1. Nach dem Drücken der Taste 18 ( $U_G$ ) wird mit der Taste 22 (POLARITÄT  $U_G$ ) die geforderte Vorspannungspolarität gewählt — in diesem Fall der Messung  $I_{CEO}$  muss sie sperren. Eine Ausnahme bilden hier FETs, in welchen kein leitender Kanal bei  $U_{CE} = 0$  entsteht, z. B. TESLA KF552. Der Stromwert  $I_{CEO}$  wird an diesen Typen üblich bei  $U_{GE} = 0$  V gemessen. Weiter folgt eine Einstellung des erforderlichen Spannungswertes  $U_G$  an der Skala 0 bis 30 V. Bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) wird weiter der geforderte Wert  $U_{CE}$  an der Skala 0 bis 30 V eingestellt. Nach dem Lösen der Taste 11 und Drücken der Taste 10 ( $I_C$ ) zeigt das Zeigerinstrument den Reststrom  $I_{CEO}$  in einem von der Stellung des Umschalters 2 bestimmten Bereich an. Soweit die Sperrspannung  $U_{CEO}$  geringer als 25 V ist, wird ihr Wert durch folgende Messung ermittelt:

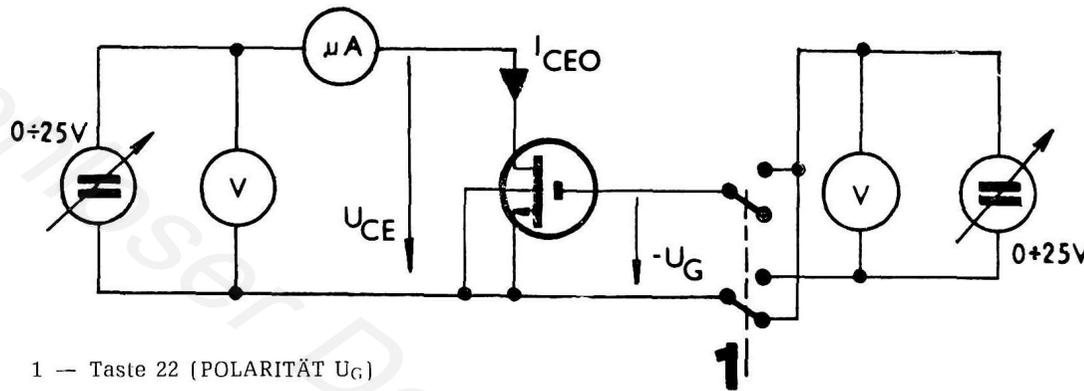


Abb. 17 1 — Taste 22 (POLARITÄT  $U_G$ )

Die Einstellung der Spannung  $U_G$  geschieht gleichzeitig wie bei der Messung  $I_{CEO}$ . Nun werden gleichzeitig die Tasten 16 ( $U_Z$ ), 18 ( $U_G$ ) gedrückt. Bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) geschieht mit dem Potentiometer 3 im Bereich des Umschalters 2 die Einstellung des geforderten Kollektorstromes  $I_C$ . Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Zeigerinstrument an der Skala 0 bis 30 V die Sperrspannung  $U_{CEO}$  an. Mess-Schaltung für  $I_{CEO}$  und  $U_{CEO}$  auf Abb. 17.

#### Definition:

$I_{CEO}$  ist der Reststrom bei gegebenen  $U_{CE}$  und  $U_{GE}$ . Z. B. für Typ KF520 ist  $I_{CEO} = 10 \mu A$ ; bei  $U_{CE} = 20 V$  und  $U_{GE} = -25 V$ .  $U_{CEO}$  ist die Kollektorspannung bei gegebenen  $I_C$  und  $U_{GE}$ . Z. B. für Typ KF521 ist  $U_{CEO} > 20 V$  bei  $I_C 10 \mu A$  und  $U_{GE} = -6 V$ .

#### 6.2.3. Messung der Schwellspannung $U_{GET}$ , fallweise Vermessung der Kennlinie $I_C = f(U_{GE})$

Vorbereitung zur Messung gemäss Punkt 6.2.1. Es wird die Taste 18 ( $U_G$ ) gedrückt und bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) wird der erforderliche Spannungswert  $U_{CE}$  eingestellt, bei welchem die Messung geschehen soll. Die Einstellung geschieht an der Skala 0 bis 30 V. Dann wird bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) der Vorspannungswert des FETs  $U_{GE}$  mit

dem Potentiometer 4 und die Polarität mit der Taste 22 so lange geändert, bis das Zeigerinstrument den geforderten Stromwert anzeigt (üblich  $10 \mu A$ ).

Die Änderung der Bereiche  $I_C$  erfolgt mit dem Umschalter 2. Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Zeigerinstrument den Schwellspannungswert  $U_{GET}$  des FETs an. Die Mess-Schaltung ist gleichartig wie bei der Messung  $I_{CEO}$ . Gleichartig wird auch die Kennlinie  $I_C = f(U_{GE})$  punktweise aufgenommen. Parameter ist die Spannung  $U_{CE}$ .

#### 6.2.4. Messung der Steilheit von FETs, $y_{21e}$

Die Steilheit  $y_{21e}$  wird als Verhältnis der Kollektorstromänderung  $I_C$  zur Spannungsänderung  $U_{GE}$  definiert, der zugehörige Ausdruck lautet:

$$y_{21e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{GE}} = \frac{i_C}{u_{GE}}$$

Die Messung geschieht bei kurzgeschlossenem Kollektor (oder an einem im Vergleich mit dem Ausgangswiderstand des FETs vernachlässigbar geringen Widerstand — in unserem Messfall an  $60 \Omega$ ). Die Messung verläuft mit einem Wechselspannungssignal im gegebenen Gleichstromarbeitspunkt  $U_{CE}$ ,  $I_{CE}$ . Hierbei ist erfüllt, dass  $u_{CE} \ll U_{CE}$  und  $i_{CE} \ll I_{CE}$  ist.

Vorbereitung der Messung gemäss Punkt 6.2.1. Nach dem Drücken der Taste 17 ( $y_{21e}$ ) wird der Arbeitspunkt folgend eingestellt: bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) wird die erforderliche Spannung  $U_{CE}$  und bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) der erforderliche Strom  $I_C$  eingestellt. Soll die Messung bei einem anderen Spannungswert  $U_{CE}$  als 0 V geschehen, wird die Taste 18 ( $U_G$ ) gedrückt und durch Betätigung der Taste 22 (POLARITÄT  $U_G$ ) und mit dem Potentiometer 4 die Spannung  $U_G$  eingestellt. Der Arbeitspunkt bleibt gleichwertig wie bei gedrückter Taste 17 ( $y_{21e}$ ), sowie der Taste 18 ( $U_G$ ). Somit ist ein beliebiger Übergang von der Messung des Kennwertes  $y_{21e}$  zu  $U_G$  und umgekehrt möglich. Nach dem Lösen der Taste 10 oder 11 (nach dem Drücken der Taste 17 ( $y_{21e}$ )) zeigt das Messinstrument die Steilheit des FETs  $y_{21e}$  an den linearen Skalen 0 bis 10, oder 0 bis 30 an. Die Bereichsumschaltung geschieht mit dem Umschalter 5. Die Mess-Schaltung für den Kennwert  $y_{21e}$  befindet sich auf Abb. 18.

#### Bemerkung:

Bei dieser Messung ist der Arbeitspunkt in Richtung der niedrigeren Werte begrenzt, der Stromwert  $I_C$  muss immer grösser als  $100 \mu A$  sein. Andernfalls entsteht in den Minimalwerten des Wechselstromes am Kollektor eine Sperrung des FETs und die Anzeige des Kennwertes  $y_{21e}$  wird mit einem Fehler belastet.

#### 6.2.5. Messung des Steilheitswertes an in Schaltkreisen befindlichen FETs

Der Messvorgang entspricht genau dem im Abschnitt 6.2.4. beschriebenen Verfahren, nur wird der im Schaltkreis befindliche FET mit Hilfe normaler, ungeschirmter Leiter an die Klemmen 23 angeschlossen. Mit Hinsicht zum sehr geringen Innenwiderstand der Erregungsspannungsquelle mit 50 Hz ( $0,3 \Omega$  bis  $10 \Omega$  je nach Bereich  $y_{21e}$ ) und dem geringen Widerstand des Stromwertmessers  $i_C$  ( $67,1 \Omega$ ) verursachen die an dem Elektroden

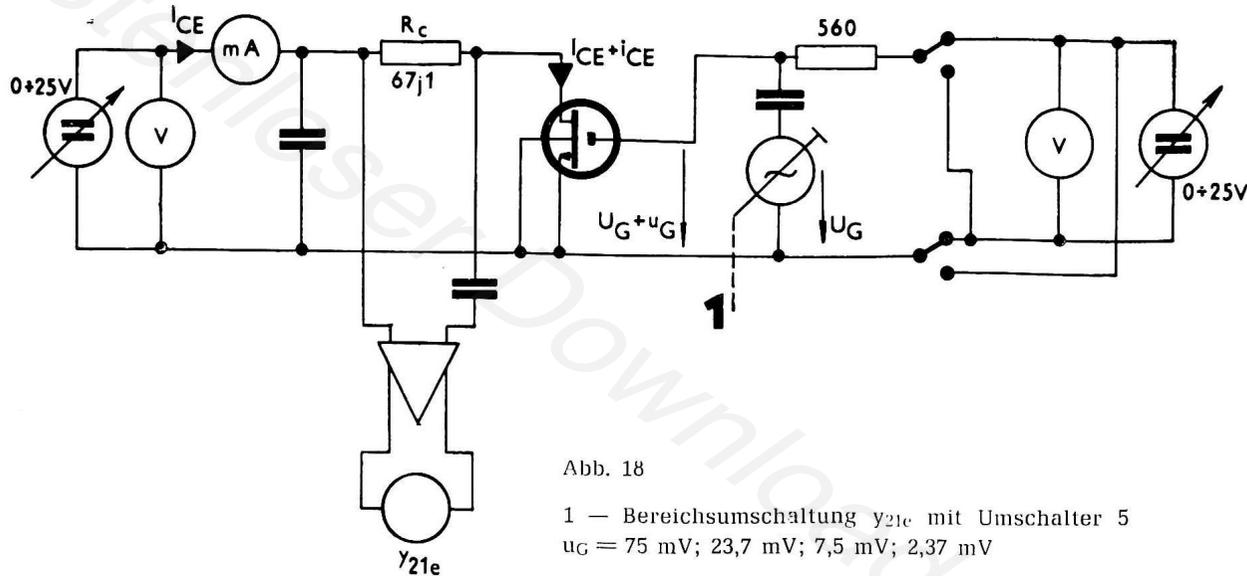


Abb. 18

1 — Bereichsumschaltung  $y_{21e}$  mit Umschalter 5  
 $u_G = 75 \text{ mV}; 23,7 \text{ mV}; 7,5 \text{ mV}; 2,37 \text{ mV}$

des FETs parallel liegenden Impedanzen keinen weiteren Fehler in der Anzeige des Kennwertes  $y_{21e}$ . Die Mess-Schaltung ist gleichartig wie auf Abb. 18. Aus den schon genannten Gründen können in die Zuführungen der Elektroden keine störenden Spannungen einstreuen.

Ein grösserer Fehler kann in der Einstellung des Arbeitspunktes entstehen, da ein Teil des Mess-Stromes  $I_C$  den gesamten, parallel zu den Elektroden des FETs liegenden Widerstand des Schaltkreises durchfliesst. Dieser Parallelstrom der Bahn C - E kann jedoch erfasst und nach Korrektur der richtige Arbeitspunkt eingestellt werden.

### 6.3. Messung von Dioden

#### 6.3.1. Vorbereitung zur Messung

Nach dem Einschalten des Gerätes mit der Taste 7 wird annähernd 10 s abgewartet, bis sich der Ausschlag des Zeigerinstrumentes beruhigt. Hiernach wird die Taste 8 (DIODEN, NPN) gedrückt. Das Potentiometer 3 kommt in Stellung „NULL“.

#### 6.3.2. Messung $U_{AK}$

$U_{AK}$  — Spannungswert zwischen Anode und Kathode in Durchlassrichtung

Vorbereitung zur Messung gemäss 6.3.1. Die Diode kommt in den Halter 21, mit der Anode zu +, mit der Kathode zu -. Es wird die Taste 15 ( $U_{AK}$ ,  $U_{CES}$ ) gedrückt. Die Einstellung des Diodenstromes  $I_{AK}$  geschieht bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) mit dem

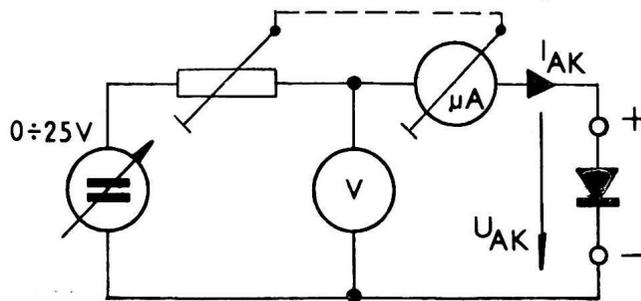


Abb. 19

Umschalter 2 und dem Potentiometer 3. Den Messbereich des Stromwertes  $I_{AK}$  bestimmt die Stellung des Umschalters 2. Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Messinstrument den Spannungsabfall  $U_{AK}$  im Bereich 1 V an. Die Mess-Schaltung für  $U_{AK}$  befindet sich auf Abb. 19.

Auf diese Art ist eine punktweise Aufnahme der V/A Kennlinie beliebiger Zweipole im Spannungsbereich bis zu 1 V möglich. Wenn erforderlich, kann ein weiteres Voltmeter von aussen an die mit C - E bezeichneten Klemmen 23 angeschlossen werden.

#### 6.3.3. Messung des Diodensperrstromes $I_{KA}$

Vorbereitung der Messung gemäss Abschnitt 6.3.1. Die Diode wird ihrer Bezeichnung gemäss in den Halter eingesetzt. Es werden die Tasten 9 (PNP) und 12 ( $I_{CEO}$ ) gedrückt. Die Einstellung der an der Diode  $U_{KA}$  befindlichen Spannung geschieht bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) mit dem Potentiometer 3 und die Ablesung des eingestellten Wertes erfolgt an der Skala 0 bis 30 V. Nach dem Lösen der Taste 11 zeigt das Messinstrument den Sperrstrom  $I_{KA}$  in dem von der Stellung des Umschalters 2 bestimmten Bereich an. Die Mess-Schaltung für  $I_{KA}$  befindet sich auf Abb. 20.

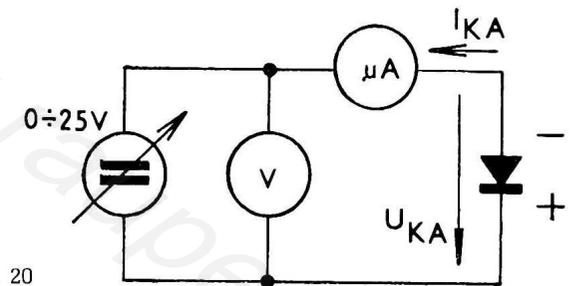


Abb. 20

#### 6.3.4. Messung der Zenerspannung $U_Z$ und Schaltspannung von Diacelementen $U_{BO}$

Vorbereitung der Messung gemäss Abschnitt 6.3.1. Die Zenerdiode wird in den Halter eingesetzt, mit

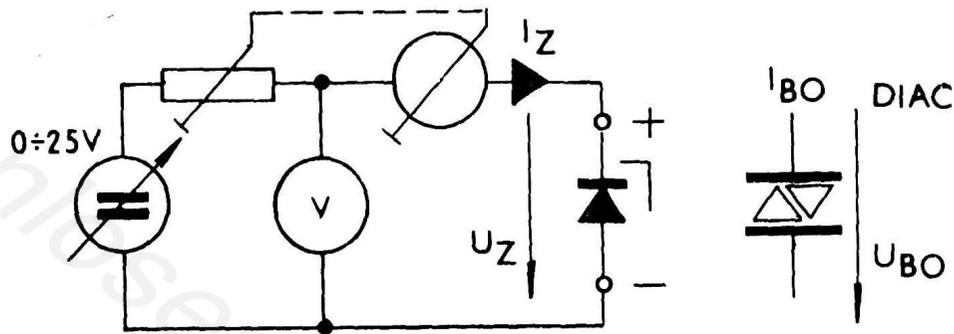


Abb. 21

Anode zu  $-$  und Kathode zu  $+$ . Es wird die Taste 16  $\{U_Z\}$  gedrückt. Die Einstellung des Diodenstromes  $I_Z$  geschieht bei gedrückter Taste 10  $\{I_C\}$  mit dem Umschalter 2 und Potentiometer 3. Den Messbereich des Stromes  $I_Z$  bestimmt die Stellung des Umschalters 2. Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Zeigerinstrument die Zenerspannung  $U_Z$  im Bereich 30 V an. Die Mess-Schaltung für  $U_Z$  befindet sich auf Abb. 21.

Gleichartig wird auch die Schaltspannung  $U_{BO}$  von Diacelementen gemessen. Nur wird bei dieser Messung mit dem Potentiometer 3 die Spannung von 0 V ab vorsichtig vergrößert und im Bereich 0 bis 30 V verfolgt, weiter geschieht die Ablesung des Wertes  $\Delta U$  und der Werte  $U_{BO1}$ , sowie  $U_{BO2}$ , des Stromes  $I_{BO}$ , damit der Wert  $U_{BO}$  gut erfasst werden kann.

#### 6.4. Messung von Thyristoren

##### 6.4.1. Vorbereitung zur Messung

Das Gerät wird mit der Taste 7 (NETZ) eingeschaltet und nach annähernd 10 s beruhigt sich der Ausschlag des Zeigerinstrumentes. Weiter erfolgt die Wahl der richtigen Polarität: bei Thyristoren PNPN wird die Taste 8 (NPN) gedrückt, bei Thyristoren NPNP die Taste 9 (PNP). Weiter wird geprüft, ob sich die Taste 22 (POLARITÄT  $U_C$ ) in ihrer Ruhestellung, d. h. in nichtgedrückter Stellung

befindet. Die Potentiometer 3 und 4 kommen in ihre Nullstellung. Am Kombinator geschieht nun die Durchschaltung der Thyristorelektroden: Kathode an E, Steuerelektrode an B, Anode an C. Dann wird der Thyristor in den Halte- eingesetzt. (Halte 20).

##### 6.4.2. Messung des Reststromes in Durchlassrichtung $I_{FD}$

Vorbereitung zur Messung gemäß Punkt 6.4.1. Zur Messung des Reststromwertes  $I_{FD}$  wird zuerst die Taste 12  $\{I_{CEO}\}$  gedrückt. Bei gedrückter Taste 11  $\{U_{CE}\}$  wird mit dem Potentiometer 3 im Bereich 30 V die geforderte Spannung  $U_{FD}$  eingestellt. Nach dem Lösen der Taste 11 zeigt das Zeigerinstrument den Reststrom in Durchlassrichtung  $I_{FD}$  im Messbereich der Stellung des Umschalters 2 an.

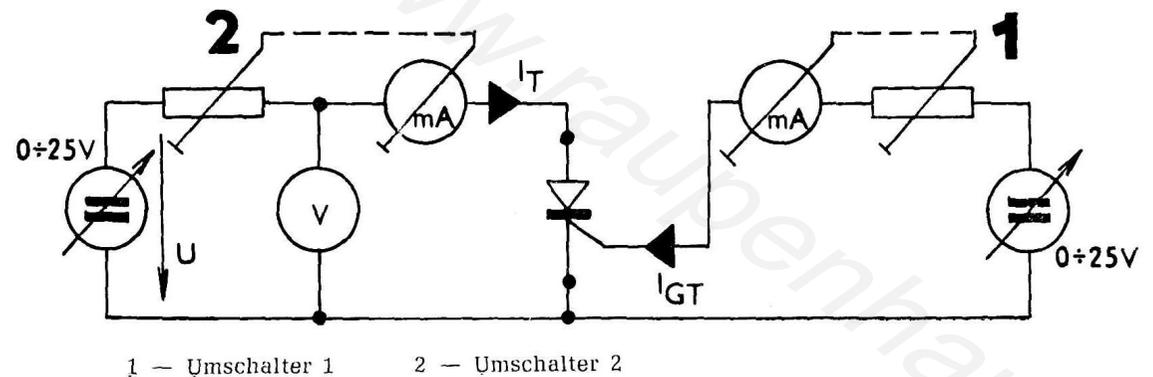


Abb. 22

1 — Umschalter 1      2 — Umschalter 2

##### 6.4.3. Messung des Reststromes in Sperrichtung $I_R$

Der Vorgang verläuft gleichartig wie in Punkt 6.4.2., nur wird die andere aus dem Tastenpaar 8-9, als in der Messung gemäß Punkt 6.4.2. beschrieben wurde, gedrückt. Hierdurch wird die Spannungspolarität am gemessenen Thyristor umgekehrt. Die erforderliche Bedingung  $U_{GE} = 0$  V kann vollkommen durch Verwendung des Kombinars erfüllt werden. Verläuft die Messung des Wertes  $I_R$  mit der Bedingung  $R = 1$  k $\Omega$  zwischen G-E, geschieht die Messung unter Anschluss des Widerstandes R an die Buchsen 23 B und E mit herausgezogenem Stift B am Kombinator.

##### 6.4.4. Schaltstrom $I_{GT}$ der Steuerelektrode

Vorbereitung der Messung gemäß Punkt 6.4.1. Es werden gleichzeitig die Tasten 13  $\{I_B\}$  und 16  $\{U_Z\}$  gedrückt. Der Umschalter 2 kommt in Stellung 100 mA, das Potentiometer 3 dient bei gedrückter Taste 11  $\{U_{CE}\}$  zur Einstellung der gegebenen Spannung  $U_{FD}$  (üblich 10 V). Hiernach wird bei gedrückter Taste 10  $\{I_C\}$  schrittweise mit dem Umschalter 1 und dem Potentiometer 4 der Strom der Steuerelektrode soweit erhöht, bis der Anodenstrom erscheint. Dann wird die Taste 10 gelöst und je nach Stellung des Umschalters 1 der Schaltstrom  $I_{GT}$  abgelesen. Die Mess-Schaltung für  $I_{GT}$  befindet sich auf Abb. 22.

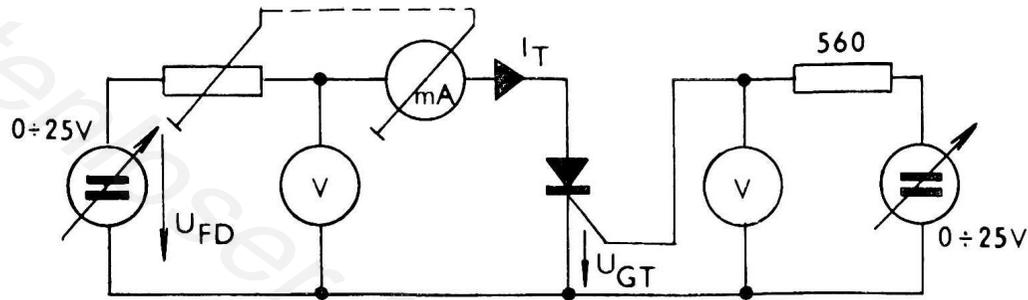


Abb. 23

#### 6.4.5. Schaltspannung $U_{GT}$ der Steuerelektrode $U_{GT}$

Die Messung der Schaltspannung  $U_{GT}$  gestaltet sich schwieriger, da sie sich im Wertbereich von ca. 0 bis 3 V bewegt und der mit dem Potentiometer 4 einstellbare Spannungsbereich 30 V beträgt. Die Ablesung ist im Bereich 1 V oder 30 V möglich, fallweise kann hierzu ein äusseres Voltmeter verwendet werden, welches an die Buchsen 23 zwischen B und E angeschlossen wird.

Vorbereitung zur Messung gemäss Punkt 6.4.1. Bei Ablesung im Bereich 30 V werden gleichzeitig die Tasten 16 ( $U_Z$ ) und 18 ( $U_G$ ), bei Ablesung im Bereich 1 V die Tasten 15 ( $U_{CES}$ ) und 18 ( $U_G$ ) gedrückt. Der Umschalter 2 kommt in Stellung 100 mA und bei gedrückter Taste 11 ( $U_{CE}$ ) wird mit dem Potentiometer 3 der erforderliche Spannungswert  $U_{FD}$  (üblich 10 V) eingestellt. Hiernach wird bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) schrittweise die Spannung an der Steuerelektrode soweit erhöht, bis der Anodenstrom erscheint.

Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Zeigerinstrument die an der Steuerelektrode befindliche Schaltspannung  $U_{GT}$  im Bereich 1 V oder 30 V an. Die Mess-Schaltung für  $U_{GT}$  befindet sich auf Abb. 23.

#### 6.4.6. Der Mindesthaltestrom $I_H$

Vorbereitung der Messung gemäss Punkt 6.4.1. Es werden die Tasten 13 ( $I_B$ ) und 16 ( $U_Z$ ) gedrückt,

der Umschalter 2 kommt in Stellung 100 mA und das Potentiometer 3 wird annähernd zur Marke 10 V eingestellt. Durch Vergrösserung des Steuerelektrodenstromes mit dem Umschalter 1 und dem Potentiometer 4 wird der Thyristor in leitenden Zustand versetzt (Kontrolle bei gedrückter 10 —  $I_C$ ). Dann wird mit den gleichen Elementen (wird umgekehrte Polarität gewünscht, auch mit der Taste 22) der erforderliche Strom der Steuerelektrode  $I_G$  eingestellt. Zuletzt wird bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) mit dem Umschalter 2 und dem Potentiometer 3 schrittweise der Anodenstrom verringert und hierbei verfolgt, bei welchem Stromwert ein jäher Abfall zur Null entsteht. Der vor dem Abfall abgelesene Stromwert ist der Haltestrom  $I_H$ , bei einem gegebenen Stromwert der Steuerelektrode. Die Mess-Schaltung für  $I_H$  (Mindesthaltestrom) befindet sich auf Abb. 22.

#### 6.4.7. Spannungsabfall $U_T$ in Durchlassrichtung $U_T$

Vorbereitung der Messung gemäss Punkt 6.4.1. Es wird die Taste 15 ( $U_{CES}$ ) gedrückt, der Umschalter 2 in Stellung 100 mA gebracht und mit dem Potentiometer 3 wird ca. 10 V Spannung bei der gedrückten Taste  $U_{CE}$  eingestellt. Nun wird mit dem Umschalter 1 und dem Potentiometer 4 der Thyristor in leitenden Zustand gebracht. Der Zeiger des Messinstrumentes fällt nun von einem grösseren Wert als der Vollausschlag in den Messbereich zurück. Bei gedrückter Taste 10 ( $I_C$ ) wird mit dem

Umschalter 2 und dem Potentiometer 3 der erforderliche Thyristorstrom  $I_T$  eingestellt. Nach dem Lösen der Taste 10 zeigt das Messinstrument im Bereich 1 V den Spannungsabfall  $U_T$  am Thyristor an. Wird die Taste 16 ( $U_Z$ ) gedrückt, geschieht die Messung des Spannungsabfalls im 30 V Bereich. Die Mess-Schaltung ist gleichartig wie die in Abb. 22 gezeigte Mess-Schaltung.

### 6.5. Messung von Triaclementen

Diese Messung verläuft gleichartig wie die Kennwertmessung an Thyristoren. Die Messung geschieht mit beiden Polaritäten der Spannungsquelle  $U_{CE}$ , d. h. bei gedrückter Taste 8 oder 9.

## 7. BESCHREIBUNG DER MECHANISCHEN GERÄTKONSTRUKTION

Das Gerät wurde in ein typisiertes Gehäuse eingebaut. Alle elektronischen Teile befinden sich zusammen mit dem Stromversorgerteil auf einer gedruckten Schaltplatine. Diese liegt auf zwei Querträgerwinkeln. Alle Regelorgane wurden an der vorderen Frontplatte angeordnet.

## 8. DIE AUSFÜHRLICHE SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

### 8.1. Die Kollektorspannungsquelle

Aus der am Netztransformator befindlichen Wicklung 4 - 5 wird eine Wechselfspannung mit 23 V abgenommen und einem aus den Dioden D4 bis D7 bestehenden Grätzgleichrichter zugeführt. Die Ausgangsspannung des Gleichrichters filtern die Kondensatoren C3, C4 und die nun gezlätete Gleichspannung gelangt zum Potentiometer R24. Der Kondensator C5 schliesst wechselstrommässig den Kol-

lektor des gemessenen Elementes an die Geratmasse an. Von ihm führt die Spannung über den Polaritatsumschalter ins Gerät.

### 8.2. Die Basisspannungsquelle

Diese Spannungsquelle ist gleichartig geschaltet, enthält jedoch weiter zur Stabilisierung zwei Zenerdioden D2 und D3, sowie einen Widerstand R1. Der zweite Polaritatensummschalter (erster Umschalter für PNP - NPN) ist für die Messung von Feldeffekttransistoren mit Sperrvorspannung für Gate bestimmt, oder dient weiter zur Messung des Reststromes  $I_{CEU}$  an Transistoren. Der Widerstand R26 trennt den Stromversorger vom Zufuhrungspunkt der Erregungswechselspannung (welche über die Kondensatoren C18 und C19 zugeführt wird).

### 8.3. Stabilisierte Wechselspannungsquelle zur Erregung der gemessenen Elemente

Diese Wechselspannungsquelle ist als zweiseitiger Amplitudenbegrenzer mit den Zenerdioden D8, D9 und dem Widerstand R4 geschaltet. Weiter folgt ein Filter zur teilweisen Beseitigung der Oberwellen des begrenzten Signals und dieses besteht aus dem Widerstand R7, sowie den Kondensatoren C6, C7. Bei der Messung des Stromverstärkungsfaktors  $h_{21e}$  wird in jedem Bereich  $I_B$  ein konstanter Erregungspegel geliefert, welcher sich dekadisch nur durch Einstellung des Arbeitspunktes mit dem Umschalter P3.2 ändert. In allen Bereichen des Basisstromes  $I_B$  ist das Wechselstromerregungssignal  $i_b$  annähernd  $10\times$  geringer als  $I_B$ . Bei Umschaltung des Bereiches  $h_{21e}$  (100 - 300 - 1000 - 3000) ändert sich auch die Empfindlichkeit des Messverstärkers. Der Spannungspegel im Punkt 22 (ca. 1,65 V  $\sim$ ) ist mit dem Trimpotentiometer R8 einstellbar. Bei der Messung des Kennwertes  $y_{21e}$  bleibt der Verstärkungsfaktor des Messverstärkers im Gerät konstant und es wird der Erregungspegel mit dem

Umschalter P1.1 — Teiler R27 bis R30 geändert. Das Trimpotentiometer R9 dient zur Einstellung des Wechselspannungswertes im Punkt 21 (75 mV  $\sim$ ).

### 8.4. Der Kollektorkreis

Die Versorgungsspannung kommt über den Polaritatsumschalter NPN - PNP an eine Widerstandsdekade R40 bis R45, welche normal über die Kontakte 7 - 8 der Tasten  $U_{CES}$  und  $U_Z$  kurzgeschlossen ist. Nach Wahl einer dieser Betriebsarten gestatten die Widerstände R40 bis R45 eine Stromregelung an der Klemme C (wobei der hier angeschlossene Widerstand gering und bis zum Kurzschlusswert sein kann) mit dem Potentiometer R24. Von hier führt die Stromversorgung über eine weitere Widerstandsdekade R46 bis R50, welche mechanisch mit dem Umschalter  $I_B$  verkoppelt ist. Diese dient bei der Messung des Kennwertes  $h_{21e}$  zur Herstellung eines Spannungsabfalles, welcher dem Kollektorwechselstrom proportional ist. Die Elektrolytkondensatoren C23, C24 trennen den Gleichspannungsanteil vom Messverstärker und der Widerstand R51 schliesst den Gleichstromkreis am Eingang des Messverstärkers. Bei der Messung des Kennwertes  $y_{21e}$  wird stets ein Teil der Dekade R46 bis R49 verwendet und diese mit den Kontakten 4b - 5b - 6b der Taste  $y_{21e}$  umgeschaltet. Bei der Messung der Kennwerte  $U_{CES}$  und  $U_Z$  ist die gesamte Dekade über die Kontakte 8 - 9 (Tasten  $U_{CES}$  und  $U_Z$ ) kurzgeschlossen. Von hier führt die Kollektorspeisung zur Strommessdekade  $I_C$  R58 - R63 und weiter zum Kombinator der Anschlussverschaltung und zur Klemme C. Die Dekade ist (gleichartig wie alle übrigen Dekaden) so geschaltet, dass sie nicht vom ubergangswiderstand der Umschalterkontakte schädlich beeinflusst wird. Die Dekaden befinden sich deshalb am Eingang des Messverstärkers, dessen Eingangswiderstand sich in der Grössenordnung von einigen Hundert  $k\Omega$  bewegt.

### 8.5. Der Basiskreis

Die Speisespannung kommt von den Umschaltern NPN - PNP und POLARITÄT  $U_G$  über den Trennwiderstand R26 (für den Wechselspannungsanteil) zur Widerstandsdekade R34 bis R39, welche den Einstellbereich des Stromwertes  $I_B$  bestimmt. Diese Widerstandsdekade ist bei Messungen von Feldeffekttransistoren mit den Tasten  $U_G$  und  $y_{21e}$  über ihre Kontakte 8 - 9 kurzgeschlossen. Weiter führt der Speisestrom der Basis zu einer Gleichstrommessdekade mit den Widerständen R53 bis R57 und von hier zum Kombinator an die Klemme B. Bei der Messung des Kennwertes  $I_{CEO}$  wird diese Stromleitung von den Kontakten 7 - 8 an der Taste  $I_{CEO}$  unterbrochen.

Bei der Messung des Kennwertes  $h_{21e}$  führt das Signal vom Punkt 22 über die an der Taste  $h_{21e}$  befindlichen Kontakte 8b - 9b und über die Kondensatoren C18 und C19 an einen der Dekadenwiderstande R34 bis R39 und weiter zur Basis des gemessenen Transistors.

Bei der Messung des Kennwertes  $y_{21e}$  führt das Wechselspannungssignal vom Punkt 21 zum Teiler R27 bis R30 (Bereichsumschalter 1 - 3 - 10 - 30 mA/V) und über den an der Taste  $y_{21e}$  befindlichen Kontakt 8a - 9a und 7b - 8b an der Taste  $h_{21e}$  direkt (über den geringen Dekadenwiderstand R53 bis R57) zur Basis des gemessenen Feldeffekttransistors.

### 8.6. Der Messverstärker

Die Speisung des Messverstärkers geschieht aus einem mit den Zenerdioden D12 und D13 stabilisierten Stromversorger und mit  $\pm 12,5$  V. Die hierfür zugehörige Wicklung am Netztransformator ist von den übrigen Wicklungen abgeschirmt, da der gesamte Verstärkerkreis bei Strommessungen „schwimmend“ von der Geratmasse getrennt ist. Die Kondensatoren C10 - C13, sowie C15 und die Kombination C16 - R21 sind zur Stabilisierung der Verstarkerfunktion bestimmt. Die Dioden D18, D19

und D20, sowie der Kondensator C17 schützen den Messverstärker und das Zeigerinstrument vor Überlastung und Spannungsspitzen während der Funktionsumschaltung. Die Widerstände (in Reihenfolge von der nichtgeerdeten Verstärkermasse aufgezählt) R19 - R31 - R32 - R33 - R22 bilden einen den Verstärkungsfaktor bestimmenden Gegenkopplungsteiler. Der zwischen den Punkten 29 und 31 liegende Eingang des Messverstärkers ist an eine Reihe von Umschalterkontakten angeschlossen (1, 2, 3 an allen Funktionstasten), welche ihn an die einzelnen Messdekaden, oder den Spannungsmessteiler mit den Widerständen R65, R52, fallweise im Bereich 1 V R64 anschliessen.

## 9. HINWEISE ZUR WARTUNG DES GERÄTES

Das Transistorenprüfgerät TESLA BM 529N ist ein Servisegerät und so aufgebaut, dass es für keine Betriebsweise empfindlich ist. Im Gerät befinden sich Schutzschaltungen für die Messkreise und das Zeigerinstrument, welche sie gegen eventuelle Überlastung schützen. Jede beliebige Betätigungskombination der Tasten ist möglich und führt zu keiner Beschädigung des Gerätes. Der grössten Beanspruchung sind ausgesetzt der an der Frontplatte befindliche Transistorenhalter (ČS Patent 13 2426), die Drucktasten und die Umschalter. Alle diese Teile sind leicht zugänglich und nach Abnahme des Gerätgehäuses und der Frontplatte auszubauen. Nach Abnahme des Gerätgehäuses sind auch alle Messpunkte gut erreichbar. Ein fallweiser Funktionsfehler dieser Teile ist durch unzuverlässige Kontakte erkennbar und dies erscheint am eingebauten Zeigerinstrument als schwankender Ausschlag des eingestellten Wertes (hierbei muss jedoch ausgeschlossen sein, dass der schwankende Ausschlag einen anderen Ursprung hat, z. B. im gemessenen Element).

Die Justierung und Reinigung der Kontakte geschieht auf geläufige Art durch Einstellung und Reinigung.

## 10. HINWEISE FÜR INSTANDSETZUNGSARBEITEN

Bei Instandsetzungs- oder Wartungsarbeiten nach Entfernung der Gerätdeckel müssen alle einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Massnahmen für Arbeiten an Geräten mit Hochspannung beachtet werden. Funktioniert das Gerät unzuverlässig, oder liefert es unrichtige Messresultate, erfolgt zuerst eine Funktionskontrolle der Kreise und Regelorgane zur Einstellung des Gleichstromarbeitspunktes am gemessenen Element ( $U_C$ ,  $I_C$ ). Diese Kontrolle geschieht bestens mit einem Avometer gemäss folgender Beschreibung.

### 10.1. Einstellung $U_{CE}$ nicht möglich

Der Knopf  $U_{CE}$  (3) wird von Null bis zum Höchstwert  $U_{CE}$  gedreht. Das gemäss Abb. 24 angeschlossene Voltmeter muss einen Spannungswert von 0 bis 25 V min. anzeigen. Zeigt das Voltmeter, dass keine Spannung vorhanden ist, wird weiter geprüft:

- ob die Kombinatorstifte guten Kontakt haben
- ob sich am Eingang des Kombiators, welcher mit den Buchsen C, B, E (23) an der Frontplatte verbunden ist, zwischen den Punkten C und E eine Spannung befindet
- ob der Schaltkreis des Netzgleichrichters für  $U_{CE}$ , besonders seine Elemente in Ordnung sind (Dioden D4 - D7, Kondensatoren C3, C4, C5). Weiter wird geprüft, ob das Potentiometer R24, an dessen Schleifer sich die Gleichspannung  $U_{CE}$  im Bereich von ca. 0,2 V bis 25 V min. einstellen muss, einwandfrei ist.

Gleichzeitig wird geprüft, ob nach dem Drücken der Taste  $U_{CE}$  das im Gerät BM 529N eingebaute Zeigerinstrument dieselbe Spannung wie das angeschlossene Voltmeter anzeigt. Der volle Ausschlag am Zeigerinstrument im BM 529N soll hierbei  $\geq 25$  V sein. Schlägt das externe Voltmeter aus, das Zeigerinstrument im BM 529N jedoch nicht, wird geprüft, ob nach dem Drücken der Taste  $U_{CE}$  auch

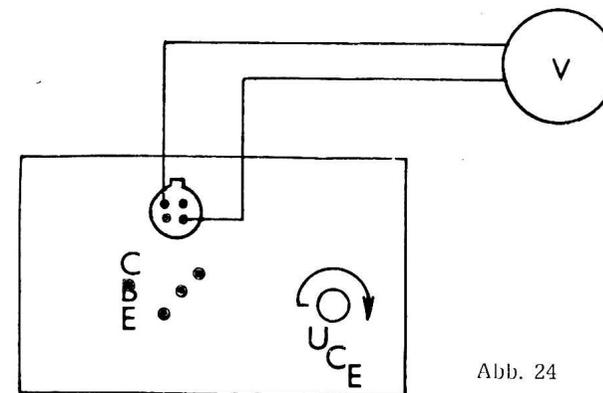


Abb. 24

die Gleichspannung  $U_{CE}$  über die Widerstände R64, R65, R52 an den Eingang des Messverstärkers gelangt, d. h. sich in den Punkten 29 - 31 der Messverstärkerplatte befindet. Die weitere Messung geschieht in den Punkten 5a der Taste  $I_B$ , dem Kreis 5a der Taste  $U_C$  und hier wird geprüft, ob nach dem Drücken der Taste  $U_{CE}$  die Elektrode 3 am Messverstärker (MAA 502) mit dem Punkt 4a an der Taste  $U_{CES}$  verbunden ist. Weiter wird die Speisespannung des Messverstärkers  $+U$  und  $-U$  gemessen und ist sie in Ordnung, erfolgt ein Austausch des Messverstärker- IS Elementes gegen ein neues. Kann dann noch der Fehler nicht beseitigt werden, muss das Gerät zur Instandsetzung ins Herstellerwerk eingesandt werden.

### 10.2. Einstellung $I_C$ nicht möglich

Voraussetzung ist, dass die Funktion  $U_{CE}$  richtig verläuft. Kontrolle des Messverstärkers als Gleichstrom-mA-Meter. Bei dieser Kontrolle werden zuerst die Tasten  $U_Z$  und  $I_{CEO}$  gedrückt, in den Halter zwischen C - E das Voltmeter, oder digitales Voltmeter NR50 gemäss Abb. 25 geschaltet und dann die Bereiche  $I_C$  umgeschaltet. Am Gerät BM 529N wird mit dem Potentiometer  $U_{CE}$  Vollauss-

schlag eingestellt und der entsprechende Wert am angeschlossenen Voltmeter abgelesen

Bereich $I_C$	Anzeige am BM 529N	Anzeige am Avomet	Anzeige am NR 50
$1 \mu A$	$1 \mu A$		$1 \mu A \pm 3\%$
$10 \mu A$	$10 \mu A$		$10 \mu A \pm 3\%$
$100 \mu A$	$100 \mu A$	$100 \mu A \pm 3\%$	$100 \mu A \pm 3\%$
$1 mA$	$1 mA$	$1 mA \pm 3\%$	$1 mA \pm 3\%$
$10 mA$	$10 mA$	$10 mA \pm 3\%$	$10 mA \pm 3\%$
$100 mA$	$100 mA$	$100 mA \pm 3\%$	$100 mA \pm 3\%$

Zeigt das Avometer Strom an, das Instrument im BM 529N jedoch Null oder unrichtigen Wert, befindet sich der Fehler in den Umschaltertasten, den Umschaltern oder im Messverstärker. Mit Hilfe des Stromlaufplans wird die Verschaltung der Umschaltertasten, sowie die Übereinstimmung der Widerstandswerte zur Abnahme des Stromwertes  $I_C$  (R58 bis R63) geprüft. Sind Schaltung und Widerstandswerte in Ordnung, wird der IS des Messverstärkers MAA 502 ausgetauscht. Nach Austausch des IS MAA 502 muss eine erneute Nulleinregelung geschehen. Wenn auch dann noch das Gerät fehlerhafte Funktion aufweist, wird es zur Instandsetzung zum Herstellerwerk eingeschickt.

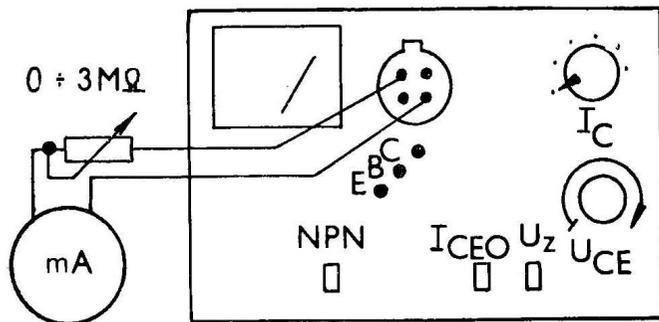


Abb. 25

### 10.3. Einstellung $I_B$ oder $U_G$ nicht möglich

Ist die Einstellung der Werte  $I_C$  und  $U_{CE}$  auf schon beschriebene Art möglich und ist trotzdem nach dem Einsetzen eines einwandfreien Transistors die Einstellung des Kollektorstromes  $I_C$  nicht möglich, wird zuerst die richtige Funktion der Versorgungsquelle für  $I_B$  ( $U_G$ ) überprüft. Der Vorgang ist gleichartig wie bei der Kontrolle  $U_{CE}$ ,  $I_C$ .

Ist nur die Taste NPN gedrückt, muss das Zeigerinstrument im Gerät BM 529N auf Null zeigen.

Bereich  $I_B$  in Stellung 10 mA.

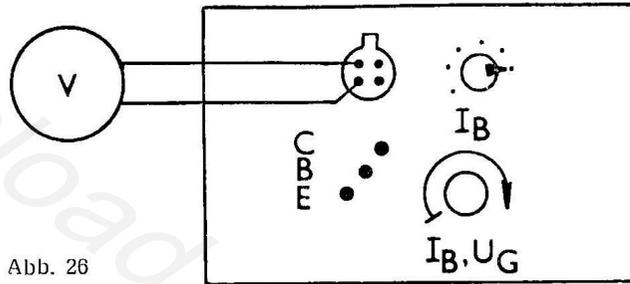


Abb. 26

Das Voltmeter wird zwischen die Klemmen E - B, gemäß Abb. 26 geschaltet. Der Knopf 4 wird von Null bis zum Höchstwert gedreht und das Voltmeter muss Null bis 25 V min. anzeigen. Zeigt das Voltmeter, dass keine Spannung vorhanden ist, folgt eine weitere Kontrolle:

- ob der Stiftkontakt im Kombinator in Ordnung ist
- ob sich am Eingang des Kombinator, welcher mit den Klemmen B - E an der Frontplatte verbunden ist, eine Spannung zwischen B - E befindet
- ob die Schaltung der Versorgungsquelle  $I_B$  ( $U_G$ ) in Ordnung ist.

Gleichzeitig wird geprüft, ob nach dem Drücken der Taste  $U_G$  die Ausschläge des Zeigerinstrumentes im Gerät BM 529N und des externen Voltmeters übereinstimmen.

Ist die Funktion gemäß Punkte a), b) und c) einwandfrei, wird an die Klemmen B - E ein mA-Meter (Avometer oder NR50) angeschlossen, die Taste  $I_B$  (13) gedrückt, der Bereichswert  $I_B$  durch Umschaltung geändert und der Vollausschlag  $I_B$  am Zeigerinstrument im BM 529N geprüft. Die Prüfschaltung hierzu befindet sich auf Abb. 27. Die Kontrolle des Stromwertes  $I_B$  ist mit Einsatz des Avometers erst ab  $100 \mu A$  möglich. Für die niedrigeren Stromwerte eignet sich das Digitalvoltmeter NR50. Die Anzeigen des Avometers, Digitalvoltmeters NR50 und Zeigerinstrumentes im BM 529N sollten sich um nicht mehr als  $\pm 3\%$  unterscheiden.

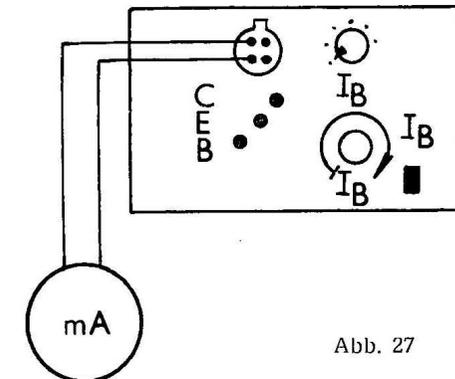


Abb. 27

Bereich $I_B$	Anzeige am BM 529N	Anzeige am NR 50	Anzeige am Avometer
$10 mA$	$10 mA$	$10 mA \pm 3\%$	$10 mA \pm 3\%$
$1 mA$	$1 mA$	$1 mA \pm 3\%$	$1 mA \pm 3\%$
$100 \mu A$	$100 \mu A$	$100 \mu A \pm 3\%$	$100 \mu A \pm 3\%$
$10 \mu A$	$10 \mu A$	$10 \mu A \pm 3\%$	
$1 \mu A$	$1 \mu A$	$1 \mu A \pm 3\%$	

Zeigt das externe mA-Meter einen Strom an und bleibt hierbei das Instrument im BM 529N ohne Ausschlag, befindet sich der Fehler in den Umschaltertasten, Umschaltern oder im Messverstärker. Kontrolle der Umschaltertasten gemäß Strom-

laufplan. Sind Schaltung und Bauteile in Ordnung, wird der IS MAA 502 im Messverstärker ausgetauscht.

Könnte durch diese hier beschriebenen Massnahmen nicht der Fehler beseitigt werden, wird das Gerät zur Instandsetzung dem Herstellerwerk übergeben.

#### 10.4. $h_{21e}$ nicht messbar

Einstellung der Werte  $U_{CE}$ ,  $I_C$ ,  $I_B$  und Messung des Kennwertes  $h_{21E}$  (Gleichstromverstärkung) ist möglich, jedoch in Funktion  $h_{21e}$  zeigt das Instrument im BM 529N keinen Ausschlag. In diesem Fall wird zuerst geprüft, ob sich an der Klemme B des Halters das 50 Hz Wechselspannungs-Erregungssignal befindet, wozu jedoch die Taste  $h_{21e}$  gedrückt sein muss. Befindet sich an der Klemme B-E kein Wechselspannungssignal, wird geprüft, ob sich dieses Signal im Punkt 9b an der Taste  $h_{21e}$  befindet, weiter ob es noch zwischen R26 und C18 kommt. Es erfolgt auch eine Kontrolle, ob

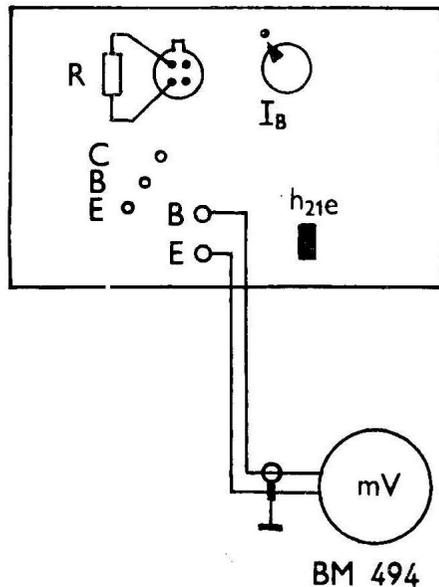


Abb. 28

dieses Signal zwischen den Punkten 22 - 23 an der gedruckten Schaltplatte ist. Diese Spannung wird zwischen B - E mit Hilfe eines NF Millivoltmeters, z. B. TESLA BM 494 gemessen.

Eine weitere Kontrolle betrifft den zur Basis fließenden Wechselstrom  $i_B$ . Für diese Kontrolle gilt die auf Abb. 28 befindliche Zeichnung.

Gemäss Schaltung auf Abb. 28 und bei gedrückter Taste  $h_{21e}$  soll mit dem Millivoltmeter am Widerstand R folgender Spannungswert  $u \sim$  stehen:

Bereich $I_B$	R	$u \sim$ (50 Hz)	$i_B$
10 mA	100 $\Omega$	79 mV $\pm 5\%$	790 $\mu A$
1 mA	100 $\Omega$	7,5 mV $\pm 5\%$	75 $\mu A$
100 $\mu A$	100 $\Omega$	750 $\mu V \pm 5\%$	7,5 $\mu A$
10 $\mu A$	1 k $\Omega$	750 $\mu V \pm 5\%$	750 $\mu A$
1 $\mu A$	10 k $\Omega$	750 $\mu V \pm 5\%$	75 $\mu A$

Befindet sich an der Klemme B ein Wechselspannungssignal und zeigt das Gerät bei der Messung  $h_{21e}$  trotzdem keinen Ausschlag, erfolgt eine Kontrolle, ob das Zeigerinstrument im Gerät BM 529N bei der Kennwertmessung  $h_{21e}$  überhaupt auf Wechselstrom zwischen den Klemmen C - E reagiert. Diese Prüfung geschieht gemäss Schaltung auf Abb. 29.

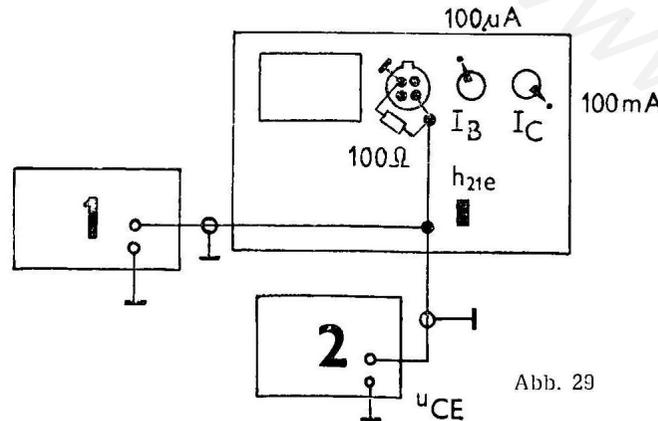


Abb. 29

- 1 — RC Generator 50 Hz  
2 — NF Millivoltmeter BM 494

Gemäss Schaltung auf Abb. 29 und bei gedrückter Taste  $h_{21e}$  und im Bereich  $h_{21e} = 100$ , sowie für Vollausschlag des Zeigerinstrumentes  $u_{CE}$  soll messbar sein:

Bereich $I_B$	Bereich $I_C$	$u_{CE}$
100 $\mu A$	100 mA	6,3 mV <sub>eff</sub>

Befindet sich im Kreis B - E ein Wechselstrom, reagiert der Kollektorkreis auf Wechselstrom (jedoch unrichtig), befindet sich der Fehler in den Tastenumschaltern oder in den Widerstandsteilern. Kontrolle gemäss Stromlaufplan, fallweise Austausch des IS MAA 502 im Messverstärker oder des fehlerhaften Widerstandes. Bleibt auch dann noch eine befriedigende Funktion des Gerätes aus, wird es dem Herstellerwerk zur Instandsetzung übergeben.

#### 10.5. $y_{21e}$ an FETs nicht messbar

Der Gleichstromarbeitspunkt  $U_{CE}$ ,  $I_C$  kann nicht eingestellt werden (siehe Punkt 10.1; 10.2). Kontrolle, ob sich zwischen G - E des FETs eine Wechselspannung befindet. Das Millivoltmeter BM 494 wird an die Klemmen B - E angeschlossen. Potentiometer  $U_G$  zu Null, hiernach wird die Taste  $y_{21e}$  gedrückt. Umschalter  $y_{21e}$  in Stellung 1 mS. Mit dem Potentiometer R9 werden an B - E 75 mV eingestellt. In allen übrigen Stellungen  $y_{21e}$  soll dann messbar sein:

Bereich $y_{21e}$	$U_{CE}$
1 mS	75 mV
3 mS	23,7 mV
10 mS	7,5 mV
30 mS	2,37 mV

Die Mess-Schaltung hierfür befindet sich auf Abb. 30.

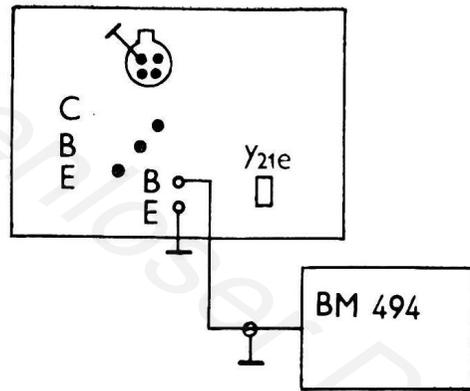


Abb. 30

Die Kontrolle des Kollektorkreises geschieht gemäss Abschnitt 10.4.

### 10.6. In Schaltkreisen befindliche Transistoren sind nicht messbar

Es wird die Taste  $I_B$  „in Schaltkreisen“ gedrückt, (19). Dann muss an den offenen Klemmen C - E und B - E mit dem Avometer oder BM 494 eine Wechsellspannung mit  $2,15 V_{eff}$  (Abb. 31) messbar sein. Das Potentiometer  $I_B$  wird zum Höchstwert gedreht.

In Funktion  $I_B$  oder  $I_C$  darf das Zeigerinstrument keinen Ausschlag zeigen, auch wenn an die Klemmen C - E und B - E Widerstände mit  $1 k\Omega$  angeschlossen werden. Zwischen C - E und B - E werden dann normale Dioden geschaltet und am Zeigerinstrument muss ein Ausschlag erscheinen.

Reagiert das Gerät BM 529N bei dieser Prüfung richtig und ist trotzdem keine Messung möglich, erfolgt eine Kontrolle der Umschaltertasten, des Potentiometers R25 und Widerstandes R5 ( $27 \Omega$ ). Ist auch dann das Gerät keiner Messung fähig, wird es dem Herstellerwerk zur Instandsetzung übergeben.

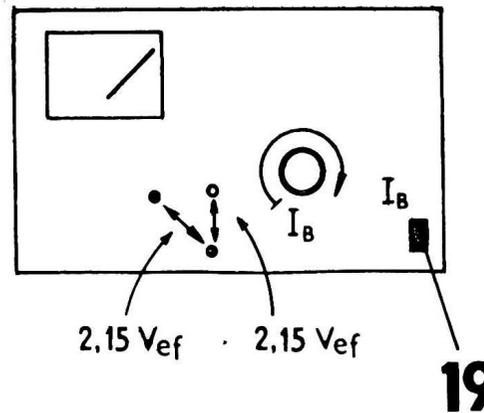


Abb. 31

19 -  $I_B$  „in Schaltkreisen“

### Tabelle der Gerätspannungen

Gleichspannungen (bei Netzspannung mit 220 V  $\pm 1\%$  gemessen).

Messpunkt	Spannungswert	Messgerät
am Kondensator C1	48 V	Avometer II
am Kondensator C3 + C4	32 V	Avometer II
an den Dioden D2 + D3	27 V	Avometer II
am Kondensator C8	25 V	Avometer II
am Kondensator C9	25 V	Avometer II
am Kondensator C11	11 V	Avometer II
am Kondensator C12	11 V	Avometer II

Wechsellspannungen (bei Netzspannung mit 220 V  $\pm 1\%$  gemessen).

Messpunkt	Spannungswert	Messgerät
Am Netztransformator		
6 - 7	40,5 $V_{eff}$	Avometer II
4 - 5	26,8 $V_{eff}$	Avometer II
8 - 11	16,0 $V_{eff}$	Avometer II

Messpunkt	Spannungswert	Messgerät
8 - 9	2,15 $V_{eff}$	Avometer II
13 - 12	22,5 $V_{eff}$	Avometer II
13 - 14	22,5 $V_{eff}$	Avometer II
An der Schaltplatte		
21 - 23	75 $mV_{eff}$	BM 494
22 - 23	1,65 $V_{eff}$	Avometer II

### 10.7. Kompliziertere Instandsetzungsarbeiten

Kompliziertere Instandsetzungsarbeiten werden nur im Herstellerwerk durchgeführt.

Nähere Informationen erteilt:

KOVO, Aussenhandelsunternehmen,  
Praha, ČSSR

### 11. HINWEISE FÜR TRANSPORT UND LAGERUNG

Transport und Lagerung der in der Originalverpackung befindlichen Geräte ist in einem Temperaturbereich von  $-25^\circ C$  bis  $+55^\circ C$  und einer relativen Luftfeuchtigkeit bis zu 95% möglich. Für unverpackte Geräte gelten die Werte mit  $+5^\circ C$  bis  $+40^\circ C$  und eine Luftfeuchtigkeit bis zu 80%. In beiden Fällen müssen jedoch die Geräte vor direkten Witterungseinflüssen geschützt sein und die Lagerräume müssen frei von Staub und Chemikalienabdampfungen sein. Eine Stapelung der gelagerten Geräte ist zulässig, jedoch muss eine Verformung des Packmaterials der unteren Schichten verhindert werden. Auf die so gestapelten Geräte darf kein weiteres Material abgestellt werden. Auf Ansuchen muss dem Lieferanten eine Eignungskontrolle der Lagerräume gestattet sein.

### 12. GARANTIELEISTUNGEN

Alle Garantieleistungen werden für jeden Geschäftsfall einzeln vereinbart und nähere Angaben befinden sich im Garantieschein.

### 13. VERZEICHNIS DER ELEKTRISCHEN BAUTEILE

#### Widerstände:

Nr.	Bez.	Wert	Max. Belastbarkeit W	Toleranz ± %	CSSR - Norm
R1	Schichtwiderstand	560 Ω	1	10	TR 153 560/A
R2	Schichtwiderstand	100 Ω	0.25	—	TR 151 100
R3	Drahtwiderstand	27 Ω	6	10	TR 510 27/A
R4	Schichtwiderstand	200 Ω	1	5	TR 153 200/B
R5	Schichtwiderstand	27 Ω	0.125	10	TR 112a 27/A
R7	Schichtwiderstand	150 Ω	0.25	—	TR 151 150
R8	Keramikwiderstand	220 Ω	0.5	—	TP 015 220
R9	Keramikwiderstand	220 Ω	0.5	—	TP 015 220
R10	Schichtwiderstand	220 Ω	0.25	—	TR 151 220
R11	Schichtwiderstand	220 Ω	0.25	—	TR 151 220
R12	Schichtwiderstand	680 Ω	0.5	—	TR 152 680
R13	Schichtwiderstand	680 Ω	0.5	—	TR 152 680
R14	Schichtwiderstand	15 kΩ	0.25	—	TR 151 15k
R15	Schichtwiderstand	15 kΩ	0.25	—	TR 151 15k
R16	Schichtwiderstand	330 Ω	0.25	—	TR 151 330
R17	Schichtwiderstand	330 Ω	0.25	—	TR 151 330
R18	Schichtwiderstand	470 kΩ	0.25	—	TR 151 M47
R19	Schichtwiderstand	32.8 Ω	0.125	0.5	TR 161 32j8 ±0.5%
R20	Schichtwiderstand	3.3 kΩ	0.125	10	TR 112a 3k3/A
R21	Schichtwiderstand	1.5 kΩ	0.125	—	TR 112a 1k5
R22	Schichtwiderstand	2.61 kΩ	0.125	1	TR 161 2k61 ±1%
R23	Potentiometer	2.5 kΩ + 250 kΩ	—	—	1AN 692 80
R24	Potentiometer	330 Ω	5	—	1AN 690 93
R25	Potentiometer	5 kΩ	0.2	—	TP 190 12E 5k/N
R26	Schichtwiderstand	560 Ω	0.25	10	TR 151 560/A
R27	Drahtwiderstand	0.332 Ω	—	0.5	1AK 668 76
R28	Drahtwiderstand	0.715 Ω	—	0.5	1AK 668 77
R29	Drahtwiderstand	2.26 Ω	—	0.5	1AK 668 78
R30	Drahtwiderstand	7.15 Ω	—	0.5	1AK 668 79
R31	Schichtwiderstand	71.5 Ω	0.125	0.5	TR 161 71j5 ±0.5%
R32	Schichtwiderstand	226 Ω	0.125	1	TR 161 226 ±1%
R33	Schichtwiderstand	715 Ω	0.125	1	TR 161 715 ±1%
R34	Schichtwiderstand	2 kΩ	0.25	1	TR 106 2k/D
R35	Schichtwiderstand	22 kΩ	0.25	1	TR 106 22k/D
R36	Schichtwiderstand	220 kΩ	0.25	1	TR 106 M22/D

Nr.	Bez.	Wert	Max. Belastbarkeit W	Toleranz ± %	CSSR - Norm
R37	Schichtwiderstand	2.2 MΩ	0.25	1	TR 106 2M2/D
R38a	Schichtwiderstand	10 MΩ	0.5	1	TR 107 10M/D
R38b	Schichtwiderstand	2 MΩ	0.25	1	TR 106 2M/D
R39	Drahtwiderstand	220 MΩ	250 V	—	1AK 652 96
R40	Drahtwiderstand	47 Ω	2	—	TR 636 47
R41	Schichtwiderstand	820 Ω	1	10	TR 181 820/A
R42	Schichtwiderstand	10 kΩ	0.25	—	TR 151 10k
R43	Schichtwiderstand	100 kΩ	0.25	—	TR 151 M1
R44	Schichtwiderstand	1 MΩ	0.25	—	TR 151 1M
R45	Schichtwiderstand	10 MΩ	0.5	1	TR 107 10M/D
R46	Drahtwiderstand	0.065 Ω	—	-2	1AK 668 80
R47	Drahtwiderstand	0.604 Ω	—	0.5	1AK 668 81
R48	Drahtwiderstand	6.04 Ω	—	0.5	1AK 668 82
R49	Schichtwiderstand	60.4 Ω	0.125	1	TR 161 60j4 ±1%
R50	Schichtwiderstand	604 Ω	0.125	1	TR 161 604 ±1%
R51	Schichtwiderstand	3.65 kΩ	0.125	1	TR 161 3k65 ±1%
R52	Schichtwiderstand	3.65 kΩ	0.125	1	TR 161 3k65 ±1%
R53	Drahtwiderstand	0.369 Ω	—	0.5	1AK 668 83
R54	Drahtwiderstand	3.32 Ω	—	0.5	1AK 668 84
R55	Schichtwiderstand	33.2 Ω	0.125	1	TR 161 33j2 ±1%
R56	Schichtwiderstand	332 kΩ	0.125	1	TR 161 332 ±1%
R57	Schichtwiderstand	3.32 kΩ	0.125	1	TR 161 3k32 ±1%
R58	Drahtwiderstand	0.035 Ω	—	-2	1AK 668 85
R59	Drahtwiderstand	0.332 Ω	—	0.5	1AK 668 76
R60	Drahtwiderstand	3.32 Ω	—	0.5	1AK 668 84
R61	Schichtwiderstand	33.2 Ω	0.125	1	TR 161 33j2 ±1%
R62	Schichtwiderstand	332 Ω	0.125	1	TR 161 332 ±1%
R63	Schichtwiderstand	3.32 kΩ	0.125	1	TR 161 3k32 ±1%
R64	Schichtwiderstand	1 MΩ	0.25	1	TR 106 1M/D
R65a	Schichtwiderstand	3 × 10 MΩ	0.5	1	TR 107 10M/D
R65b	Schichtwiderstand	1.6 MΩ	0.25	1	TR 106 1M6/D
R66	Keramikwiderstand	33 kΩ	0.5	—	TP 011 33k
R67	Schichtwiderstand	3.65 kΩ	0.125	1	TR 161 3k65 ±1%
R68	Schichtwiderstand	10 Ω	0.125	—	TR 112a 10
R69	Schichtwiderstand	4.7 Ω	0.125	20	TR 212 4j7/M
R70	Schichtwiderstand	0.1 MΩ	0.125	10	TR 211 M1/K

Rx — einstellbarer Wert

R65\* = 3 × R65a + R65b

### Kondensatoren:

Nr.	Bez.	Wert	Max. Belastspannung V	Toleranz ± %	ČSSR - Norm
C1	Elektrolytkond.	200 $\mu$ F	70	—	TE 986 G2
C2	Elektrolytkond.	200 $\mu$ F	35	—	TE 986 G2
C3	Elektrolytkond.	500 $\mu$ F	35	—	TE 986 G5
C4	Elektrolytkond.	500 $\mu$ F	35	—	TE 986 G5
C5	Elektrolytkond.	500 $\mu$ F	35	—	TE 986 G5
C3	Elektrolytkond.	50 $\mu$ F	35	—	TE 986 50M
C7	Elektrolytkond.	50 $\mu$ F	35	—	TE 986 50M
C8	Elektrolytkond.	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 G1
C9	Elektrolytkond.	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 G1
C10	Keramikkond.	0.1 $\mu$ F	12.5	+80 -20	TK 782 100n/Z
C11	Elektrolytkond.	5 $\mu$ F	15	—	TE 984 5M
C12	Elektrolytkond.	5 $\mu$ F	15	—	TE 984 5M
C13	Keramikkond.	0.1 $\mu$ F	12.5	+80 -20	TK 782 100n/Z
C14	Elektrolytkond.	100 $\mu$ F	6	—	TE 981 G1
C15	Keramikkond.	220 pF	40	20	TK 774 220/M
C16	Keramikkond.	470 pF	40	20	TR 724 470/M
C17	Keramikkond.	0.1 $\mu$ F	12.5	+80 -20	TK 782 100n/Z
C18	Elektrolytkond.	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 G1 - PVC
C19	Elektrolytkond.	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 G1 - PVC
C20	Elektrolytkond.	50 $\mu$ F	6	—	TE 981 50M - PVC
C21	Elektrolytkond.	50 $\mu$ F	6	—	TE 981 50M - PVC
C22	Keramikkond.	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C23	Elektrolytkond.	5 $\mu$ F	70	—	TE 158 5M
C24	Elektrolytkond.	5 $\mu$ F	70	—	TE 158 5M
C25	Keramikkond.	3 300 pF	40	20	TK 724 3n3/M
C26	Keramikkond.	3 300 pF	40	20	TK 724 3n3/M
C27	Keramikkond.	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C28	Keramikkond.	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C29	Keramikkond.	3 300 pF	40	20	TK 724 3n3/M

### Transformatoren und Spulen:

Bestandteil	Bez.	Zeichnungsnummer	Nummer der Herausführung	Windungszahl	Drahtdurchmesser mm
Transformator	TR1	1AN 667 14			
Spule		1AK 625 21	1—2	715	0.2
			2—3	600	0.15
			4—5	158	0.315
			6—7	258	0.15
			8—9	14	0.315
			9—11	88	0.315
			12—13	147	0.1
			13—14	147	0.1
			15	2	0.1 $\times$ 27.5

### Andere el. Bestandteile:

Bestandteil	Type - Wert	Zeichnungs - Nr.
Diode D1	KY130/300	—
Zenerdiode D2, D3	7NZ70	—
Diode D4, D5, D6, D7, D10, D11	KY130/150	—
Zenerdiode D8, D9	KZZ71	—
Zenerdiode D12, D13	KZZ76	—
Diode D14 + D20	KA501	—
Integrierter Schaltkreis IO1	MAA 502	—
Glimmlampe	100 V/0.25 mA	1AN 109 19
Anzeigegerät M1	MP80; 100 $\mu$ A	1AP 777 74
Einlage P01	F200 mA/250 V für 220 V	ČSN 35 4731
Einlage P01	F250 mA/250 V für 120 V	ČSN 35 4731

# BM 529 N

Herstellnummer: .....

## Nachtragblatt: Transistorenprüfgerät BM 529N (Serie 794)

- Seite 3 - An der Geräterückseite wird der Netzsicherungshalter gestrichen (Stellung No. 26).
- Seite 4 - In der Kapitel 2: "Der komplette Lieferumfang" werden die Netzsicherungen gestrichen.
- Seite 5 - In der Kapitel 3.3.: "Betriebsbedingungen" wird die Leistungsaufnahme zu 24 V geändert.  
Der Absatz: "Sicherung" wird gestrichen.
- Seite 24 - Im Verzeichnis der elektrischen Bauteile werden die Dioden D14 - D20 KA501 zu KA 261 geändert.  
Die Netzsicherungen werden gestrichen.

### Änderungen im Schaltplan

Die Sicherung P1 gestrichen. Die Diodentypen werden folgendermassen geändert:

- D1 (KY703) zu KY130/300
- D4 - D7, D10, D11 (KY702) zu KY130/150
- D14 - D20 (KA501) zu KA261

## Nachtragblatt: Transistorenprüfgerät BM 529N (Serie 794)

- Seite 3 - An der Geräterückseite wird der Netzsicherungshalter gestrichen (Stellung No. 26).
- Seite 4 - In der Kapitel 2: "Der komplette Lieferumfang" werden die Netzsicherungen gestrichen.
- Seite 5 - In der Kapitel 3.3.: "Betriebsbedingungen" wird die Leistungsaufnahme zu 24 V geändert.  
Der Absatz: "Sicherung" wird gestrichen.
- Seite 24 - Im Verzeichnis der elektrischen Bauteile werden die Dioden D14 - D20 KA501 zu KA 261 geändert.  
Die Netzsicherungen werden gestrichen.

### Änderungen im Schaltplan

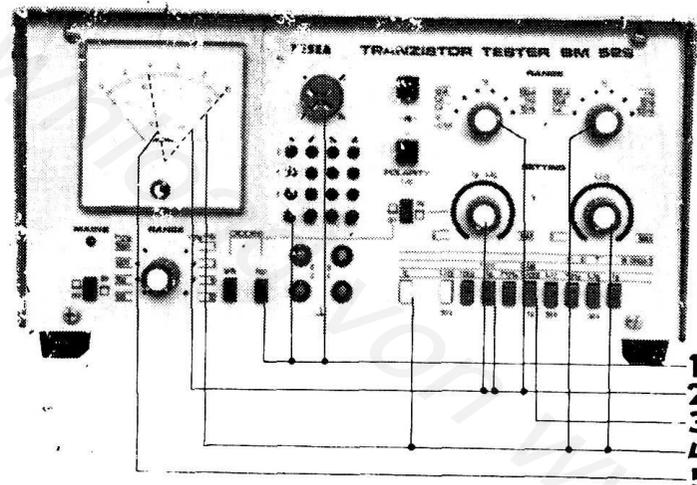
Die Sicherung P1 gestrichen. Die Diodentypen werden folgendermassen geändert:

- D1 (KY703) zu KY130/300
- D4 - D7, D10, D11 (KY702) zu KY130/150
- D14 - D20 (KA501) zu KA261

**Messbeispiel  $U_{CES}$**

KSY81;  $B=10$ ;  $I_C=100\text{ mA}$ ;  $I_F=10\text{ mA}$

**Verfahren:**

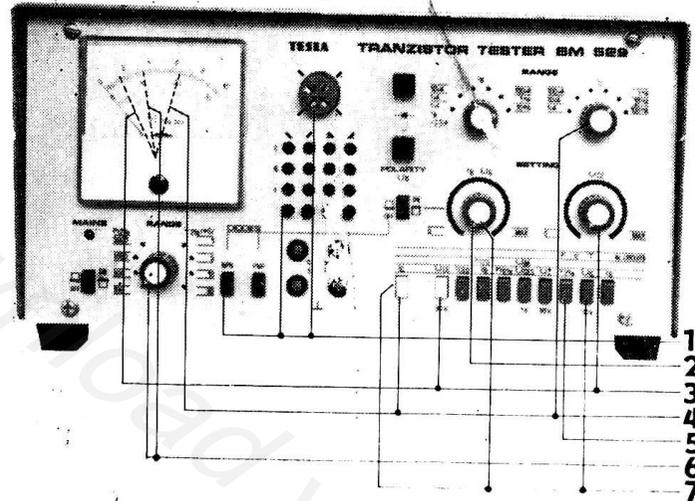


1. Drücken der Taste PNP, den Transistor in den Halter einsetzen und Durchschaltung der Kombinatorstifte
2. Drücken der Taste  $I_B$  und mit Umschalter Bereich  $I_B$  und Potentiometer  $I_B$  gemäss Zeigerinstrument  $I_B = 10\text{ mA}$  einstellen.
3. Dann Taste  $U_{CES}$  drücken (Taste  $I_B$  springt heraus).
4. Drücken der Taste  $I_C$  und mit dem Potentiometer  $U_{CE}$  den Wert  $I_C$  zu  $100\text{ mA}$  einstellen, Bereich  $I_C$  zu  $100\text{ mA}$ .
5. Lösen der Taste  $I_C$  und Zeigerinstrument zeigt z. B.  $3\text{ S Skt}$ , d. h.  $U_{CES} = 0,36\text{ V}$ .

### Messbeispiel $y_{21e}$

KF521, N-Kanal, Arbeitspunkt:  $U_{CE} = 6 \text{ V}$ ;  $U_{GE} = 0 \text{ V}$

### Verfahren:



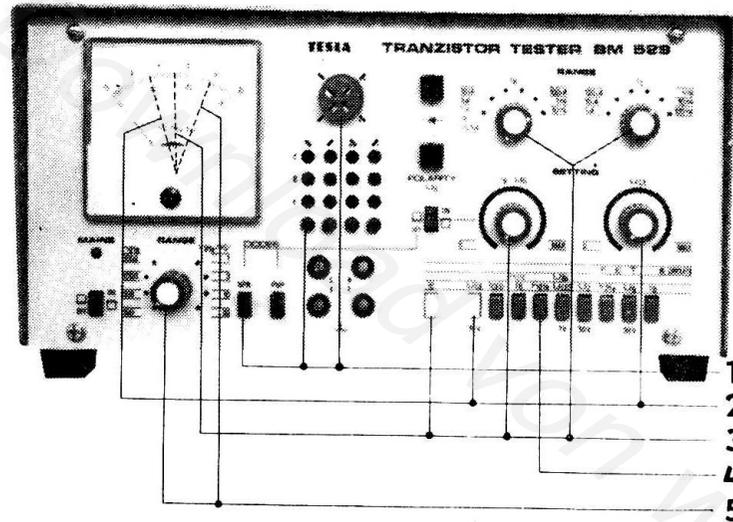
1. Drücken der Taste N-Kanal (d. h. NPN), den FET in den Halter einsetzen und die Stifte des Kombinator verschalten.
2. Einstellpotentiometer  $U_G$  kommt zur Null (linker Anschlag)
3. Drücken der Taste  $U_{CE}$  und gemäss Instrumentenskala  $U_{CE} = 6 \text{ V}$  einstellen.
4. Lösen der Taste  $U_{CE}$  und Drücken der Taste  $I_C$ . Umschaltung des Bereiches  $I_C$  zu so einem Wert, bis das Instrument im Skalenbereich anzeigt, z. B. Bereich  $I_C = 10 \text{ mA}$  und gemessenes  $I_C = 6,8 \text{ mA}$ . (Stromwert für  $U_{GE} = 0 \text{ V}$ .)
5. Lösen der Taste  $I_C$  und Drücken der Taste  $y_{21e}$ .
6. Umschaltung des Bereichs  $y_{21e}$  in zugehörige Stellung, z. B.  $1 \text{ mS}$  und an der Skala werden z. B. 38 Skt abgelesen, d. i.  $3,8 \text{ mS}$ .
7. Soll mit anderer Spannung  $U_G$  im Bereich  $-25 \text{ V}$  bis  $+25 \text{ V}$  gemessen werden, erfolgt Einstellung von  $U_G$  bei gedrückter Taste  $U_G$  gemäss Gerätskala im Bereich  $30 \text{ V}$ . Der Strom des FETs wird nach Drücken der Taste  $I_C$  und im Bereich  $I_C$  abgelesen.

### Messbeispiel $h_{21e}$

Transistor KF508, NPN; Arbeitspunkt: 10 V, 5 mA

Anschlüsse

Verfahren:



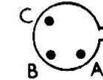
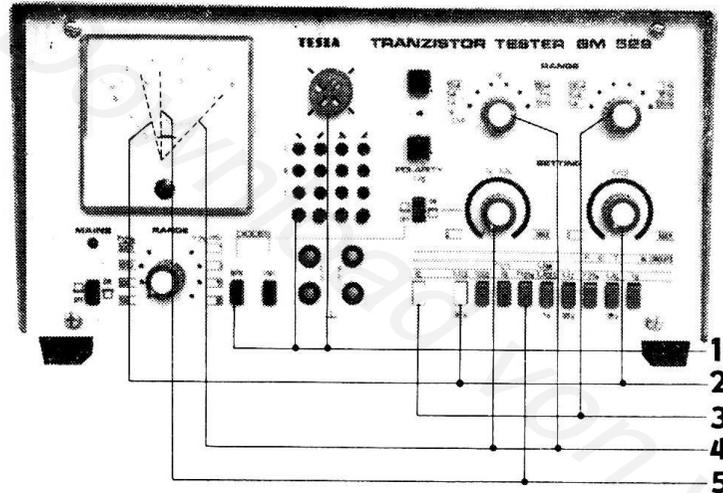
1. Drücken der Taste NPN, Transistor in Halter einsetzen und Kombinatorstifte verschalten.
2. Drücken der Taste  $U_{CE}$  und gemäss Instrumentenskala  $U_{CE} = 10$  V einstellen.
3. Lösen der Taste  $U_{CE}$  und Drücken der Taste  $I_C$ , Bereich  $I_C$  in Stellung  $I_C = 10$  mA, Bereichswahl  $I_B$  zu so einem Wert, dass mit  $I_B$  der Arbeitspunkt  $I_C = 5$  mA, d. h. 50 Skt einstellbar ist.
4. Lösen der Taste  $I_C$  und Drücken der Taste  $h_{21e}$ .
5. Bereichsumschaltung  $h_{21e}$  und an der Skala sind 25 Skt abzulesen, d. h.  $h_{21e} = 250$ .

### Messbeispiel $h_{21E}$

KF506, NPN; 10 V; 10 mA

Anschlüsse

Verfahren:



1. Drücken der Taste NPN, Transistor in den Halter einsetzen und die Kombinatorstifte verschalten.
2. Drücken der Taste  $U_{CE}$  und mit dem Knopf  $U_{CE}$  werden an der Skala des Instrumentes 10 V eingestellt.
3. Lösen der Taste  $U_{CE}$  und Drücken der Taste  $I_C$ , Umschaltung des Bereichs  $I_C$  zu 10 mA.
4. Bereichswahl  $I_B$  zu so einem Wert, dass mit dem Potentiometer  $I_B$  ein Stromwert  $I_C = 10 \text{ mA}$  (rote Marke) einstellbar ist.
5. Lösen der Taste  $I_C$  und Drücken der Taste  $h_{21E}$  ( $I_B$ ) und an der roten Instrumentenskala  $h_{21E}$  wird z. B. 5 abgelesen. Dann ist

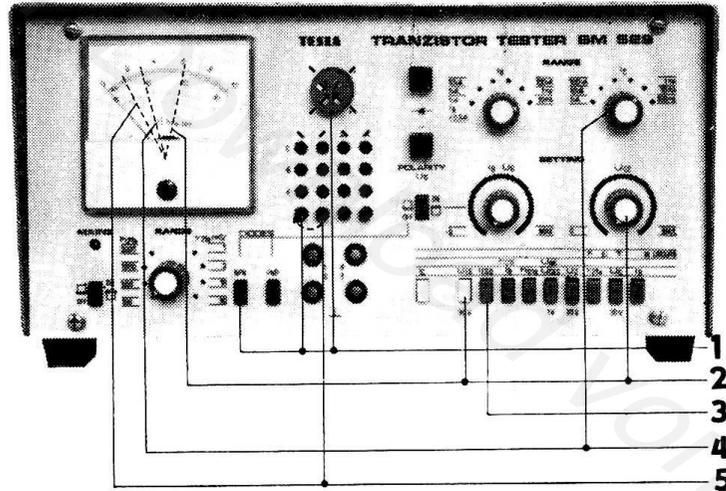
$$h_{21E} = 5 \cdot \frac{\text{Bereich } I_C}{\text{Bereich } I_B} = 5 \cdot \frac{10 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 50.$$

## Messung der Restströme $I_{CBO}$ und $I_{CEO}$

Beispiel: KF173; NPN;  $U_{CE} = 20\text{ V}$

Anschlüsse

Verfahren:

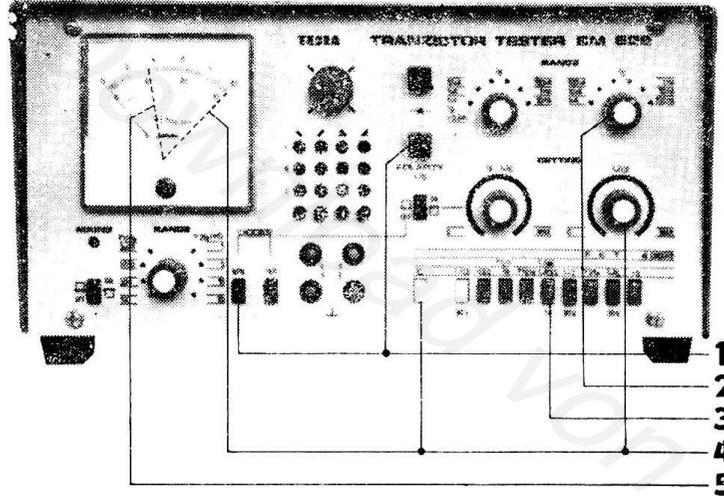


1. Drücken der Taste NPN, Transistor in den Halter einsetzen und die Kombinatorstifte verschalten.
2. Drücken der Taste  $U_{CE}$  und mit dem Knopf  $U_{CE}$  Spannungswert  $U_{CE} = 20\text{ V}$  einstellen.
3. Lösen der Taste  $U_{CE}$  und Drücken der Taste  $I_{CEO}$ .
4. Umschaltung des Bereichs  $I_C$  in zugehörige Stellung, z. B.  $I_C = 1\ \mu\text{A}$  und am Instrument werden z. B. 30 Skt abgelesen, d. h.  $I_{CEO} = 0,3\ \mu\text{A}$
5. Durch Umstecken des Kombinatorstiftes E wird  $I_{CBO}$  (gestrichelt eingezeichnet) gemessen; Zeigerinstrument zeigt dann z. B. 16 Skt, d. h.  $I_{CBO} = 160\text{ mA}$ .

## Diodenmessung

Messbeispiel: an der Diode GA204 soll die Durchlass-Spannung  $U_{AK}$  bei einem Diodenstrom von 1 mA gemessen werden.

### Verfahren:



1. Drücken der Taste NPN, gemessene Diode in den Halter mit Anode zu + einsetzen.
2. Bereich  $I_C$  kommt zu 1 mA
3. Drücken der Taste  $U_{CES}$ .
4. Drücken der Taste  $I_C$  und mit Hilfe des Reglers  $U_{CE}$  Stromwert  $I_C = 1$  mA einstellen.
5. Taste  $I_C$  lösen und Instrument zeigt z. B. 35 Skt, d. h. im 1 V Bereich ist  $U_{AK} = 0,35$  V.

### Bemerkung:

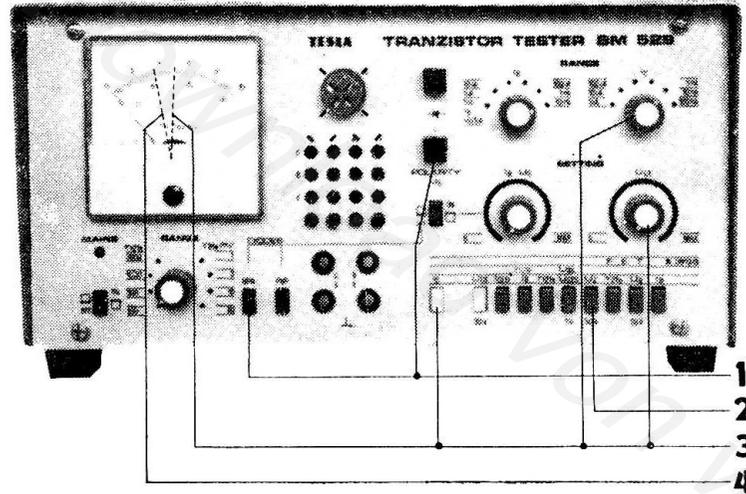
Sperrstrom  $I_{KA}$  wird nach Umschaltung zu PNP gemessen. Wieder  $U_{CE}$  einstellen und gemäss Bereich  $I_C$  und Ausschlag wird  $I_{KA}$  abgelesen.

z. B. bei  $U_{KA} = 20$  V ist  $I_{KA} = 8 \mu A$

## Messung der Zenerspannung $U_Z$

Messbeispiel: KZZ75;  $I_Z = 5 \text{ mA}$

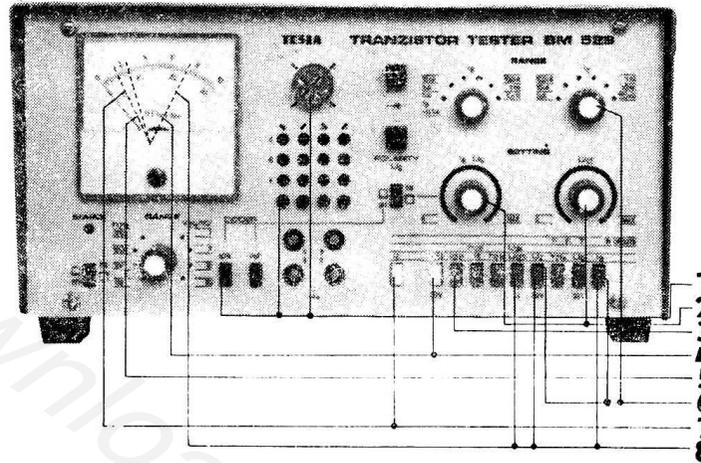
### Verfahren:



1. Drücken der Taste NPN, gemessene Dioden in den Halter mit Kathode zu + einsetzen.
2. Drücken der Taste  $U_Z$ .
3. Drücken der Taste  $I_C$ , Umschaltung zu Bereich  $I_C$  z. B. 50 mA und Spannung  $U_{CE}$  zu so einem Wert einstellen, dass das Instrument zu 50 Skt ausschlägt, d. h.  $I_Z = 5 \text{ mA}$ .
4. Lösen der Taste  $I_C$  und Instrument zeigt  $U_Z$  an Skala mit 30 V Bereich an, z. B. bei 11 Skt ist  $U_Z = 11 \text{ V}$ .

## Messung von Thyristoren

Messbeispiel: KT501, PNP



Bemerkung:

Die Messung der Triacelemente verläuft gleichartig wie bei Thyristoren, es wird jedoch wie bei NPN so auch PNP gemessen.

### Messwerte:

- Reststrom in Durchlassrichtung  $I_{FD}$
- Schaltstrom der Steuerelektrode  $I_{GT}$
- Spannungsabfall am Thyristor in Durchlassrichtung  $U_T$

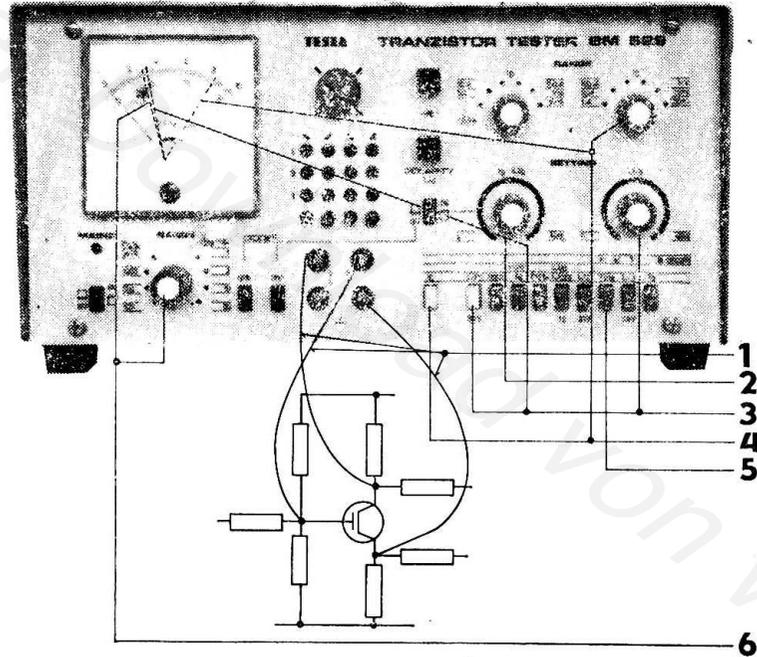
### Verfahren:

- Für den Thyristorentyp PNP wird die Taste NPN gedrückt und der Thyristor in den Halter eingesetzt (K - E, G - B, A - C)
- Potentiometer  $U_G$  und  $U_{CE}$  in Nullstellung.
- Drücken der Taste  $I_{CEO}$ .
- Drücken der Taste  $U_{CE}$  und mit dem Potentiometer  $U_{CE}$  werden z. B. 25 V eingestellt.
- Lösen der Taste  $U_{CE}$  und Instrument zeigt z. B. im Bereich  $I_C = 10 \mu A$  25 Skt, d. h.  $I_{FD} = 2,5 \mu A$ .
- Drücken der Taste  $I_B$  und  $U_Z$ , Bereich  $I_C$  zu 100 mA.
- Durch Drehung des Potentiometers  $U_G$  wird  $U_G$  bei gedrückter Taste  $I_C$  vom Nullwert ab vergrößert und wenn der Anodenstrom des Thyristors sprunghaft anwächst, wird die Taste  $I_C$  gelöst, das Instrument zeigt  $I_{GT}$  z. B. im Bereich  $I_B = 10 mA$  15 Skt, d. h.  $I_{GT} = 1,5 mA$ .
- Drücken der Taste  $U_{CES}$  (Taste  $I_B$  und  $U_Z$  springt heraus) und das Instrument zeigt im Bereich 1 V 78 Skt, d. h.  $U_T = 0,78 V$ .

## Messung des Kennwertes $y_{21c}$ an FETs und in Schaltkreisen

Messbeispiel: KF521,  $U_{CE} = 10 \text{ V}$ ,  $U_{GE} = 0 \text{ V}$

Verfahren;

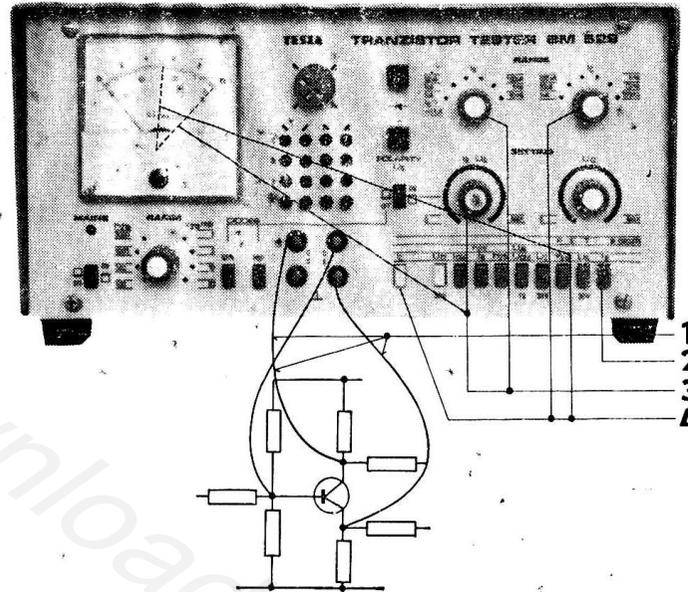


1. Drücken der Taste N-Kanal (NPN) und der gemessene FET wird über Kabel an die Klemmen CBE (am BM 529N) angeschlossen.
2. Potentiometer  $U_G$  zur Null.
3. Drücken der Taste  $U_{CE}$  und Einstellung von  $U_{CE} = 10 \text{ V}$  gemäss Skala.
4. Lösen der Taste  $U_{CE}$  und Kontrolle des  $I_C$  durch Drücken der Taste  $I_C$  bei entsprechendem Bereich  $I_C$ , z. B.  $10 \text{ mA}$ . Ablesung z. B.  $85 \text{ Skt}$ , d. h.  $8,5 \text{ mA}$ .
5. Drücken der Taste  $y_{12e}$ .
6. Umschaltung zu Bereich  $y_{21c}$  in zugehörigen Wert, z. B.  $10 \text{ mA/V}$  und an der Skala wird z. B.  $29 \text{ Skt}$ , d. h.  $2,9 \text{ mA/V}$  abgelesen.

## Messung des Kennwertes $h_{21E}$ an in Schaltkreisen befindlichen Transistoren

Messbeispiel: KF506, NPN

Verfahren:



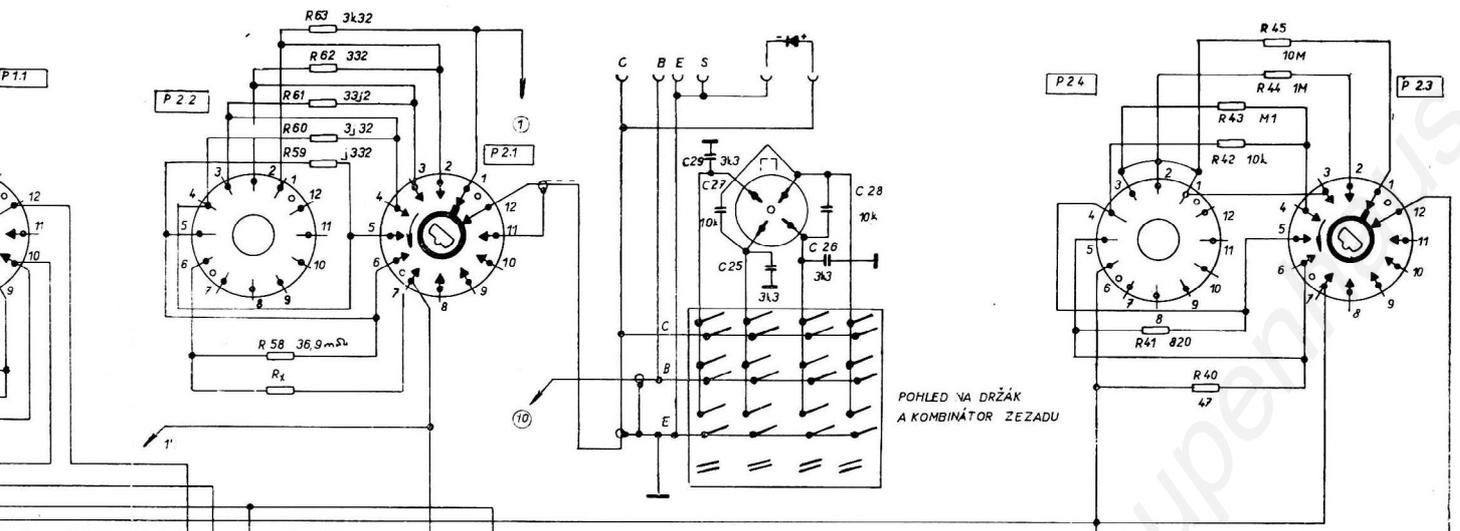
1. Drücken der Taste NPN und gemessenen Transistor über Kabelstücke mit den Buchsen am BM 529N (CBE) verbinden. Drücken der Taste NPN.
2. Drücken der Taste  $I_B$  „in Schaltkreisen“
3. Mit Einstellpotentiometer  $I_B$  und Bereichsumschalter  $I_B$  gemäss Gerätskala Basisstrom  $I_B$  (üblich 1 mA) einstellen (bei Transistoren mit  $h_{21E} > 100$ , Einstellung  $I_B$  zu 100  $\mu A$  oder 10  $\mu A$ ).
4. Drücken der Taste  $I_C$  und Ablesung des Kollektorstromes entsprechend Bereich  $I_C$ , z. B. im Bereich  $I_C = 100$  mA ist Ausschlag 58 Skt, d. h.  $I_C = 58$  mA.

Dann ist:

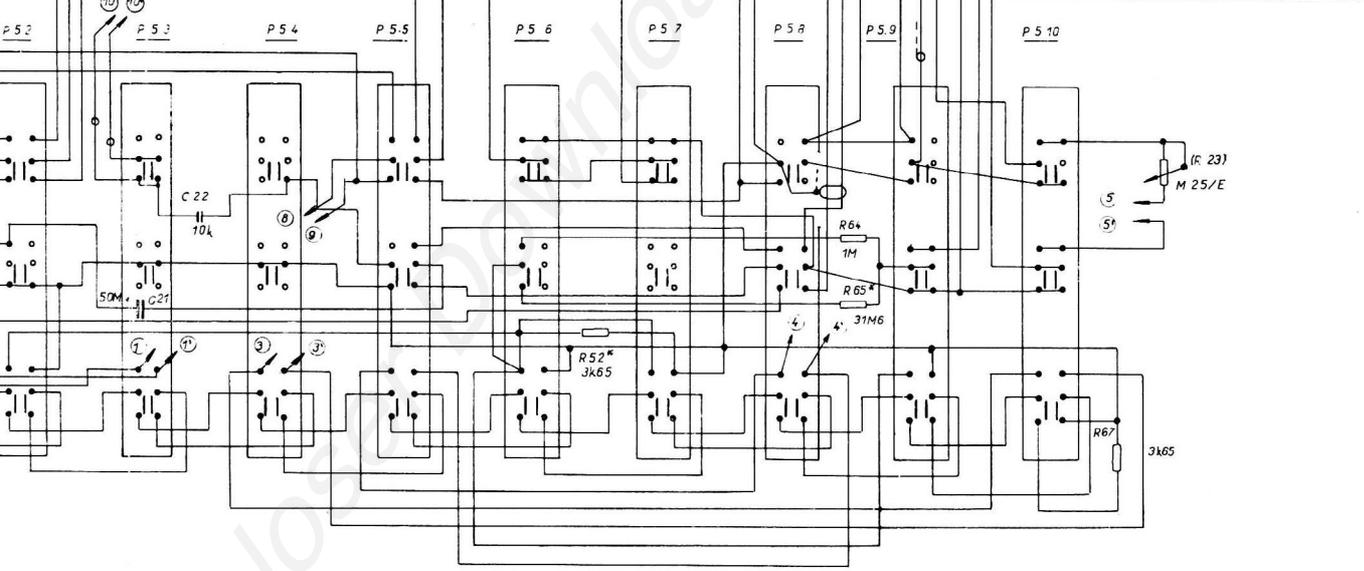
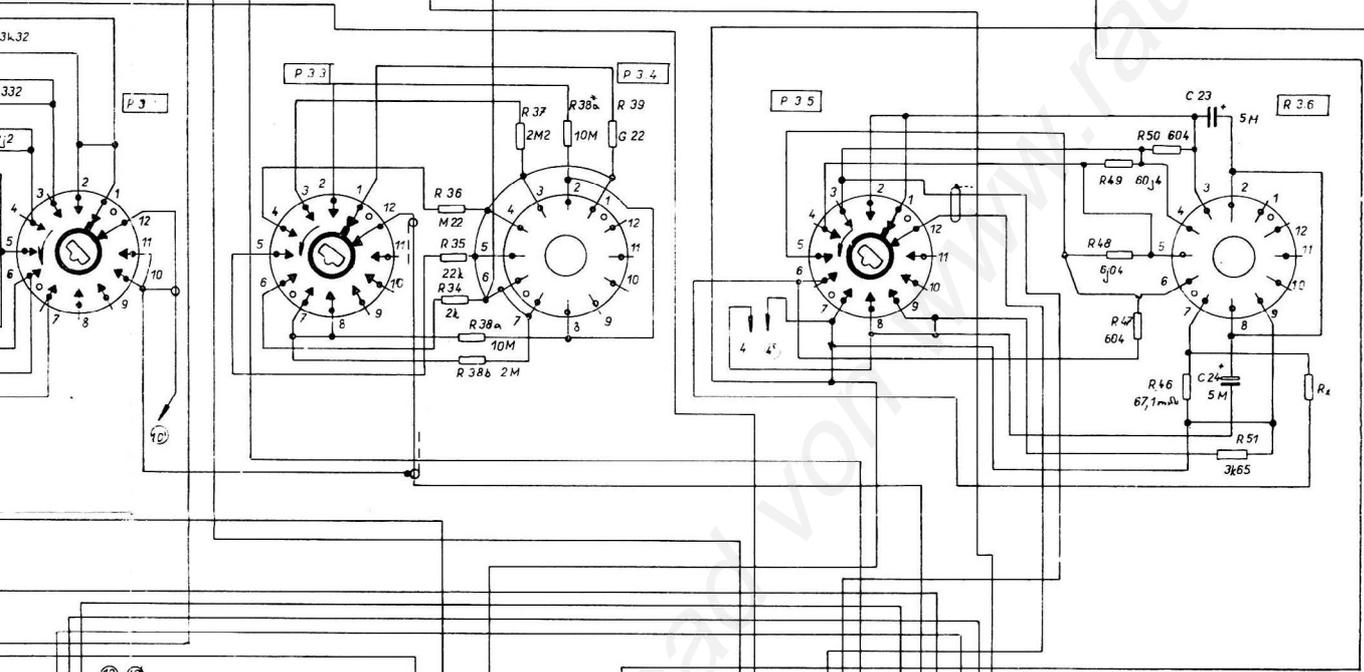
$$h_{21E} = \frac{58 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 58.$$

Bemerkung:

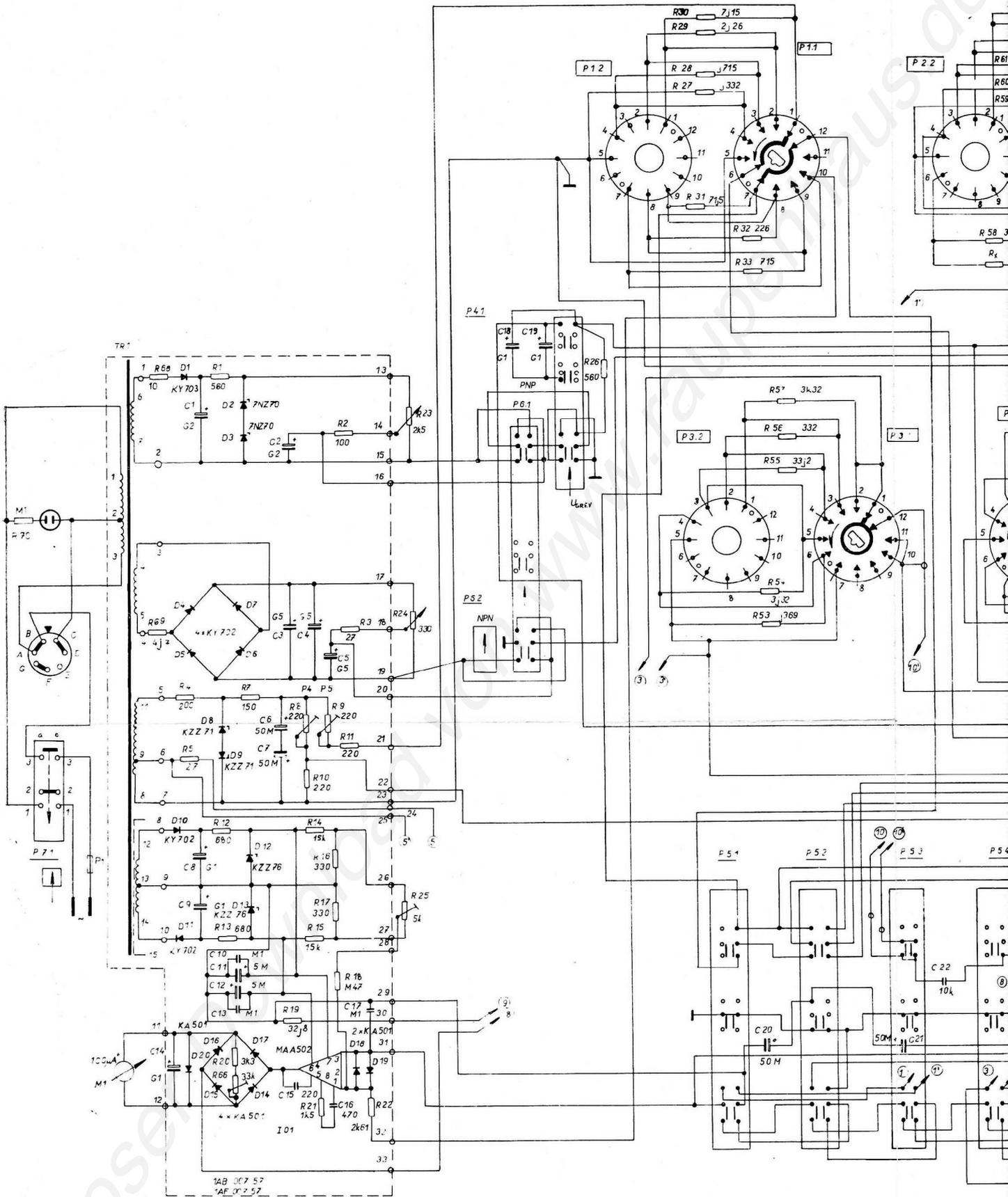
Der Messvorgang für  $h_{21E}$  in Schaltkreisen kann auch so abgewickelt werden, dass zuerst bei gedrückter Taste  $I_C$  in einem Bereich  $I_C$  der Stromwert  $I_C$  zur roten Marke eingestellt wird und nach dem Lösen der Taste  $I_C$  kann am Messinstrument (je nach eingereichtem Bereich)  $I_B$  abgelesen werden. Der Kennwert  $h_{21E}$  erscheint dann an der roten Skala, muss jedoch mit dem Verhältniswert der eingereichten Bereiche  $I_C/I_B$  multipliziert werden.



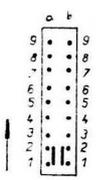
POHLED NA DRŽÁK  
A KOMBINÁTOR ZEZADU



...tung der Niederdrückung  
 ...kombinátor zezadu = Rückansicht des Halters und Kombinator  
 ...altkreisen



SMĚR  
STLAČENÍ



Směr stlačení = Richtung der Niederdrückung  
 Pohled na držák a kombinátor zezadu = Rückansicht  
 V obvodech = in Schaltkreisen