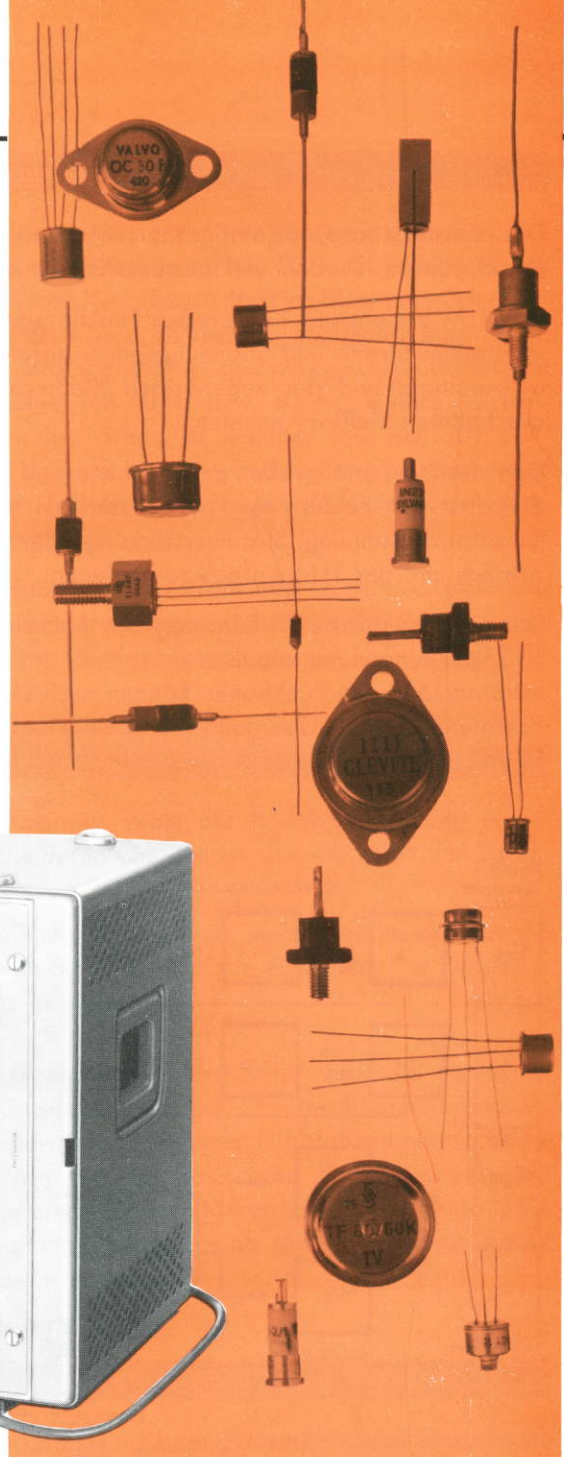




LEISTUNGS- TRANSISTOR- MESSGERÄT



Ein Gerät zur Messung der statischen Kenndaten von Transistoren, Gleichrichtern und Dioden sowie gesteuerten Gleichrichtern und Zenerdioden in weiten Strom- und Spannungsbereichen – Impulsbetrieb, PNP/NPN-Umschaltung.

Restströme I_R $I = 1 \text{ nA} \dots 30 \text{ mA}$
($U = 0 \dots 300 \text{ V}$)

Statische Stromverstärkung B $I_B = 10 \mu\text{A} \dots 10 \text{ A}$
 $I_C = 5 \text{ mA} \dots 30 \text{ A}$
($U_{CB} = 0,1 \dots 30 \text{ V}$)

Durchbruchspannungen $U_{(BR)}$ $U = 3 \dots 300 \text{ V}$
($I = 10 \mu\text{A} \dots 3 \text{ A}$)

Restspannung U_{sat} $U_{\text{sat}} = 10 \text{ mV} \dots 10 \text{ V}$
($I_B = 300 \mu\text{A} \dots 3 \text{ A}$)
($I_C = 3 \text{ mA} \dots 30 \text{ A}$)

Zenerspannung U_z
Zenerwiderstand r_z mit 10% Strommodulation über externe Wechselspannungsmessung (z. B. UVN)

Anfangswerte entsprechen 10% des Endwertes im kleinsten Teilbereich. Eingeklammerte Werte sind Einstellwerte.

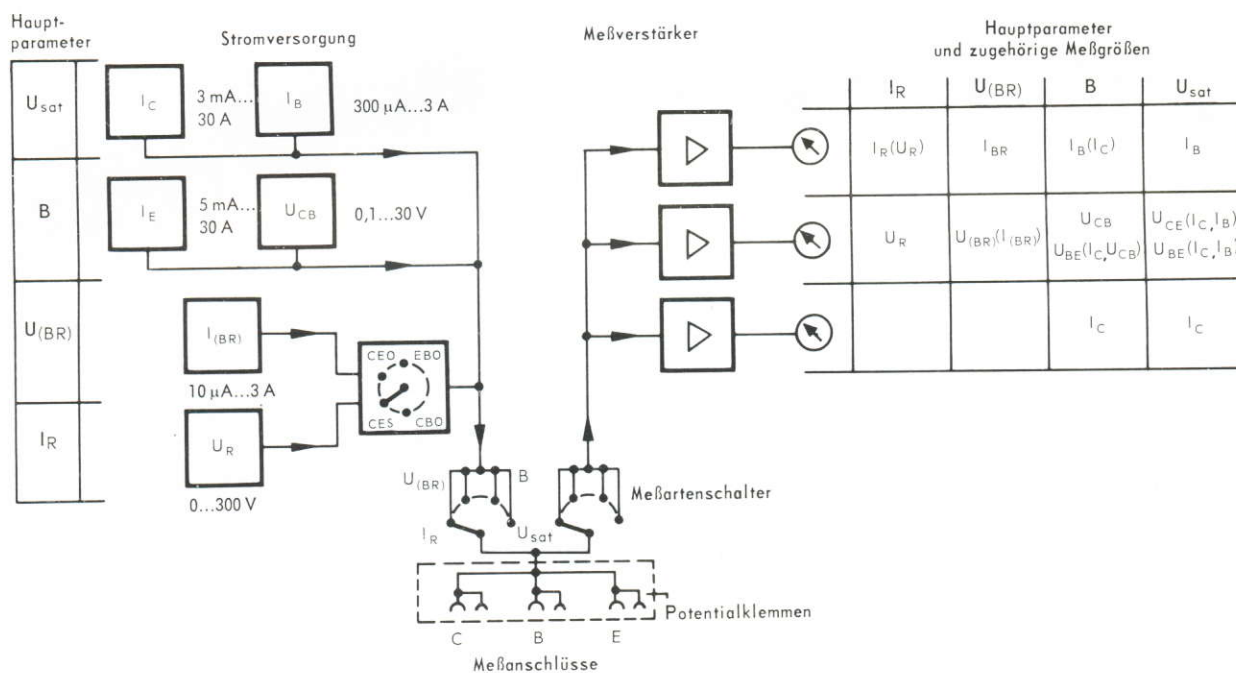
Aufbau

Das Leistungstransistor-Meßgerät TLM dient zur Messung der statischen Kenndaten von Transistoren, Gleichrichtern, Dioden und gesteuerten Gleichrichtern (Thyristoren) und Zenerdioden.

Das TLM besteht aus drei großen Funktionsgruppen, nämlich dem allgemeinen Netzteil, den elektronisch geregelten Strom- und Spannungsgeneratoren zur Versorgung des Meßobjekts einschließlich der Impulsaufbereitung und der zugehörigen Meßtechnik, also den Meßverstärkern, Torschaltungen und nachgeschalteten Meßinstrumenten.

Den vier Hauptmeßgrößen entsprechend sind Schalter und andere Einstellelemente in vier Felder unterteilt. Zwischen den Feldern liegt der Meßartenschalter zum Einstellen des jeweiligen Parameters: Reststrom, Durchbruchspannung, Stromverstärkung oder Sättigungsspannung. Die Frontplatte ist dadurch sehr übersichtlich und das TLM einfach zu bedienen.

Um eine thermische Überlastung des Meßobjekts zu vermeiden, werden Messungen bei hohen Strömen und Spannungen mit Impulsen durchgeführt. Das Gerät ist programmierbar, d. h. alle vom Meßartenschalter auszulösenden Funktionen können auch über Leitungen ferngesteuert werden. Die Meßanschlüsse sind Potentialklemmen; Übergangs- und Zuleitungswiderstände gehen daher nicht in das Meßergebnis ein. Schreiber zum Registrieren der gewünschten Meßgröße lassen sich anschließen.



Funktionsschaltbild des TLM.

Anwendung und Wirkungsweise

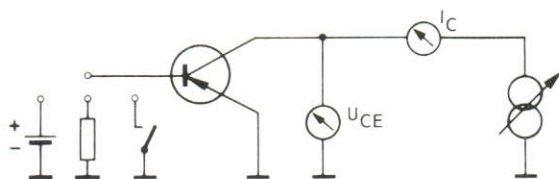
Messung der Restströme

Eine Spannung, deren Wert in fünf Bereichen von 0 bis 300 V kontinuierlich einstellbar ist, wird dem Meßobjekt eingeprägt und der sich ergebende Strom über einen Meßverstärker mit Hilfe eines Drehspulinstrumentes gemessen. Der kleinste noch ablesbare Wert beträgt 1 nA. Im Kurzschlußfall wird durch einen Begrenzer der Strom auf etwa den doppelten Wert des Einstellbereiches begrenzt. Meßgerät und Meßobjekt sind dadurch ausreichend geschützt. Ein Betriebsartenschalter ermöglicht – gemeinsam für Reststrom- und Durchbruchspannungsmessung – das wahlweise Anschalten der drei Transistorelektroden.

Mit den Transistor-Meßfassungen TO-3/TO-41 (BN 25211) und DIN 9A2/9A3 (BN 25213) kann die Gehäuse-temperatur des Meßobjekts gemessen werden.

Messung der Durchbruchspannung

Die am Meßobjekt abfallende Spannung wird als Funktion des eingepprägten Stromes gemessen. Ein Stromgenerator liefert den in elf Bereichen kontinuierlich einstellbaren Strom. Diese Stromeinprägung kann entweder statisch oder impulsförmig vorgenommen werden. Der Gesamtbereich ist in zwei sich überschneidende Bereiche unterteilt: für Gleichstrom zwischen $10\ \mu\text{A}$ und $10\ \text{mA}$, für impulsförmigen Strom zwischen $0,3\ \text{mA}$ und $3\ \text{A}$. Die Impulse zur Ansteuerung des Stromgenerators sind netzsynchron und haben eine Folge von $50\ \text{Hz}$ bzw. $60\ \text{Hz}$ (je nach Netzfrequenz); ihre Breite ist wählbar mit 100 , 200 oder $300\ \mu\text{s}$. Dadurch kann die Impulsenergie entsprechend der am Meßobjekt zulässigen Verlustleistung eingestellt werden.



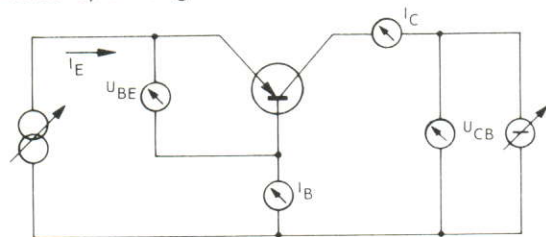
Prinzip der Durchbruch- oder Sperrspannungsmessung von Transistoren.

Messungen von Reststrom und Durchbruchspannung sind Zweipolmessungen, d. h. sie lassen sich an jedem beliebigen Zweipol durchführen.

Messung der Stromverstärkung

Der Emittorstrom wird kontinuierlich einstellbar bei gleichzeitiger Wahl der Kollektorspannung eingepragt. Gemessen werden der Kollektor- und Basisstrom, aus deren Quotienten sich der Wert der Stromverstärkung B ergibt.

Die Messung der Stromverstärkung B geschieht ausschließlich mit Impulsen. Auch hier lassen sich die Impulsbreiten mit $0,3$, 1 und $2\ \text{ms}$ bei einer Impulsfolge von $50\ \text{Hz}$ bzw. $60\ \text{Hz}$ einstellen. Die Kollektor-Basis-Spannung wird von einer Halbwelle der Netzfrequenz gesteuert.



Meßverfahren für die Stromverstärkung.

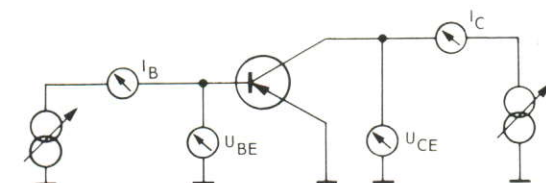
Ein Spitzenspannungsvoltmeter mißt die Kollektor-Basis-Spannung bzw. Basis-Emitter-Spannung im dritten Zeitdrittel des Impulses. Die Meßzeit beträgt $60\ \mu\text{s}$. Der Wert für den Basis- und Kollektorstrom wird über je einen Meßverstärker mit nachfolgender Spitzenspannungsgleichrichtung geführt und von einem Instrument angezeigt.

Messung der Sättigungsspannung

Zwei Stromgeneratoren liefern kontinuierlich und in je acht Stufen unabhängig voneinander einstellbare Ströme. Der eine speist die Kollektor-Emitter-Strecke, der andere die Basis-Emitter-Strecke. Es läßt sich jeder beliebige Arbeitspunkt in der Nähe des Sättigungsbereichs einstellen. Das Meßobjekt wird in Emitterschaltung betrieben.

Impulsbreiten, Impulsfolgen und Tastverhältnisse entsprechen dem Meßverfahren für die Stromverstärkung B . Die Spannungsmessung geschieht einmal zwischen Kollektor und Emittor, zum anderen zwischen Basis und Emittor, jeweils im dritten Zeitdrittel des gewählten Impulses (Meßzeit $60\ \mu\text{s}$). Für Basis- und Kollektorstrommessung dienen die bei der B -Messung erwähnten Verstärker.

Über den Stromgenerator I_C der U_{sat} -Messung lassen sich Zweipole (Leistungsgleichrichter) bis $30\ \text{A}$ durchmessen, wenn sie an Kollektor und Emittor angeschlossen werden. Eingestellt und abgelesen wird dabei I_C , gemessen U_{sat} . Hierzu sind entsprechende Meßfassungen bzw. Meßadapter notwendig.



Meßverfahren für die Sättigungsspannung.

In gleicher Weise erfolgt die Messung der Durchlaßspannung an gesteuerten Gleichrichtern. Dabei entsprechen der Kollektoranschluß der Anode, der Emittoranschluß der Kathode und die Basis der Steuer- elektrode.

Technische Daten

Alle Impulse sind rechteckförmig.

Restströme I_{CBO} , I_{CES} , I_{CEO} , I_{EBO} , (I_{CER} , I_{CEV})¹⁾

Meßbereich	1 nA ... 30 mA
Teilbereiche	0,01/0,03/0,1/0,3/1/3/10 μ A (Schalterstellung $I_R \times 10^{-3}$) Vollausschlag 0,03/0,1/0,3/1/3/10/30 mA (Schalterstellung $I_R \times 1$) Vollausschlag
Anzeige	durch eingebautes Instrument
Strombegrenzung	auf ca. zweifachen Wert des max. Stromes je Teilbereich im Bereich von 0,3 ... 30 mA
Fehlergrenzen	$\pm 2\%$ v.E. $\pm 0,5$ nA
Zul. Grundausschlag nach 1 Std. Einlaufzeit	< 30 nA bis 300 V; < 3 nA bis 30 V; $< 0,3$ nA bis 3 V

Sperrspannung

Einstellbereich	0 ... 300 V (3 mA bis 300 V; 10 mA bis 100 V; 30 mA bis 30 V)
Teilbereiche	0 ... 3/3 ... 10/10 ... 30/30 ... 100/100 ... 300 V
Meßbereiche	3/10/30/100/300 V Vollausschlag
Anzeige	durch eingebautes Instrument
Fehlergrenzen	$\pm 2\%$ v.E.

Durchbruchspannungen $U_{(BR) CBO}$, $U_{(BR) CES}$, $U_{(BR) CEO}$, $U_{(BR) EBO}$, ($U_{(BR) CER}$, $U_{(BR) CEV}$)¹⁾

Meßbereich	3 ... 300 V (0,3 A bis 250 V; 1 A bis 180 V; 3 A bis 80 V)
Teilbereiche	30/100/300 V Vollausschlag
Anzeige	durch eingebautes Instrument
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v.E.

Statische Stromeinprägung

Einstellbereich	10 μ A ... 10 mA
Teilbereiche	10 ... 30/30 ... 100/100 ... 300 μ A 0,3 ... 1/1 ... 3/3 ... 10 mA
Meßbereich	3 μ A ... 10 mA, Umschaltung der Bereiche erfolgt automatisch mit der Einstellung
Teilbereiche	0,03/0,1/0,3/1/3/10 mA Vollausschlag
Fehlergrenzen	$\pm 2\%$ v.E.
Zur Messung des Zenerwiderstandes r_z wird der statisch eingepreßte Strom 10% moduliert (50 Hz);	

$$r_z = \frac{\Delta u_z}{\Delta i_z}$$

Impulsförmige Stromeinprägung

Einstellbereich	0,3 mA ... 3 A
Teilbereiche	0,3 ... 1/1 ... 3/3 ... 10/10 ... 30/30 ... 100/100 ... 300 mA/0,3 ... 1/1 ... 3 A
Meßbereich	0,1 mA ... 3 A
Teilbereiche	1/3/10/30/100/300 mA/1/3 A Vollausschlag, Umschaltung der Bereiche erfolgt automatisch mit der Einstellung
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v.E., bei 3 A $< \pm 4\%$
Stromform	rechteckförmig
Impulsfolge-Frequenz	netzsynchron
Impulsdauer (umschaltbar)	100, 200 oder 300 μ s
Anzeige	durch eingebautes Instrument

Basis-Stromsteuerung in Stellung $U_{(BR) CEO}$ (impulsförmig)

Einstellbereich	0 ... 300 mA
in folgenden Festwerten einstellbar	0/1/3/10/30/100/300 mA (Kurzschlußstrom)
Fehlergrenzen	$\pm 20\%$ vom eingestellten Wert
Impulsfolge-Frequenz	netzsynchron
Impulsdauer	0,6 ms

¹⁾ Messung durch entsprechende externe Beschaltung möglich.

Statische Stromverstärkung $B = I_C/I_B$ (nur impulsförmig)**Basisstrom I_B**

Meßbereich	0,01 mA . . . 10 A
Teilbereiche	0,1/0,3/1/3/10/30/100/300 mA 1/3/10 A Vollausschlag
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v. E. (bis 3 A), $\pm 5\%$ v. E. (bis 10 A)

Kollektorstrom I_C

Einstellbereich	5 mA . . . 30 A
Teilbereiche	5 . . . 30/30 . . . 100/100 . . . 300 mA/ 0,3 . . . 1/1 . . . 3/3 . . . 10/10 . . . 30 A
Meßbereiche	0,03/0,1/0,3/1/3/10/30 A Vollausschlag, Umschaltung der Bereiche erfolgt automatisch mit der Einstellung
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v. E. (bis 3 A), $\pm 5\%$ v. E. (bis 30 A)
Impulsfolge und -dauer wie bei $U_{CE\ sat}$	

Kollektor-Basisspannung U_{CB}

Einstellbereich	0,1 . . . 30 V (3 V bis 30 A; 10 V bis 10 A; 30 V bis 3 A)
Teilbereiche	0,1 . . . 1/1 . . . 3/3 . . . 10/10 . . . 30 V
Meßbereiche	0,1 . . . 30 V
Teilbereiche	1/3/10/30 V Vollausschlag, Umschaltung der Bereiche erfolgt automatisch mit der Einstellung
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v. E.

Basis-Emitterspannung U_{BE}

Meßbereich	30 mV . . . 3 V
Teilbereiche	0,3/1/3 V Vollausschlag
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v. E.

Restspannung $U_{CE\ sat}$ **Basisstrom I_B**

Einstellbereiche	0,3 mA . . . 3 A
Teilbereiche	0,3 . . . 1/1 . . . 3/3 . . . 10/10 . . . 30/30 . . . 100/ 100 . . . 300 mA/0,3 . . . 1/1 . . . 3 A
Meßbereich	0,1 mA . . . 3 A
Teilbereiche	1/3/10/30/100/300 mA/1/3 A Vollausschlag
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v. E.
Impulsfolgefrequenz	netzsynchron
Impulsdauer (umschaltbar)	0,55; 1,3 oder 2,4 ms ($\pm 10\%$)
Anzeige	durch eingebautes Instrument

Kollektorstrom I_C

Einstellbereich	3 mA . . . 30 A
Teilbereiche	3 . . . 10/10 . . . 30/30 . . . 100/100 . . . 300 mA/ 0,3 . . . 1/1 . . . 3/3 . . . 10/10 . . . 30 A
Meßbereich	1 mA . . . 30 A
Teilbereiche	10/30/100/300 mA/1/3/10/30 A Vollausschlag
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v. E. (bis 3 A), $\pm 5\%$ v. E. (bis 30 A)
Impulsfolgefrequenz	netzsynchron
Impulsdauer (umschaltbar)	0,3; 1 oder 2 ms ($\pm 10\%$)
Anzeige	durch eingebautes Instrument

Kollektor-Emitterspannung $U_{CE\ sat}$, Basis-Emitterspannung $U_{BE\ sat}$

Meßbereich	10 mV . . . 10 V
Teilbereiche	0,1/0,3/1/3/10 V Vollausschlag
Fehlergrenzen	$\pm 3\%$ v. E.

Allgemeine Daten

Fehler bei Gehäusetemperatur-Messungen am Meßobjekt	$\leq \pm 5\% \pm 1^\circ\text{C}$ vom Meßwert
Programmierung	zur Wahl der Meßart an rückwärtigen Steckern
Registriererausgänge	$R_i = 4,4\text{ k}\Omega$, $U_{\max} = 88\text{ mV}$
Netzanschluß	115/125/220/235 V $\pm 10\%$, 47 . . . 60 Hz (95 VA)
Farbe	grau, RAL 7001
Beschriftung	zweisprachig: deutsch/englisch
Abmessungen (B×H×T)	538 × 333 × 352 mm (R&S-Normkastengröße 59)
Gewicht	37 kg
Bestückung	3 Röhren, 118 Transistoren
Bestellbezeichnung	► Leistungstransistor-Meßgerät TLM BN 2521/3

Mitgeliefertes Zubehör	1 Lampenzieher RLT 02000
	8 Kleinlampen RLT 22421
	2 Ersatzsicherungen 1 A T1B DIN 41 571
	2 Ersatzsicherungen 1,6 A T 1,6 D DIN 41 571
	2 Sicherungen 2 A T2D DIN 41 571
	2 Sicherungen 2,5 A T 2,5 D DIN 41 571
	1 Programmierstecker BN 2521/3-1.30
	1 Programmierstecker BN 2521/3-1.31
	1 Transistor-Meßfassung TO-5/TO-18 BN 2521/3-15



Folgende Transistor-Meßfassungen ergänzen das Transistor-Meßgerät TLM (gesondert zu bestellen):

Transistor-Meßfassung TO-3/TO-41

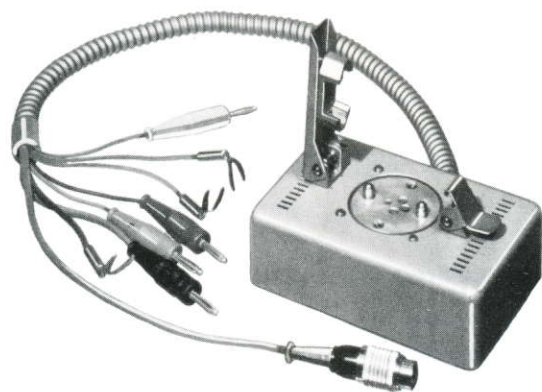
Mit eingebautem Thernewid zur Messung der Temperatur des Kühlklotzes

Widerstand bei $T_u = 20^\circ\text{C}$

$$R_{20} = 1\text{ k}\Omega \pm 3\%$$

Temperaturkoeffizient

$$TK_{R20} = -4,1\%/^\circ\text{C}$$



Diese Meßfassung hat eine Zuleitung von 50 cm mit einem Drahtquerschnitt von $2,5\text{ mm}^2$. Die Meßanschlüsse sind Potentialklemmen mit einem Übergangswiderstand von 1 bis $5\text{ m}\Omega$.

Bestellbezeichnung ► Transistor-Meßfassung TO-3/TO-41 BN 25211

Transistor-Meßfassung TO-5/TO-7/TO-18



Diese Meßfassung hat eine Zuleitung von 40 cm mit einem Drahtquerschnitt von 1,23 mm². Die Meßanschlüsse sind Potentialklemmen mit einem Übergangswiderstand von 10 bis 50 mΩ.

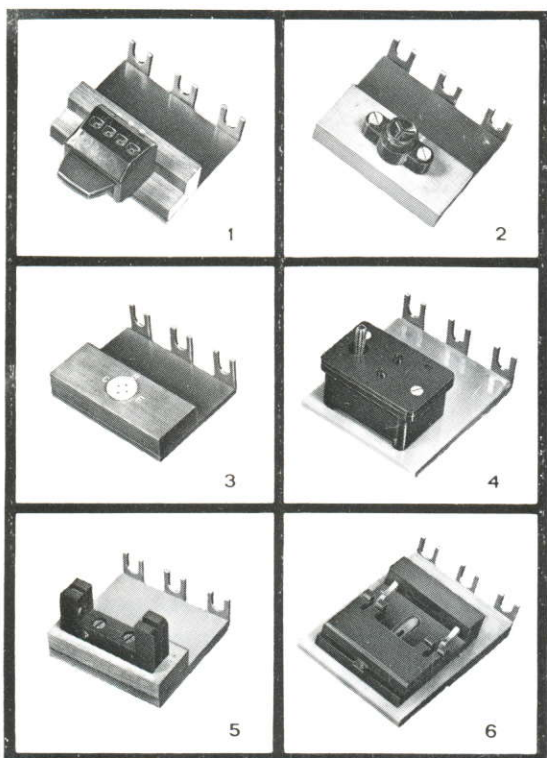
Bestellbezeichnung ▶ Transistor-Meßfassung TO-5/TO-7/TO-18
BN 25212

Transistor-Meßfassung DIN 9A2/9A3

Technische Daten und Ausführung entsprechen der Transistor-Meßfassung TO-3/TO-4 BN 25211

Bestellbezeichnung ▶ Transistor-Meßfassung 9A2/9A3 BN 25213

Ausführlichere Angaben über Meßfassungen zum TLM siehe Datenblatt 252110.



Nebenstehende Bilder zeigen noch weitere Meßfassungen

z. B. für Gehäusegrößen

- 1 Transistor-Meßfassung BN 2521-15 TO-5/TO-18
- 2 Transistor-Meßfassung BN 2521-30 TO-18
- 3 Transistor-Meßfassung BN 2521-31 TO-5
- 4 Transistor-Meßfassung BN 2521-32 TO-3
- 5 Gleichrichter-Meßfassung BN 2521-33
- 6 Dioden-Meßfassung BN 2521-34

LEISTUNGSTRANSISTOR-MESSGERÄT TLM