



Tauchprobensatz zur Tk-Bestimmung

07163.00

Betriebsanleitung



Abb. 1: Tauchprobensatz

1 ZWECK UND BESCHREIBUNG

Unter Verwendung des Tauchprobensatzes Abb.1 können die elektrischen Eigenschaften unterschiedlicher Bauteile und Materialien bei definierten Temperaturen (bis etwa 100° C) untersucht werden. Der Tauchprobensatz enthält folgende Bauteile:

- Kohleschichtwiderstand
- Metallfilmwiderstand
- PTC-Widerstand
- NTC-Widerstand
- Kupferdraht
- Konstantandraht (CuNi)
- Silizium-Diode
- Germanium-Diode
- Z-Diode 2,7 V
- Z-Diode 6.8 V

2 HANDHABUNG

Der Tauchprobensatz wird wasserdicht umhüllt von einem der im Lieferumfang enthaltenen hitzefesten Kunststoff-Beutel in ein thermostatisiertes Wasserbad gegeben. Auf diese Weise können folgende Größen als Funktion der (exakt einstellbaren) Temperatur gemessen werden:

- Widerstand bei Leitern (Metallen)
- Widerstand bei Halbleitern
- Diodendurchlaßspannung (Si, Ge)
- Diodensperrstromstärke (Si, Ge)
- Z-Spannung bei Zener-Effekt
- Z-Spannung beim Avalanche-Effekt

Aus den Meßwerten lassen sich dann weitere Größen wie z.B. Temperaturkoeffizienten berechnen.

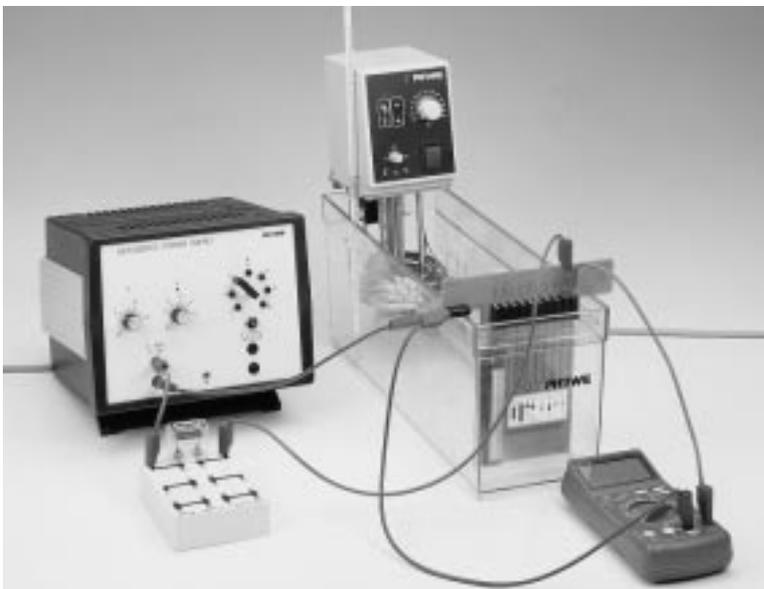


Abb. 2 zeigt einen geeigneten Versuchsaufbau. Es empfiehlt sich, ausgehend von einer niedrigen Wassertemperatur bei voller Leistung des Umwälzthermostaten entweder während der Aufheiz- oder (nach Erreichen der Maximaltemperatur und Abschalten der Heizung) während der Abkühlphase etwa alle 10 K Messungen durchzuführen. Die Widerstandswerte werden direkt mit dem Digital-Multimeter gemessen. Die Diodenspannungen werden gemessen, nachdem die Dioden über einen 4,7 k Ω - Widerstand an eine Spannung von 10 V- gelegt sind.

Der Beutel soll möglichst dicht am Tauchprobensatz anliegen, deshalb Luft vor dem Eintauchen herausdrücken. Nicht ohne Schutzbeutel im Wasser betreiben!

Abb. 2: Versuch zur Messung der Temperaturabhängigkeit elektrischer Kennwerte bei elektronischen Bauteilen.

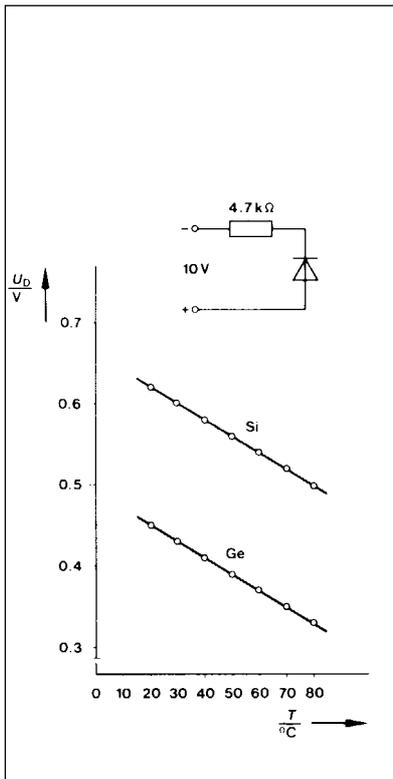


Abb. 3: Die Durchlaßspannung von Halbleiterdioden als Funktion der Temperatur

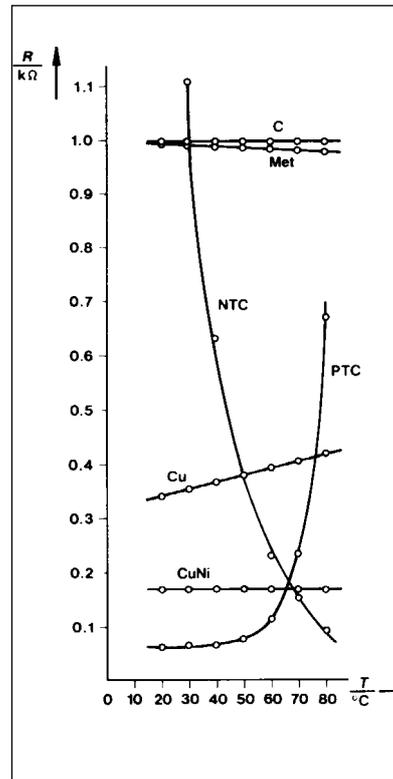


Abb. 4: Der Widerstand einiger Materialien und Bauteile als Funktion der Temperatur

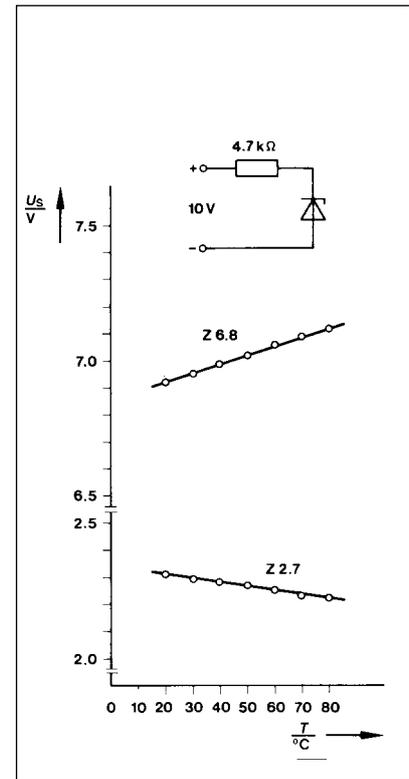


Abb. 5: Sperrspannung von Z-Dioden als Funktion der Temperatur

3 MESSBEISPIELE

Die Diagramme zeigen eine Auswahl der Meßergebnisse. Sehr deutlich zeigt sich das durch den Avalanche- bzw. Zener-effekt bedingte unterschiedliche Vorzeichen des Temperaturkoeffizienten der Sperr-Spannung zweier Z-Dioden (Abb. 3). In der Praxis werden Z-Dioden mit einer Z-Spannung von etwa 5 V zur Erzeugung besonders temperaturstabiler Referenzspannungen verwendet, da hier der Temperaturkoeffizient nahezu Null wird.

Aus den Meßwerten des Kupferdrahtes (Abb. 4) berechnet sich nach

$$\alpha_R = \frac{R - R_a}{R_a (\vartheta - \vartheta_a)}$$

R (ϑ_a = Anfangstemperatur, ϑ = Endtemperatur, R = Widerstand bei ϑ , R_a = Widerstand bei ϑ_a)

der Temperaturkoeffizient α_R zu

$$\alpha_R = 3.91 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (Kupfer),}$$

was sehr gut mit entsprechenden Literaturwerten übereinstimmt.

Interessant ist auch der nahezu lineare Zusammenhang zwischen Durchlaßspannung und Temperatur bei Halbleiter-Dioden (Abb. 5). Diese können daher auch zu Temperaturmessungen herangezogen werden.

4 TECHNISCHE DATEN

Z-Dioden

(bei $T_U = 25^\circ \text{C}$)

Nennspannung

U_Z bei $I_Z = 5 \text{ mA}$

Leistung

Arbeitsstrom

Temperatur

koeffizient CT

ZPD 2.7

$2.7 \pm 7.41\%$

max. 0.5 W

max. 160 mA

$-9 \dots -4 \cdot 10^{-4}/\text{K}$

ZPD 6.8

$6.8 \pm 5.9\%$

max. 0.5 W

max. 58 mA

$+2 \dots +7 \cdot 10^{-4}/\text{K}$

Si Diode (1 N 4005)

Durchlaßspannung U_F bei 0.1 A

Nennstrom

Sperrstrom bei $U_R = 800 \text{ V}$,

$T_i = 25^\circ \text{C}$

ca. 0.55 V

1 A

max. 5A

Ge-Diode (AA 118)

Durchlaßspannung

U_F bei $I_F = 10 \text{ mA}$

bei $I_F = 0.1 \text{ mA}$

Richtstrom bei

$U_R = 75 \text{ V}$, $T_U = 75^\circ \text{C}$

Sperrstrom bei $U_R = 75 \text{ V}$,

typ. 1.05 V

typ. 0.18 V

max. 5 mA

typ. 35 μA

PTC-Widerstand

(Kaltleiter, Typ Q 63100-P330-C12, SIEMENS)

Kaltwiderstand bei $T_U = 25^\circ \text{C}$

Anfangstemperatur

(Beginn d. pos. TK)

Anfangswiderstand bei 30°C

Nennwiderstand bei 60°C

TK im steilsten Bereich

der Kennlinie

Grenztemperatur

ca. 60 Ω

30°C

30 Ω

100 Ω

20%/K

max. 140°C

NTC-Widerstand

(Heißleiter, Typ 2322 610 11132, VALVO)

Widerstand bei $T_U = 25^\circ \text{C}$	1300 $\Omega \pm 20\%$
Therm. Abkühlkonstante	60 s
Bauteilkonstante $\beta_{25/85}$	5450 K
Temperaturkoeffizient	-6.15%/K
Leistung bei $T_U = 55^\circ \text{C}$	max. 1 W

Metallschicht-Widerstand

Nennwiderstand	1 k $\Omega \pm 2\%$
Temperaturkoeffizient	$\pm 0 \dots 50 \cdot 10^{-6}/\text{K}$
Leistung bei $T_U = 70^\circ \text{C}$	max. 0.5 W

Kohleschicht-Widerstand

Nennwiderstand	1 k $\Omega \pm 5\%$
Temperaturkoeffizient	$-240 \cdot 10^{-6}/\text{K}$
Leistung bei $T_U = 70^\circ \text{C}$	max. 0.5 W

Kupferdraht-Widerstand

Widerstand bei $T_U = 20^\circ \text{C}$	351 $\Omega \pm 1\%$
Draht-Cu-Durchmesser	0.05 mm
Drahtlänge	ca. 40 m
Temperaturkoeffizient	0.004/K
Belastungsstrom	max. 5 mA

CuNi-Draht-Widerstand (Konstantan)

Widerstand bei $T_U = 20^\circ \text{C}$	172 $\Omega \pm 1\%$
Drahtdurchmesser	0.2 mm
Drahtlänge	ca. 11 m
Temperaturkoeffizient	$-3 \cdot 10^{-5}/\text{K}$
Belastungsstrom	max. 50 mA

Sonstige Werte

Eintauchbreite und	
-tiefe der Vorrichtung	100 mm x 105 mm
Breite des oberen Quersteges	180 mm
Gefrierbeutel-Maße (B x L)	180 mm x 250 mm
Anschlußbuchsen-Durchmesser	4 mm
Betriebstemperatur	max. 100° C

5 MATERIAL

Taauchprobensatz zur TK-Bestimmung	07163.00
Umwälzthermostat bis 85° C	08482.93
Bad für Thermostat, 4 l, Kunststoff	08482.93
Digital-Handmultimeter 10 A, LCD	07133.00
Thermostatenbrücke mit Kühlschlauch	08482.02
Netzgerät, universal	11704.93
Widerstand 4,7 k Ω , in Steckerkästchen	39104.27
Schaltkasten	06030.23
Verbindungsleitungen	