

1 Widerstandsmessung

Digital Multimeter DMM Model 177

Function	Range (Ω)	Accuracy 18°C to 28°C
Ω (Ohms)	20	0,05% Rdg + 3D
	200	0,05% Rdg + 2D
	2k	0,04% Rdg + 1D
	20k	
	200k	
	2000k	
	20M	0,1% Rdg + 1D

- a) Geben Sie die Messunsicherheiten einer Widerstandsbestimmung mit dem 5-stelligen DMM Model 177 an, wenn der angezeigte Wert 12,345 Ω beträgt. (Messung im günstigsten Messbereich)
- b) Für welche Widerstände ist eine relative Messunsicherheit im 20 M Ω -Bereich von mehr als $\pm 0,2\%$ zu erwarten?
- [Lösung: a) 12,345 $\Omega \pm 0,009 \Omega$, b) $R_X \leq 1,00 \text{ M}\Omega$]

2 Indirekte Leistungsmessung

Es wurde der ohmsche Widerstand R sowie die an diesem abfallende Spannung U wie folgt gemessen:

- $R = 1,44 \text{ k}\Omega$, 3-stellig digital, Meßbereich: 2k Ω , mit Garantiefehlergrenzen $\Delta R = (1\% \text{ Rdg} + 3\text{D})$ und
- $U = 12,0 \text{ V}$ (Meßbereich 30V, Güteklasse: $G_K = 1,5$).

Die Güteklasse gibt den prozentualen Fehler bei Vollausschlag des Meßinstrumentes an. Errechnen Sie daraus die in R umgesetzte Leistung P mit Messunsicherheit $\pm \Delta P$.

[Lösung: 0,10W $\pm 0,01\text{W}$]

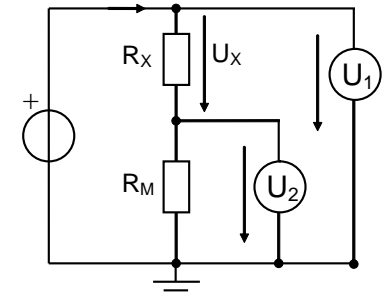
3 Fehlerfortpflanzung

In der Schaltung werden die beiden Spannungen mit einem 4-stelligen Voltmeter gemessen, dessen Messunsicherheit mit $\Delta U = 0,5\% \text{ Rdg} + 5\text{D}$ (im Meßbereich 20V) angegeben ist:

- $U_1 = 12,45 \text{ V}$
- $U_2 = 6,88 \text{ V}$

$$R_M = 20,0 \Omega \pm 0,1 \Omega.$$

Der Eingangswiderstand des Voltmeters kann als groß gegen R_X und R_M vorausgesetzt werden.



- a) Wie groß ist der unbekannte Widerstand R_X ohne Berücksichtigung der Meßfehler?
- b) Wie groß sind die (absoluten) Messunsicherheiten ΔU_1 und ΔU_2 von U_1 und U_2 ?
- c) Die Messunsicherheit der Spannung U_X über R_X ist $\Delta U_X = \Delta U_1 + \Delta U_2$. Wie groß ist dann die relative Unsicherheit von

$$R_X = \frac{U_X}{U_2} R_M$$

gemäß Fehlerfortpflanzung?

[Lösung: a) 16,19 Ω b) $\Delta U_1 = 0,112 \text{ V}$, $\Delta U_2 = 0,084 \text{ V}$ c) $16,19 \Omega \cdot (1 \pm 5,3\%)$]

4 Logarithmische Darstellung von Messungen

Üben Sie den Umgang mit logarithmischem Papier.
(selbst ausdrucken unter www.papersnake.de)

An einem nichtlinearen Verbraucher wurde die Spannung U als Funktion der Stromstärke I punktweise gemessen:

I/mA	0,35	0,55	0,75	1,70	3,0	7,50	13,0	25,0	40,0	75,0
U/V	1,5	2,5	2,5	3,5	5,5	7,5	11,0	12,0	16,0	20,0

- Stellen Sie $U(I)$ graphisch im $\lg\text{-}\lg$ -Diagramm dar.
- Legen Sie eine „beste Gerade“ durch die Messpunkte. Die U - I -Kennlinie soll durch einen Ansatz der Form
$$\frac{U}{V} = K \left(\frac{I}{\text{mA}} \right)^q$$
angepasst werden.
- Bestimmen Sie die Parameter „ K “ und „ q “ graphisch aus der „besten Geraden“.
- Stellen Sie - zusätzlich - die Kennlinie $R = 40 \, \Omega$ im doppeltlogarithmischen Diagramm dar.

[Lösung: $K \approx 2,9$; $q \approx 0,46$, Lösung s. letzte Seite]

5 Lineare und nichtlineare Kennlinie im $\lg\text{-}\lg$ -Diagramm

Stellen Sie die Kennlinien zwischen 1 und 100 mA für

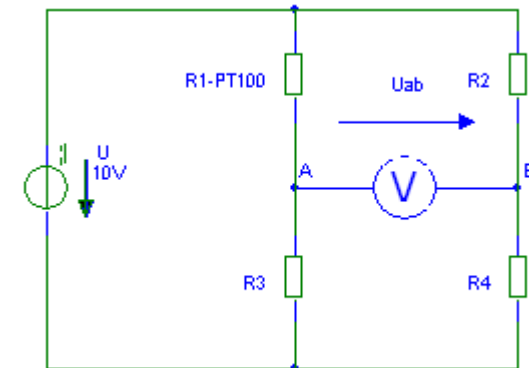
- $G_1 = 0,25 \text{ mS}$ und
- $\frac{U}{V} = 0,2 \cdot \left(\frac{I}{\text{mA}} \right)^2$ im $\lg\text{-}\lg$ -Diagramm dar.

Vergessen Sie nicht die Kurven mit a) und b) zu kennzeichnen.

[Lösung siehe letzte Seite]

6 Wheatstone'sche Brücke (Klausur 2007)

Für die Messung der Raumtemperatur, die im Mittel bei 20°C liegt, wird ein Pt-100 Sensor, eine Wheatstone'sche Brücke und ein Voltmeter mit einem hohen Innenwiderstand verwendet. Die Brücke wird mit $U = 10 \text{ V}$ versorgt.



Das Temperaturverhalten des Pt-100 kann im Bereich von 0°C bis 100°C durch eine lineare Funktion mit dem Temperaturkoeffizienten $\alpha = 3,85 \cdot 10^{-3} / \text{K}$ und dem Widerstand $R_0 = 100 \, \Omega$ bei 0°C beschrieben werden.

- Bestimmen Sie den Widerstand des Temperatursensors bei $\vartheta = 20^\circ\text{C}$.
- Welchen Wert würden Sie für die Widerstände R_2 , R_3 und R_4 wählen? Begründen Sie.
- Sie wollen eine Temperaturskala an dem analogen Voltmeter anbringen. Nehmen Sie im folgenden an, dass Sie einen Satz identischer $100 \, \Omega$ Widerstände für R_2 , R_3 und R_4 haben. Erstellen Sie eine Tabelle, die einer Temperatur die jeweilige Spannung zuordnet. Die Tabelle soll Temperaturwerte zwischen 19°C und 21°C in Schritten von 1°C enthalten.
- Bestimmen Sie die Brückenempfindlichkeit bei $\vartheta = 0^\circ\text{C}$ für $R_2 = R_3 = R_4 = 100 \, \Omega$.

[Lösung auf Folgeseite]

[Lösung zu Aufgabe 6:

a) $R(\vartheta=20^{\circ}\text{C}) = 107.7\Omega$

b) alle identisch und gleich 107.7Ω weil:

- Brücke ist bei mittlerer Temperatur abgeglichen
- höchste Empfindlichkeit bei Brückenverhältnis $a = 1$

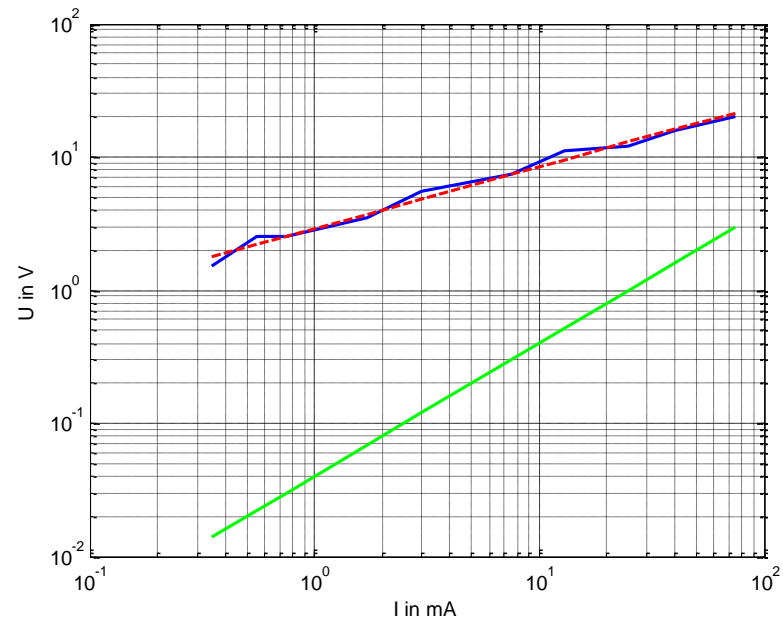
c) $U_{ab} = U (R_3/(R_1+R_3) - R_4/(R_2+R_4))$

oder $U_{ab} = U \cdot \Delta R / (4 \cdot R) = \alpha U / 4 \cdot \Delta \vartheta$ (Näherung für Viertelbrücke)

Temperatur	U_{ab}	Näherung	R
19°C	-176.4 mV	-182.9 mV	107.315Ω
20°C	-185.4 mV	-192.5 mV	107.7Ω
21°C	-194.3 mV	-202.1 mV	108.085Ω

d) $E_0 = U/R_1 \cdot (a/(1+a)^2) = 10\text{V} / 100\Omega / 4 = 25 \text{ mV}/\Omega$ mit $a=1$

Lösung zu Aufgabe 4:



Lösung zu Aufgabe 5:

