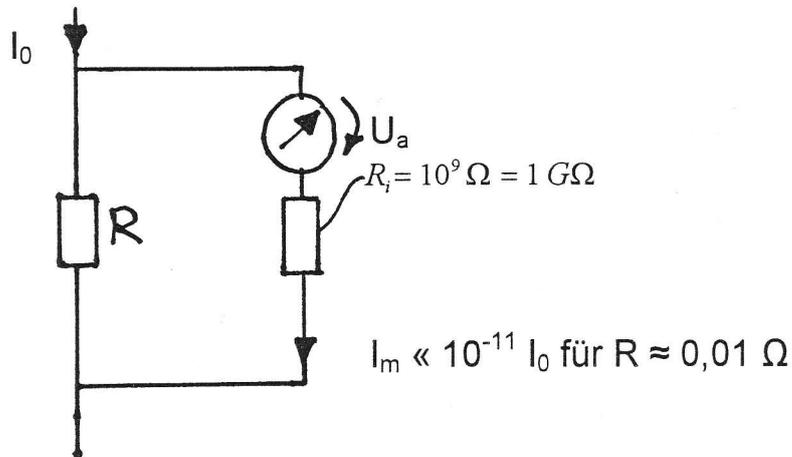


## Aufgabe 1: Stromstärkemessung

Die Stromstärke  $I$  wird durch Messung des Spannungsabfalls  $U_a$  an einem bekannten Strommesswiderstand  $R$  bestimmt.



- Messung von  $U_a$  wird  $N \gg 10$  x wiederholt ( $x_1$ , Typ A):  
Mittelwert  $U_{a,0} = 100,03 \text{ mV}$   
Experimentell ermittelt Varianz des Mittelwertes  $u^2(x_1) = 8,1 \cdot 10^{-10} \text{ V}^2$
- Fehlergrenzen des Multimeters ( $x_2$ , Typ B) für den Messbereich 200 mV durch den Hersteller angegeben:  
0,025 % der Messgröße und 0,01 % des Messbereiches
- Kalibrierdaten des Strommesswiderstandes  $R$  ( $x_3$ , Typ B) für  $I = 10 \text{ A}$ ,  
 $\vartheta = 23^\circ\text{C}$ :  
 $R = 0,010018 \Omega$   
 $u(x_3)/x_3 = 6 \cdot 10^{-4}$  für  $k = 2$   
 $\alpha_R = 5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  im Intervall  $15^\circ\text{C} \leq \vartheta \leq 25^\circ\text{C}$
- Umgebungstemperatur  $\vartheta$  ( $x_4$ )  
 $\Delta\vartheta = \pm 3 \text{ K}$  (Rechteckverteilung = Typ B)

Ermitteln Sie die Stromstärke (vollständiges Ergebnis)!

## Aufgabe 2: Piezoresistiver Drucksensor

---

Ein piezoresistiver Absolutdrucksensor hat folgende Druckabhängigkeit der Ausgangsspannung  $V_{\text{out}}$

$$\frac{V_{\text{out}}}{V_0} = A \cdot p \quad (p \text{ Druck}).$$

Gegeben sind die folgenden Werte und Unsicherheitseinflüsse:

A	Übertragungsfaktor	0,2 (1 ± 0,5 %) bar <sup>-1</sup>
V <sub>0</sub>	Speisespannung	12 (1 ± 0,5 %) V
V <sub>Display</sub>	angezeigte Spannung	6,45 V
ΔV <sub>Display, 0</sub>	Digitale Auflösung der Offsetspannung (1 digit = 1mV)	
ΔV <sub>Display, MV</sub>	Digitale Auflösung des Messwertes (1 digit = 1mV)	
ΔV <sub>out</sub>	Im Datenblatt angegebenes Toleranzband des DVM im Temperaturbereich (15...25)°C	± 6,2 · 10 <sup>-4</sup> · V <sub>MV</sub> ± 10 <sup>-4</sup> · V <sub>FS</sub> (V <sub>FS</sub> = 10 V)
Δp <sub>A</sub>	Unbekannte Höhenabweichung	± 0,5 mbar

Berechnen Sie das komplette Messergebnis für eine Vertrauenswahrscheinlichkeit von 95 %!

Bestimmen Sie die Beiträge der einzelnen Messunsicherheitseinflüsse auf die Gesamtmessunsicherheit des Drucksensors!

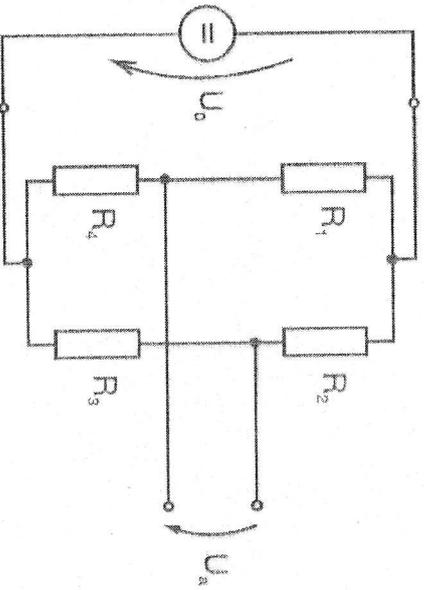
Hinweis: Das Messunsicherheitsbudget ist einfach mit der GUM-Workbench ([www.metro-data.de](http://www.metro-data.de)) berechenbar.

## Aufgabe 2: Nichtlinearität von resistiven Sensoren

Sensoren, bei denen die Meßgröße  $x$  eine relative Widerstandsänderung

$$r(x) = \frac{R(x) - R_0(x=0)}{R_0} = \frac{\Delta R}{R_0}$$

hervorrufen (i. allgm. mit  $r(x=x_0) \ll 1$ ), werden überwiegend in Wheatstonebrücken betrieben.



- a) Berechnen Sie das Ausgangsspannungsverhältnis  $U_a/U_0 = f(R_1, R_2, R_3, R_4)$ !

- b) Vergleichen Sie Übertragungsfaktor  $B$  und (Tangenten-) Linearitätsfehler  $F_L$  für

b1) eine Viertelbrücke mit

$$R_1 = R_0(1+r), \\ R_2 = R_3 = R_4 = R_0$$

b2) eine Halbbrücke mit

$$R_1 = R_2 = R_0(1+r), \\ R_3 = R_4 = R_0$$

b3) eine Halbbrücke mit

$$R_1 = R_0(1+r), \\ R_2 = R_0(1-r), \\ R_3 = R_4 = R_0$$

Betrachten Sie dabei die relative Widerstandsänderung  $r$  als "Quasi" meßgröße:

$$\frac{U_a}{U_0} = B \cdot r(1 + F_L)$$