

2.4.3 Messung von Differenztemperaturen mit 2 Thermo- elementen

Sachworte: Temperaturmessung, Differenztemperatur, Thermoelement

Zur Messung der Temperaturdifferenz $\vartheta_A - \vartheta_B$ zwischen den beiden Messstellen A und B werden nach Bild 1 zwei baugleiche Eisen-Konstantan-Thermoelemente eingesetzt. Alle Verbindungsstellen der Thermomaterialien seien vereinfacht auf der gleichen Umgebungstemperatur ϑ_u . ϑ_u , ϑ_A und ϑ_B sind Temperaturwerte in °C.

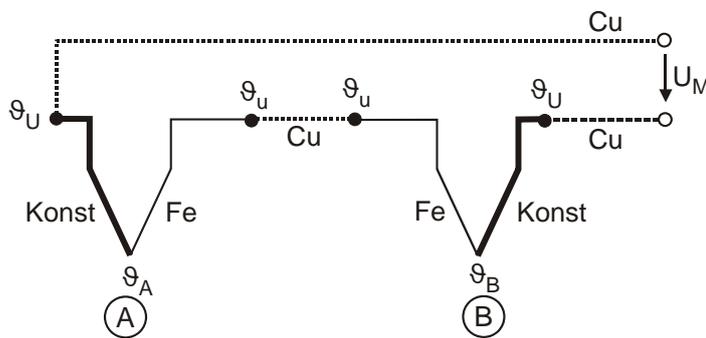


Bild 1

Die Zahlenwerte der Thermoelektrischen Spannungsreihe sind für die beiden Materialien Eisen (Fe) und Konstantan (Konst) der Tabelle 2.3 des Buches entnommen.

$$K_{\text{FePt}} = +1,9 \text{ mV}/100 \text{ K}$$

$$k_{\text{KonstPt}} = -3,1 \text{ mV}/100 \text{ K}$$

- a) Wie groß ist die Empfindlichkeit k_{FeKonst} der beiden Thermoelemente zahlenmäßig in mV/100 K?

$$k_{\text{FeKonst}} = k_{\text{FePt}} - k_{\text{KonstPt}} = \frac{1,9 \text{ mV}}{100 \text{ K}} - \frac{-3,1 \text{ mV}}{100 \text{ K}} = 5,0 \frac{\text{mV}}{100 \text{ K}} \quad (1)$$

- b) Geben Sie die Messspannung U_M abhängig von der Empfindlichkeit k_{FeKonst} der Thermoelemente und den gegebenen Celsius-Temperaturen an.

$$k_{\text{CuKonst}} \vartheta_u + k_{\text{KonstFe}} \vartheta_A + k_{\text{FeCu}} \vartheta_u + k_{\text{CuFe}} \vartheta_u + k_{\text{FeKonst}} \vartheta_B + k_{\text{KonstCu}} \vartheta_u - U_M = 0 \quad (2)$$

Aufgelöst nach U_M reduziert sich mit $k_{xy} = -k_{yx}$ die obige Gleichung auf:

$$U_M = k_{\text{KonstFe}} \vartheta_A + k_{\text{FeKonst}} \vartheta_B$$

$$U_M = k_{\text{KonstFe}} (\vartheta_A - \vartheta_B) \quad (3)$$

c) Diskutieren Sie den Einfluss der Umgebungstemperatur ϑ_u auf die Messspannung U_M .

Nach Gl. (3) ist die Messspannung nur von den beiden Messstellentemperaturen ϑ_A und ϑ_B nicht aber von der Umgebungstemperatur ϑ_i abhängig, die hier als Störgröße unerwünscht wäre. Dies zeigt, dass sich mit dem Prinzip der Differenzbildung der Einfluss von Störgrößen wirksam unterdrücken lässt.

**d) Gemessen wird eine Spannung von $U_M = 220 \mu\text{V}$.
Wie groß ist die Temperaturdifferenz $\vartheta_A - \vartheta_B$?**

Aus Gl. (3) folgt:

$$\vartheta_A - \vartheta_B = \frac{U_M}{k_{\text{Konst Fe}}} = \frac{220 \mu\text{V}}{5,0 \frac{\text{mV}}{100 \text{ K}}} = \frac{220 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot 100 \text{ K}}{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ V}} = 4,4 \text{ K} = 4,4 \text{ }^\circ\text{C} \quad (4)$$

Temperaturdifferenzen können als Celsius-Temperaturen in „ $^\circ\text{C}$ “ oder wegen der Differenzbildung gleichwertig als absolute Temperaturen in „K“ angegeben werden. Dabei sind naturgemäß die Zahlenwerte der Ergebnisse gleich, wie z.B. hier „4,4“.

信