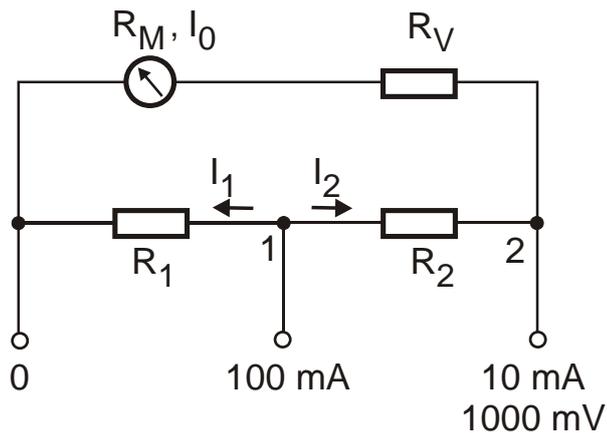


2.1.3 Messbereichserweiterung 2 bei einem Drehspulinstrument

Sachworte: Messbereichserweiterung, Drehspulinstrument

Ein Drehspulinstrument (Innenwiderstand R_M , Strom I_0 bei Vollausschlag) soll für die in Bild 1 eingezeichneten Messbereiche ausgelegt werden.



gegeben:

$$R_M = 100 \Omega$$

$$I_0 = 8 \text{ mA}$$

Bild 1

a) Berechnen Sie R_V .

Am Knoten 2 liegt bei Vollausschlag im 10 mA-Bereich die Spannung 1000 mV an. Durch das Messgerät und durch R_V fließt der Strom $I_0 = 8 \text{ mA}$. Daraus folgt:

$$(R_M + R_V) I_0 = 1000 \text{ mV}$$

$$R_V = \frac{1000 \text{ mV}}{I_0} - R_M = \frac{1000 \text{ mV}}{8 \text{ mA}} - 100 \Omega = 25 \Omega \quad (1)$$

b) Berechnen Sie R_1 und R_2 .

Um die beiden unbekanntenen Widerstände R_1 und R_2 zu bestimmen, sind 2 unabhängige Gleichungen erforderlich.

Überlegung 1:

Im 10 mA-Bereich fließt bei Vollausschlag in den Knoten 2 ein Strom von 10 mA, der sich nach der Knotenpunktregel aufteilt in den Messwerkstrom $I_0 = 8 \text{ mA}$ und den Strom 2 mA durch die beiden Widerstände R_1 und R_2 . Der Spannungsabfall über R_1 und R_2 beträgt 1000 mV. Daraus folgt:

$$(R_1 + R_2) \cdot 2 \text{ mA} = 1000 \text{ mV} \Rightarrow R_2 = 500 \Omega - R_1 \quad (2)$$

Überlegung 2:

Im 100 mA-Bereich fließt bei Vollausschlag durch die Widerstände R_2 , R_V und durch den Messwerkwiderstand R_m ein Strom $I_2 = I_0 = 8\text{mA}$ und entsprechend über R_1 ein Strom von $I_1 = 100\text{ mA} - I_0 = 100\text{ mA} - 8\text{ mA} = 92\text{ mA}$ (Stromsummation an Knoten 1).

Mit der Formel für den Stromteiler, bestehend aus dem Zweig mit R_1 und dem Zweig aus R_2 , R_V und R_m , lautet die 2. der gesuchten Gleichungen:

$$\frac{R_1}{R_2 + R_V + R_m} = \frac{8\text{ mA}}{92\text{ mA}} \Rightarrow R_1 = \frac{8}{92} \cdot (R_2 + R_V + R_m) \quad (3)$$

Nun wird Gl. (2) in Gl. (3) eingesetzt und so die erste Unbekannte R_2 eliminiert:

$$R_1 = \frac{8\text{ mA}}{92\text{ mA}} \cdot (500\ \Omega - R_1 + R_V + R_m) \quad (4)$$

Auflösen von Gl. (4) nach R_1 ergibt mit dem Ergebnis von Gl. (2) den ersten der beiden gesuchten Widerstände:

mit $R_V = 25\ \Omega$ nach Gl. (2) und $R_m = 100\ \Omega$

$$R_1 \left(\frac{92}{8} + 1 \right) = 500\ \Omega + R_V + R_m = 500\ \Omega + 25\ \Omega + 100\ \Omega \quad (5)$$

$$R_1 = \frac{625 \cdot 8}{100} \Omega = 50\ \Omega$$

Der zweite gesuchte Widerstand berechnet sich aus Gl. (2) zu:

$$R_2 = 500\ \Omega - R_1 = 500\ \Omega - 50\ \Omega = 450\ \Omega$$

Ein anderer etwas längerer Lösungsweg besteht darin, wie oben im Knoten 1 die Stromgleichung aufzustellen, dann aber statt des Stromteilers eine Maschengleichung über die Widerstände R_1 , R_2 , R_V und R_M zu verwenden.

信