

2.1.2 Messbereichserweiterung 1 bei einem Drehspulinstrument

Sachworte: Messbereichserweiterung, Drehspulinstrument

Ein Drehspulinstrument mit dem Innenwiderstand R_M und Vollausschlag bei I_0 soll für die Messbereiche 10 mA und 10 V ausgelegt werden (Bild 1).

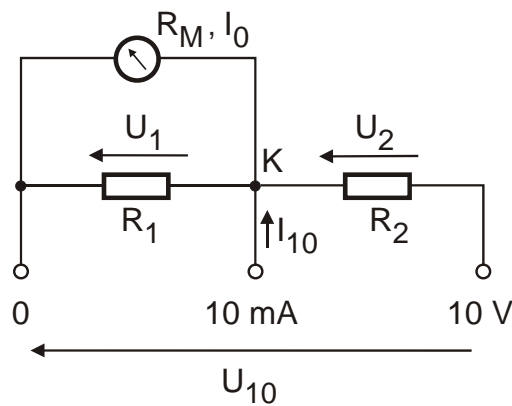


Bild 1

Gegeben sind folgende Zahlenwerte: $R_M = 200 \Omega$ und $I_0 = 2 \text{ mA}$.

a) Dimensionieren Sie R_1 allgemein und zahlenmäßig.

Die 10 V- Klemme ist nicht beschaltet und es wird nur der 10 mA- Anschluss betrachtet.

Zunächst wird die Knotenpunktregel auf den Knoten K angewendet.

$$I_1 = I_{10} - I_0 = 10 \text{ mA} - 2 \text{ mA} = 8 \text{ mA} \quad (1)$$

Entsprechend der Stromteilerregel verhalten sich die beiden Ströme I_0 und I_1 umgekehrt proportional zu den beteiligten Widerständen R_1 und R_2 .

$$\frac{R_1}{R_M} = \frac{I_0}{I_1} \Rightarrow R_1 = \frac{I_0}{I_1} R_M = \frac{2 \text{ mA}}{8 \text{ mA}} 200 \Omega = 50 \Omega \quad (2)$$

b) Dimensionieren Sie R_2 allgemein und zahlenmäßig.

Die 10 mA- Klemme ist nicht beschaltet und es wird nur der 10 V- Anschluss betrachtet

Die Spannung U_1 am Widerstand R_M beträgt:

$$U_1 = I_0 \cdot R_M = 2 \text{ mA} \cdot 200 \Omega = 0,4 \text{ V} \quad (3)$$

Dementsprechend fällt im 10 V-Bereich an R_2 folgende Spannung U_2 ab:

$$U_2 = U_{I_0} - U_1 = 10 \text{ V} - 0,4 \text{ V} = 9,6 \text{ V} \quad (4)$$

Bei einer Eingangsspannung von 10 V an der „10 V-Klemme“ soll das Instrument Vollausschlag zeigen. Dementsprechend fließt durch den Knoten K und damit durch den Widerstand R_2 ein Strom von $I_2 = I_{I_0} = 10 \text{ mA}$. Nach dem Ohmschen Gesetz berechnet sich R_2 zu:

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_2}{I_{I_0}} = \frac{9,6 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 960 \Omega \quad (5)$$

c) Sie wollen nun im 10mA-Messbereich den Kurzschlussstrom I_b einer Stromquelle messen.

Mit welchem Widerstand R_A wird diese Stromquelle durch das Messinstrument belastet?

Diskutieren Sie die zu erwartenden Messabweichungen.

Die Stromquelle „sieht“ zwischen den Klemmen „0 A“ und „10 mA“ als Belastung die Parallelschaltung aus den beiden Widerständen R_1 und R_M .

$$R_A = R_1 \parallel R_M = 50 \Omega \parallel 200 \Omega = \frac{50 \Omega \cdot 200 \Omega}{50 \Omega + 200 \Omega} = 40 \Omega \quad (6)$$

d) Sie wollen nun im 10 V-Messbereich die Leerlaufspannung U_b einer Spannungsquelle messen.

Mit welchem Widerstand R_U wird diese Spannungsquelle durch das Messinstrument belastet?

Diskutieren Sie die zu erwartenden Messabweichungen.

Die Spannungsquelle „sieht“ zwischen den Klemmen „0V“ und „10 V“ als Belastung die Reihenschaltung aus R_2 und der Parallelschaltung aus den beiden nach Gl. (6) berechneten Widerständen R_1 und R_M .

$$R_U = R_2 + R_1 \parallel R_M = R_2 + R_A = 960 \Omega + 40 \Omega = 1000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega \quad (7)$$

信