

3.1 Ausschlag-Widerstandsmessbrücke

Sachworte: Ausschlag-Widerstandsmessbrücke, Widerstandsmessung, Brückenspannung, widerstandsabhängige Sensoren

Eine von einer Gleichspannung U_V gespeiste Brückenschaltung (Bild 1) besteht aus 3 gleichen Widerständen R und einem veränderlichen Sensorwiderstand R_x .

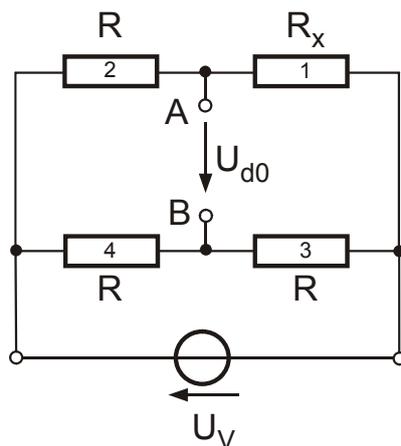


Bild 1

Zwischen den Klemmen A - B liegt im Leerlauf die Brückendiagonalspannung U_{d0} an.

$$U_{d0} = K \frac{R_x - R}{R_x + R} \cdot U_V \quad K: \text{Konstante}$$

Fragen

- Weisen Sie die gegebene Gleichung durch Rechnung nach und ermitteln Sie die Konstante K .
- Berechnen Sie U_{d0} / U_V für $R_x = 0 \Omega$; $R_x = R$ und $R_x \rightarrow \infty \Omega$.
- Berechnen Sie die normierte Empfindlichkeit $E = d(U_{d0}/U_V) / d(R_x/R)$.
- Skizzieren Sie den Verlauf U_{d0} / U_V für $0 < R_x / R < \infty$. Markieren Sie die drei in b) berechneten Kurvenpunkte. Beachten Sie die Steigungswinkel nach c).
- Zeichnen Sie die Ersatzspannungsquelle der Brücke bezüglich der Klemmen A – B mit den Ersatzgrößen U_q und R_i .
- Ermitteln Sie die Ersatzgrößen U_q und R_i .

- g) An den Klemmen A – B wird nun ein Spannungsmesser (Eingangswiderstand R_e) angeschlossen, um die Diagonalspannung U_d zu verstärken.
- g1) Weshalb kann bei diesem Messverfahren ein Messfehler entstehen?
- g2) Geben Sie den für R_e zulässigen Bereich zahlenmäßig in Ω an, wenn der durch R_e verursachte Messfehler betragsmäßig unter 1 % bleiben soll. Verwenden Sie dabei die Zahlenwerte: $R = 100 \Omega$; $R_x = 98 \Omega \dots 102 \Omega$.
- h) Berechnen Sie näherungsweise die Brückenspannung $U_{d0} \approx f(U_V, \Delta R/R)$. Verwenden Sie dabei die üblichen Näherungen für $\Delta R/R \ll 1$.
- i) Tragen Sie für Änderungen $\Delta R/R = -0,1 \dots +0,1$ den exakten Verlauf der auf die Versorgungsspannung U_V bezogenen Brückendiagonalspannung $U_{d0}/U_V = f(\Delta R/R)$ sowie den angenäherten Verlauf $U_{d0}/U_V \approx f(\Delta R/R)$ in ein gemeinsames Diagramm ein.
- j) Nennen Sie zwei widerstandsabhängige Sensoren, die jeweils eine Kennlinie $R_x = R_0 (1 + EM)$ aufweisen, wobei E die bezogene Sensorempfindlichkeit und M die Messgröße bedeuten. Geben Sie tabellarisch für den jeweiligen Sensor die Messgröße und ihre Einheit sowie die wesentlichen Daten des Sensors an.

Die folgende Aufgabe ist Interessierten, die sich gerne mit Fehlerrechnung beschäftigen, "gewidmet". Sie werden erkennen, dass insbesondere die Berechnung der (sehr kleinen!) Linearitätsfehler einen großen Aufwand erfordert und naturgemäß nur bescheidene Erkenntnisse liefert. Schließlich beschäftigen wir uns ja mit technisch sinnvollen Messfehlern, die im Bereich von Prozenten und darunter liegen.

- k) Berechnen Sie den relativen Linearitätsfehler F_{lin} der Brückenleerlaufspannung U_{d0} in Abhängigkeit von $\Delta R/R$. Tragen Sie dessen Verlauf in das zuletzt gezeichnete Diagramm ein. Verwenden Sie als Sollwert die durch den Brückenabgleichpunkt $U_{d0} = 0 \text{ V}$ verlaufende Gerade, die in diesem Punkt die Steigung des exakten U_{d0} -Verlaufes hat.

⊘