

Elektrische Messtechnik für Informatiker SS2003

7. Übung: Messsysteme mit R-, L- und C-Sensoren

7.1 Gleichstrom- / Gleichspannungsmessbrücke

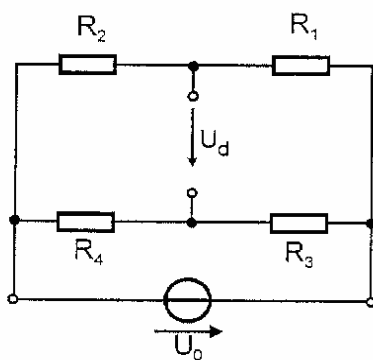


Bild 1

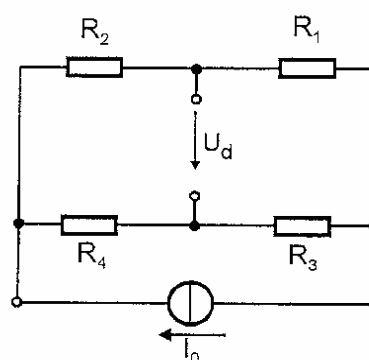


Bild 2

- Berechnen Sie die Brückendiagonalspannung U_d abhängig von R_1 bis R_4 und U_0 (Bild 1).
- Berechnen Sie die Brückendiagonalspannung U_d abhängig von R_1 bis R_4 und I_0 (Bild 2).
- Erklären Sie den Begriff "Viertel-/Halb- und Vollbrücke".

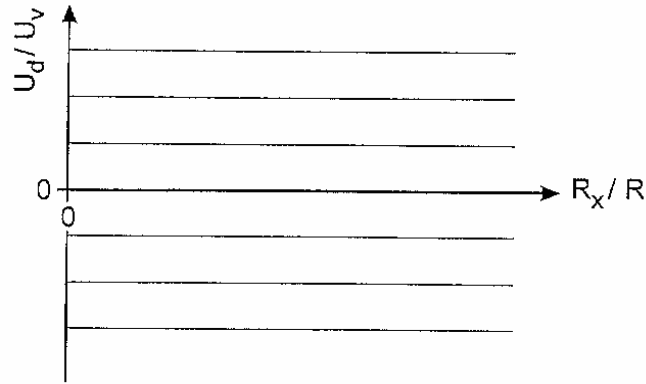
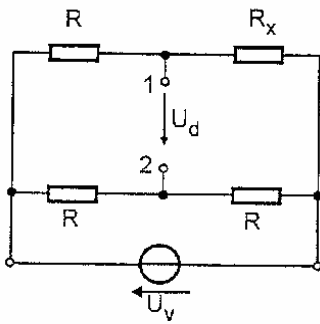
Die Normalspannungen ε an einem Biegebalken sollen mit **Dehnungsmessstreifen DMS** erfasst werden. Es können zugbeanspruchte "+ DMS" bzw. druckbeanspruchte "- DMS" eingesetzt werden. Zur Ergänzung der Brücke sind ggf. Widerstände der Größe R zu verwenden.

- Erklären Sie die Begriffe „zugbeanspruchter“ bzw. druckbeanspruchter - DMS".
Skizzieren Sie für die Varianten c) die Verschaltung der DMS.
- Diskutieren Sie die Realisierungen nach d) hinsichtlich
 - der Brückenempfindlichkeit U_d / U_0
 - des Temperatureinflusses auf die Diagonalspannung U_d .

Nun gelte für die DMS : $R_1 = R + \Delta R$ und $R_2 = R - \Delta R$ mit $\Delta R / R = k\varepsilon \ll 1$ und $R_3 = R_4 = R$

- Welche Diagonalspannung U_d ergibt sich dann näherungsweise bei einer spannungsgepeisten Brücke? (Hinweis: $(1 + \delta)^n \approx 1 + n\delta$ für $\delta \ll 1$)

7.2 Brückenschaltung



$$\frac{U_D}{U_V} = A \frac{R_x - R}{R_x + R} \quad (1)$$

Eine Gleichspannungs-Brückenschaltung besteht aus 3 gleichen Widerständen R und einem veränderlichen Sensorwiderstand R_x . An die Klemmen 1 – 2 ist zunächst ein idealer Spannungsmesser angeschlossen.

- Weisen Sie Gleichung (1) durch Rechnung nach und ermitteln Sie die Konstante A .
- Berechnen Sie für $R_x / R = 0, 1$ und $\rightarrow \infty$:
 U_D / U_V sowie die normierte Empfindlichkeit $E = d(U_D / U_V) / d(R_x / R)$.
- Skizzieren Sie den Verlauf von U_D / U_V für $0 < R_x / R < \infty$.
- Geben Sie für beliebige R_x die Leerlaufspannung U_L und den Innenwiderstand R_i der Ersatzspannungsquelle bzgl. der Klemmen 1 und 2 an.
- An den Klemmen 1 – 2 wird nun ein realer Spannungsmesser angeschlossen. In welchem Ohmbereich muß dessen Innenwiderstand R_M liegen, wenn die durch R_M verursachte U_D -Messabweichung 1% betragsmäßig nicht übersteigen darf?
($R=100\Omega$; $R_x = 101\Omega$)

Für den Sensor gilt nun: $R_x = R + \Delta R$ (kleine Änderungen $\Delta R / R \ll 1$)

- Berechnen Sie näherungsweise U_D / U_V .
- Nennen Sie zwei widerstandsabhängige Sensoren mit einer Kennlinie $R_x = R_0 (1 + EM)$, wenn E die bezogene Sensorempfindlichkeit und M die Meßgröße bedeutet.

	Sensor 1	Sensor 2
Sensorbezeichnung		
Meßgröße M		
Einheit der Meßgröße		
Meßbereich incl. Einheit		
R_0 zahlenmäßig incl. Einheit		
E zahlenmäßig incl. Einheit		

7.3 Heißleiter (NTC) - Widerstandthermometer

Gegeben ist ein Heißleiter zur Temperaturmessung mit folgender Kennlinie:

$$R(T) = R_0 e^{b/T} \text{ mit } R_0 = 0,1 \Omega \text{ und } b = 3100K$$

- Berechnen Sie die Empfindlichkeit $E(T)$ des Sensors.
- Skizzieren Sie $R(T)$ und $E(T)$ in einem gemeinsamen Diagramm.

7.4 Wechselstrombrücke

- Wie berechnet sich die komplexe Diagonalspannung $\underline{U}_d = f(\underline{Z}_1, \underline{Z}_2, \underline{Z}_3, \underline{Z}_4, \underline{U}_0)$ der WS-Brücke von Bild 1?

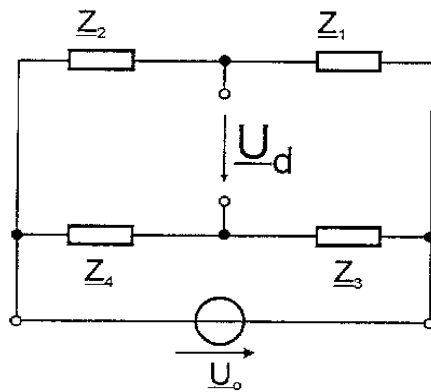


Bild1: WS-Brücke

- Die beiden Brückenelemente \underline{Z}_1 und \underline{Z}_2 werden nun durch die Induktivitäten eines Doppelsensors $L_1 = L_0 + \Delta L$ bzw. $L_2 = L_0 - \Delta L$ realisiert. ($\underline{Z}_3 = \underline{Z}_4 = R_0$ rein ohmsche Widerstände)

Wie lautet $\underline{U}_d / \underline{U}_0 = f(R_0, L_0, \Delta L, \dots)$? Besteht eine Frequenzabhängigkeit für \underline{U}_d ?

- Wie lauten die Abgleichbedingung für $\underline{U}_d = 0$ in allgemeiner Form?

Eine unbekannte Kapazität C_x soll nun mit der Brücke bestimmt werden. Dazu wird C_x an die Stelle von \underline{Z}_1 verschaltet. $\underline{Z}_2 = R_2$ und $\underline{Z}_4 = R_4$ sind ohmsche Widerstände.

- Zeigen Sie, daß sich nur mit einem Kondensator C als \underline{Z}_3 ein Brückenabgleich erreichen läßt.

7.5 induktive und kapazitive Sensoren

Welche Einfach- bzw. Doppelsensoren zeigen eine Abhängigkeit von der Meßgröße M in der folgenden Form:

- $L = L_0 (1 + \alpha M)$ bzw. $L = L_0 (1 - \alpha M)$
- $C = C_0 (1 + \alpha M)$ bzw. $C = C_0 (1 - \alpha M)$?

Um welche Meßgrößen handelt es sich und wie steht es um die Sensorlinearität?