

Elektrische Messtechnik und Sensorik, UE

WS 2007

1. Aufgabensatz

08. November 2007

Name: _____ Abgabetermin: _____

Matrikel-Nr.: _____ SKZ: _____

Eingangsdatum Sekretariat: _____

Bitte beachten Sie!

- Download
 - Die Hausübung steht als Download auf unserer WebSite zur Verfügung.
<http://www.emt.uni-linz.ac.at>
- Abgabe der Hausübung
 - Die Hausübung ist bis zum angegebenen Termin in der VO bzw. UE abzugeben oder
 - in den Postkasten des Instituts für Elektrische Messtechnik einwerfen.
Der Postkasten befindet sich im EG des HF-Gebäudes (Nordseite).
 - Im Sekretariat werden keine Hausübungen entgegengenommen!
- Ausarbeitung der Hausübung
 - Die Hausübungen mit Heftklammern zusammenheften. Bitte keine Klarsichtfolien oder Heftstreifen verwenden.
 - Alle Hausübungen müssen vollständig bearbeitet und handschriftlich (gut leserlich) abgegeben werden.
 - Lose abgegebene bzw. unleserlich geschriebene Hausübungen werden nicht beurteilt.

1 Messfehler

Zur Berechnung der Entfernung \vec{r} des Punktes \mathbf{P}_1 vom Ursprung des Koordinatensystems $[x, y, z]^T$ werden die Längen $P_{1x} = 10$ m, $P_{1y} = 20$ m und $P_{1z} = 10$ m gemessen (siehe Abbildung 1). Das zur Längenmessung verwendete Mess-System besitzt laut Herstellerangabe eine Genauigkeit von ± 1 %.

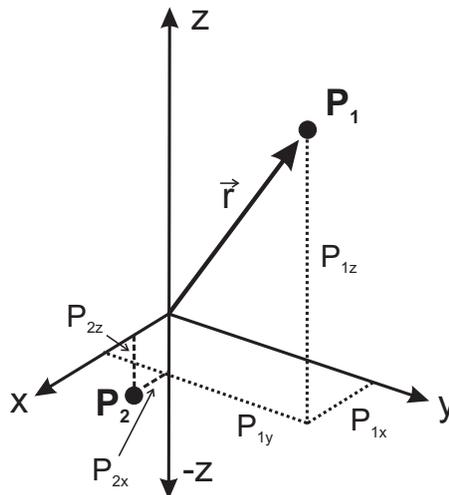


Abbildung 1: Gemessene Größen

Nach der Messung stellt sich heraus, dass die Längenmessung irrtümlich nicht bezogen auf den Ursprung des Koordinatensystems ($[x, y, z]^T = [0, 0, 0]^T$), sondern bezogen auf den Punkt $\mathbf{P}_2 = [P_{2x}, P_{2y}, P_{2z}]^T = [1 \text{ m}, 0, -1 \text{ m}]^T$ (siehe Abbildung 1) durchgeführt wurde.

- Berechnen Sie die Entfernung $|\vec{r}| = r$ des Punktes \mathbf{P}_1 vom Ursprung des Koordinatensystems $[x, y, z]^T$ allgemein in Abhängigkeit von P_{1x} , P_{1y} und P_{1z} . Bestimmen Sie den Messfehler Δr allgemein und in Meter, geben Sie damit das endgültige Messergebnis an. Gehen Sie davon aus, dass alle verwendeten Längen unabhängig voneinander gemessen wurden und der Punkt \mathbf{P}_2 fehlerfrei bekannt ist.
- Berechnen Sie nun den maximal möglichen (wenn auch unwahrscheinlichen) Messfehler Δr_{max} allgemein und in Meter.

2 Passiver RLC-Tiefpass

Abbildung 2 zeigt einen passiven RLC-Tiefpass 2. Ordnung.

- Berechnen Sie die komplexe Übertragungsfunktion

$$\underline{A}(j\omega) = \frac{\underline{U}_A(j\omega)}{\underline{U}_E(j\omega)}.$$

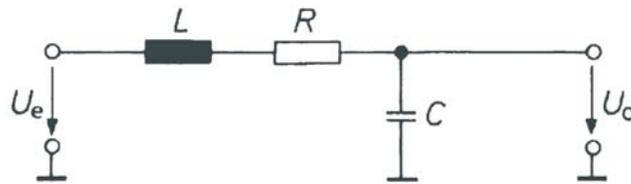


Abbildung 2: RLC-Tiefpass 2. Ordnung

2. Zeichnen Sie das Bode-Diagramm des Systems (Betrags- und Phasengang von $\underline{A}(j\omega)$) für die Bauteilwerte $R = 1k\Omega$, $C = 1\mu F$ und $L = 200mH$. Berücksichtigen Sie dabei den Frequenzbereich von 1 Hz bis 1 MHz. Sie können dazu auch geeignete Software wie Excel oder Matlab benutzen. Achten Sie auf eine korrekte Beschriftung der Achsen.
3. Berechnen Sie für die gegebenen Bauteilwerte die Grenzfrequenz f_g (in Hz) — das ist jene Frequenz, bei der $|\underline{A}(j\omega)|$ auf $1/\sqrt{2}$ abgesunken ist bzw. $20 \log(|\underline{A}(j\omega)|)$ einen Wert von -3 dB annimmt.

3 Idealer Operationsverstärker

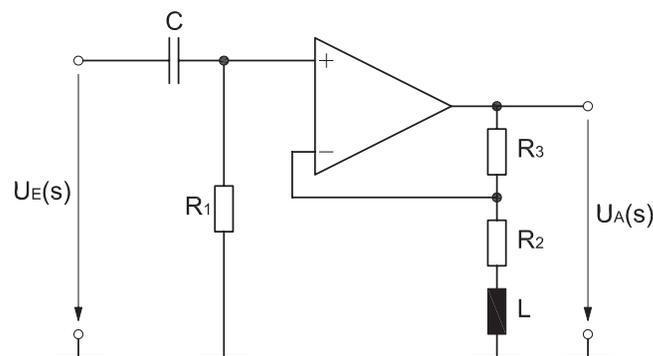


Abbildung 3: Operationsverstärkerschaltung

Gegeben ist die Schaltung nach Abb. 3. $U_E(j\omega)$ ist die Eingangsspannung und $U_A(j\omega)$ steht für die Ausgangsspannung. Der Operationsverstärker soll dabei als ideales Bauelement betrachtet werden.

- a) Wird der Operationsverstärker in Mit- oder Gegenkopplung betrieben?
- b) Berechnen Sie die Übertragungsfunktion $G(j\omega) = U_A(j\omega) / U_E(j\omega)$ in Abhängigkeit der Größen R_1 , R_2 , R_3 , L und C im Frequenzbereich.
- c) Geben Sie die Übertragungsfunktion $G(j\omega)$ an, wenn gilt: $R_1 = R_2 = R_3 = R$ und $RC = L / (2R)$.
- d) Berechnen Sie sowohl $G(\omega = 0)$ als auch $G(\omega \rightarrow \infty)$ für die Übertragungsfunktion aus Punkt c).

4 PT100 Messbrücke

Ein häufig verwendeter Temperatursensor ist der PT100, dessen Widerstand $R_{PT100}(\vartheta)$ von der Temperatur ϑ (in $^{\circ}\text{C}$) wie folgt abhängt: $R_{PT100} = 100 \Omega \cdot (1 + \vartheta \cdot 0,00385 \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1})$. Eine Auswerteschaltung ist in Abb. 4 gegeben.

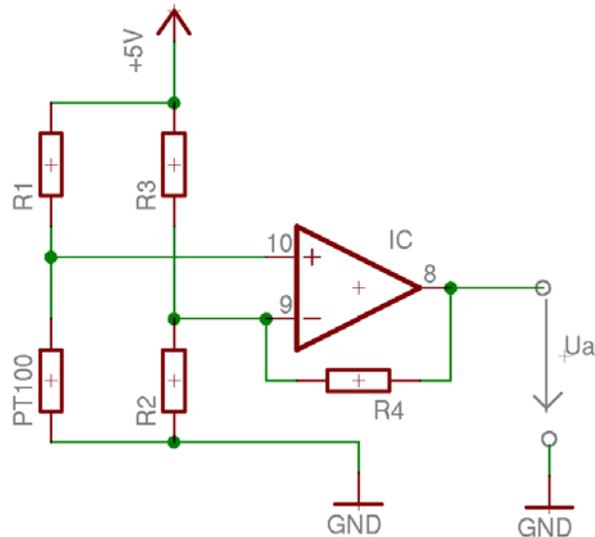


Abbildung 4: Messbrücke zur Temperaturmessung

- (a) Berechnen Sie allgemein die Ausgangsspannung $U_A(\vartheta)$. Diese Schaltung ist dem in der Übung besprochenen Subtrahierer sehr ähnlich. Verwenden Sie das Superpositionsprinzip! Wie groß ist der Strom durch den PT100?
- (b) Zeichnen Sie in einem Diagramm (mit Hilfe von Mathematica, Maple, Excel oder Matlab) den Zusammenhang $U_A(\vartheta)$ für $\vartheta = -20 \dots 70^{\circ}\text{C}$. Verwenden Sie dafür folgende Widerstandswerte: $R_1 = 8.2\text{k}\Omega$, $R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 9.1\text{k}\Omega$, $R_4 = 22\text{k}\Omega$.

Abgabe mit Deckblatt bis spätestens 22.11.2007 am Institut für elektrische Messtechnik (Postkasten mit der Aufschrift *Hausübungen* Prof. Zagar oder in der Übung).