
Schriftliche Prüfung aus VU Messtechnik 376.045

Name:

Matrikelnummer:

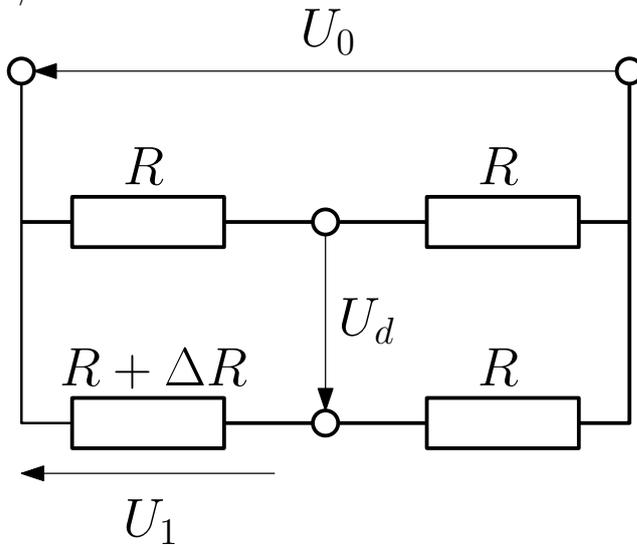
Studienkennzahl:

- Die Endergebnisse müssen in Ihren Berechnungen klar kenntlich gemacht werden (doppeltes Unterstreichen oder Einrahmen).
- Ergebnisse ohne nachvollziehbaren Rechenweg werden nicht gewertet.
- Die Arbeitszeit beträgt 150 Minuten.
- Es müssen alle erhaltenen Blätter wieder abgegeben werden.
- Hiermit bestätige ich, dass ich die Informationen verstanden habe und alle Blätter abgegeben habe.

Unterschrift:

Beispiel Nr.	Punkte
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
Summe	
Note	

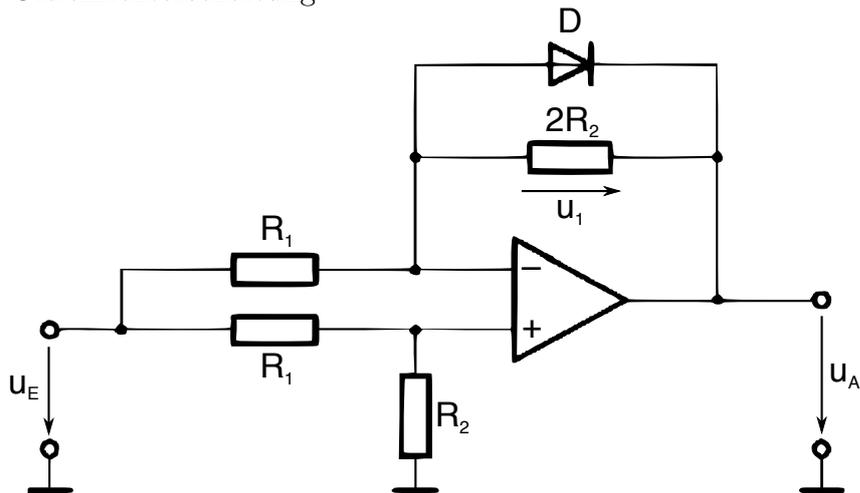
1. 1/4 - Messbrücke



Gegeben sei eine 1/4 - Messbrücke mit den Widerständen $R = 100 \Omega$ und der Widerstandsänderung ΔR .

- Welche Versorgungsspannung U_0 ist zulässig, wenn die maximale Belastung der Widerstände R maximal $P = 0.1 \text{ W}$ betragen soll? [5 Punkte]
Hinweis: Nehmen Sie für diesen Punkt $\Delta R = 0$ an.
- Berechnen Sie die Differenzspannung U_d bei einer Widerstandsänderung $\Delta R = 1 \Omega$! [5 Punkte]
- Der veränderliche Widerstand stellt einen Pt-100 Temperatursensor dar. Die Abhängigkeit des Widerstands R von der Temperatur θ in $^\circ\text{C}$ lautet:
 $R(\theta) = 100 \cdot [1 + 3.90 \cdot 10^{-3}\theta - 0.58 \cdot 10^{-6}\theta^2] \Omega$.
Wie groß ist die Widerstandsänderung ΔR des Pt-100 Elements bei $\theta = 20^\circ\text{C}$ (bezogen auf den Widerstand bei $\theta = 0^\circ\text{C}$)? [5 Punkte]
- Welche Differenzspannung stellt sich bei $\theta = 20^\circ\text{C}$ ein? [5 Punkte]

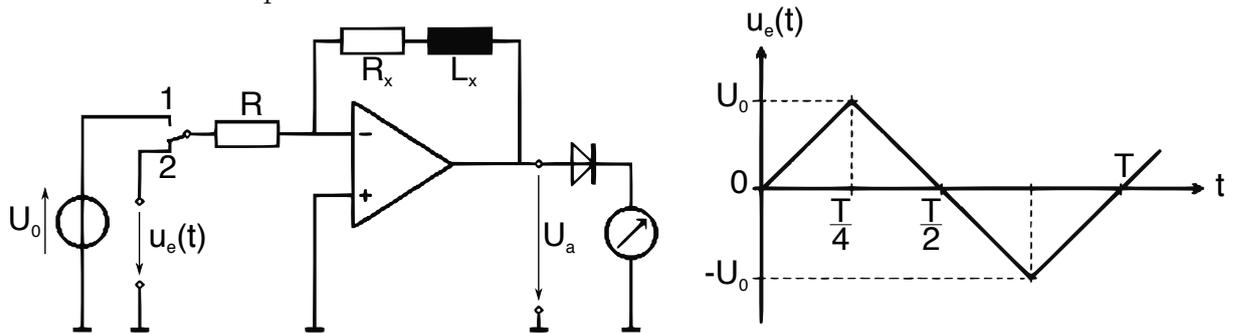
2. Gleichrichterschaltung



Gegeben sei die dargestellte Verstärkerschaltung mit idealer Diode und idealem OPV.

- Berechnen Sie die Ausgangsspannung $u_A = f(u_E, R_1, R_2)$ der Schaltung, ohne den Diodenzweig D zu berücksichtigen. [5 Punkte]
- Ermitteln Sie mit dem Ergebnis aus a) die Spannung u_1 als Funktion von u_E , R_1 und R_2 . [5 Punkte]
- Nehmen Sie nun an, die Diode leitet ($u_1 \geq 0$) und berechnen Sie erneut u_A . Welche Bedingung muss u_E erfüllen? [5 Punkte]
- Berechnen Sie die Ausgangsspannung u_A für eine beliebige Eingangsspannung u_E . Verwenden Sie für Ihre Überlegungen und Berechnungen die in den Punkten a) bis c) erhaltenen Ergebnisse. [5 Punkte]

3. Verlustbehaftete Spule



Die dargestellte Schaltung soll zur Induktivitätsmessung eingesetzt werden. Zur Anzeige wird ein Drehspulmessgerät mit dem Endausschlag $U_{a,max}$ verwendet. Der Operationsverstärker und die Diode sind ideal.

Die Messung wird wie folgt durchgeführt:

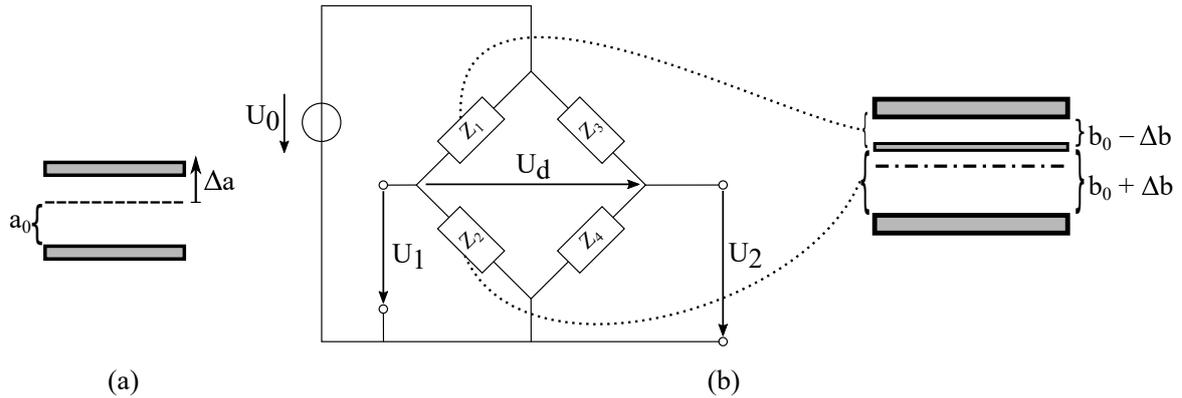
Schalterstellung 1: R_x wird gemessen.

Schalterstellung 2: Die Dreieck-Spannung $u_e(t)$ wird angelegt und L_x gemessen.

- Bestimmen Sie den Widerstand R so, dass mit der gegebenen Gleichspannungsquelle U_0 der maximale Widerstand $R_{x,max}$ gemessen werden kann. [5 Punkte]
- Bestimmen Sie die Differentialgleichung für Schalterstellung 2. [5 Punkte]
- In der Differentialgleichung aus b) sei R_x vernachlässigbar klein (entspr. $\tan \delta_x \ll 1$). Welche Frequenz f muss dann die Eingangsspannung $u_e(t)$ haben, damit das Messgerät für die Messung von L_x einen Messbereich von $0 \dots L_{x,max}$ aufweist? [5 Punkte]
- Der skizzierte Messaufbau wird mit einem Widerstand $R = 1 \text{ k}\Omega$, $U_0 = 5 \text{ V}$ und $f = 5 \text{ kHz}$ realisiert. Sie führen mehrere Messungen durch und erhalten im Mittel $U_a = 3 \text{ V}$. Die Größen R und U_a sind mit den Unsicherheiten $u_R = 50 \Omega$ und $u_{U_a} = 0.1 \text{ V}$ behaftet. Berechnen Sie den Mittelwert von L_x und die Unsicherheit u_{L_x} von L_x . [5 Punkte]

Hinweis: Ermitteln Sie einen Ausdruck für $L_x(R, U_a, U_0, f)$. Nehmen Sie an, dass U_a und R nicht korreliert sind.

4. Kapazitiver Aufnehmer zur Positionsmessung

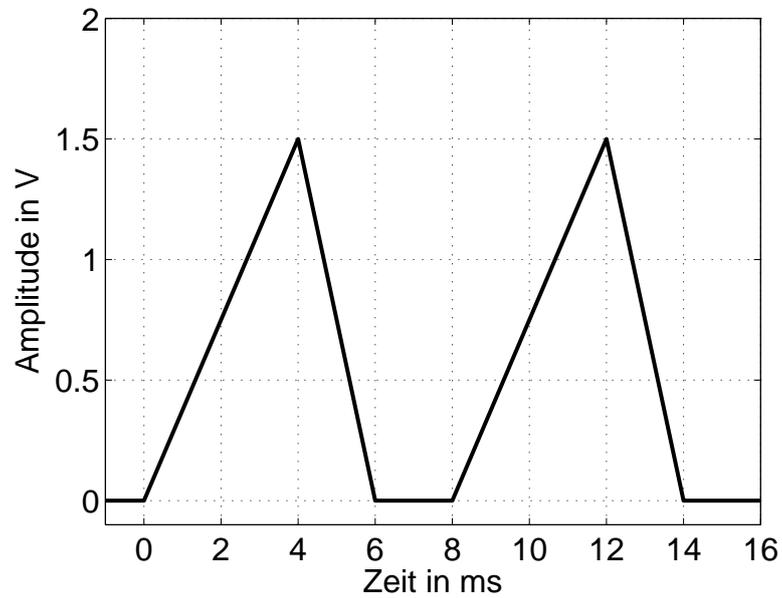


Gegeben sind zwei verschiedene kapazitive Aufnehmer zur Positionsmessung (Abb. a) bzw. b)). Die Aufnehmer bestehen aus Plattenkondensatoren. Nehmen Sie die Fläche A der Kondensatoren, sowie die relative Permittivität ϵ_r und den nominellen Plattenabstand a bzw. b als gegeben an. Streufelder an den Rändern der Plattenkondensatoren können vernachlässigt werden.

- Betrachten Sie zunächst den kapazitiven Aufnehmer aus Abb. (a). Berechnen Sie die Kapazität C in Abhängigkeit von Δa . [5 Punkte]
- Stellen Sie den Zusammenhang zwischen C und Δa graphisch dar (Kennlinie $C(\Delta a)$). Berechnen Sie weiters die Empfindlichkeit des Aufnehmers in Abhängigkeit von Δa . [5 Punkte]
- Betrachten Sie für die folgenden Unterpunkte den Differenzialkondensator mit Halbbrücke aus Abb. (b). Die Halbbrücke wird mit einer Wechselspannung \underline{U}_0 mit Effektivwert U_0 und Frequenz f_0 versorgt. Berechnen Sie die Impedanzen \underline{Z}_1 und \underline{Z}_2 in Abhängigkeit von Δb und f_0 . [5 Punkte]
- Berechnen Sie den Effektivwert U_d der Differenzspannung in Abhängigkeit von Δb und U_0 . Wählen Sie dazu geeignete Bauteile für die Impedanzen Z_3 und Z_4 um einen linearen Zusammenhang zwischen U_d und Δb zu erhalten. [5 Punkte]

5. Theoriefrage 1 [15 Punkte]

- a) Erklären Sie die Begriffe Gleich- und Wechselanteil, Spitze- und Spitze-Spitze-Wert eines Signals (Skizzieren Sie ein geeignetes Signal und zeichnen Sie die Werte ein). [5 Punkte]
- b) Erklären Sie die Begriffe Effektivwert und Scheitelfaktor (Crest-Faktor). [4 Punkte]
- c) Berechnen Sie den Effektivwert des abgebildeten Signals. [6 Punkte]



6. Theoriefrage 2 [15 Punkte]

- a) Wie lautet die Definition von Messen? [2 Punkt]
- b) Woraus besteht ein Messergebnis? [2 Punkt]
- c) Welche Eigenschaften soll eine Messung haben? [2 Punkt]
- d) Nennen Sie die Basiseinheiten (Messgröße und Einheit) des internationalen Einheitensystems (SI). [4 Punkte]
- e) Wie ist die Empfindlichkeit eines Messgerätes definiert? [2 Punkt]
- f) Wie lautet das Abtasttheorem von Nyquist? [3 Punkte]

7. Theoriefrage 3 [15 Punkte]

- a) Skizzieren und beschreiben Sie einen D/A-Umsetzer (DAU) nach dem Wägeverfahren und einen DAU nach dem Zählverfahren (Impulsbreiten-DAU). [6 Punkte]
- b) Erklären Sie differentielle und integrale Nichtlinearität bei einem D/A-Umsetzer anhand einer geeigneten Skizze! [5 Punkte]
- c) Beschreiben Sie die verschiedenen Arten der Signalübertragung auf Drahtleitungen und nennen Sie die Vor- und Nachteile. [4 Punkte]

8. Theoriefrage 4 [15 Punkte]

- a) Skizzieren Sie ein elektrodynamisches Messwerk. Erklären Sie die Funktion und welche Größe damit gemessen werden kann.[7 Punkte]
- b) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des elektrodynamischen Messwerks bei spannungsrichtiger Beschaltung in Bezug auf die Verbraucherseite und erklären Sie, welcher Messfehler dabei entsteht.[5 Punkte]
- c) Erläutern Sie, wie der Messfehler aus b) kompensiert werden kann.[3 Punkte]