
Schriftliche Prüfung aus VU Messtechnik 376.045

Name:

Matrikelnummer:

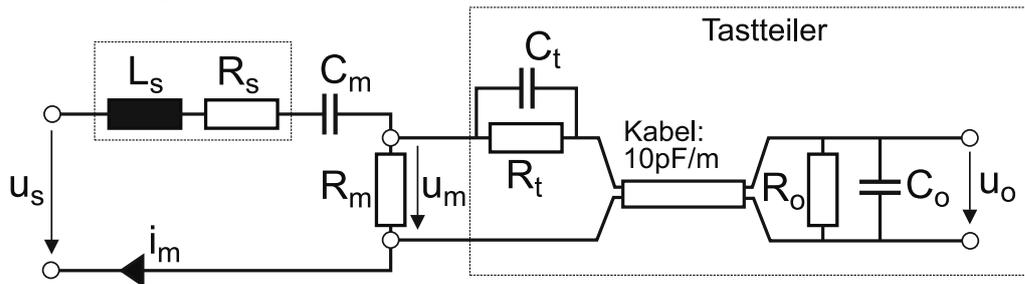
Studienkennzahl:

- 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	

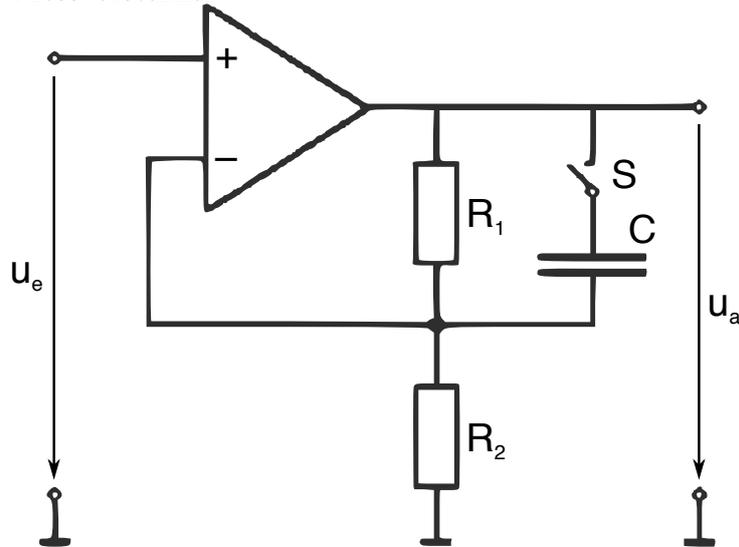
1. Vermessung einer Induktivität mittels Resonanzschwingkreis



Mittels eines Resonanzschwingkreises sollen die Bauteilwerte L_s und R_s einer realen Spule bestimmt werden. Der Strom i_m wird indirekt über den Messwiderstand $R_m = 100 \Omega$ mit einem Oszilloskop gemessen. Das Oszilloskop hat einen Eingangswiderstand $R_o = 2 \text{ M}\Omega$ und eine Eingangskapazität $C_o = 30 \text{ pF}$.

- Wie groß muss R_t sein um das Tastverhältnis $u_o/u_m = 1/10$ zu erzielen? [5 Punkte]
- Wie groß muss C_t des Tastkopfes sein, damit die Messung frequenzunabhängig ist? Das Kabel des Tastkopfes hat eine Länge von $l = 0.6 \text{ m}$. [5 Punkte]
- Durch eine Messung stellen Sie fest, dass der Betrag des Stromes i_m bei der Frequenz $f_r = 1 \text{ kHz}$ maximal ist. Bestimmen Sie daraus L_s , wenn Sie einen Kondensator $C_m = 50 \text{ nF}$ verwenden. Vernachlässigen Sie den Einfluss des Tastkopfes! [5 Punkte]
Hinweis: Serienschwingkreis
- Ausgehend von $f_r = 1 \text{ kHz}$ mit dem Strom $|i_m| = I_{max}$ wird die Frequenz auf $f_2 = 1016.5 \text{ Hz}$ erhöht, bis der Betrag des Stromes $|i_m| = I_2$ nur noch $1/\sqrt{2}$ von I_{max} beträgt. Bestimmen Sie daraus den Serienwiderstand R_s . [5 Punkte]

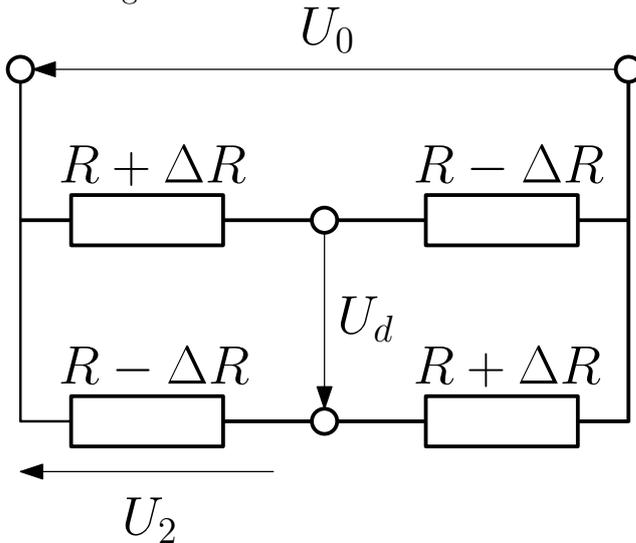
2. Messverstärker



Ein Messverstärker hat die dargestellte Schaltung mit $R_1 = 2\text{ k}\Omega$ und $R_2 = 200\ \Omega$. Der Operationsverstärker ist als ideal anzunehmen.

- Geben Sie die Verstärkung $v = u_a/u_e$ bei geöffnetem Schalter S an. [5 Punkte]
- Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen kann mit dem Schalter S der Kondensator C zu R_1 parallel geschaltet werden. Es ergibt sich dann eine Grenzfrequenz f_g , oberhalb der die Schaltung nicht mehr voll verstärkt. Geben Sie allgemein $f_g = f(R_1, C)$ an. [5 Punkte]
- Bestimmen Sie C für $f_g = 4\text{ kHz}$. [3 Punkte]
- Geben Sie Betrag und Phase der Verstärkung $v = u_a/u_e$ bei geschlossenem Schalter S bei sehr hohen Frequenzen an? [7 Punkte]

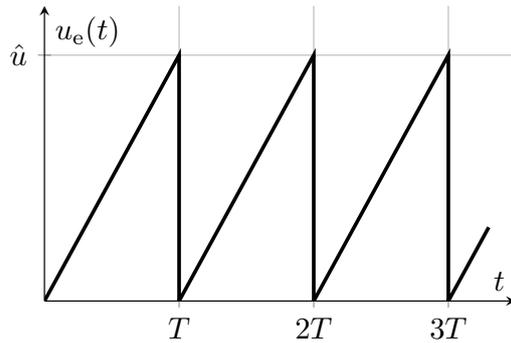
3. Ausschlagmessbrücke



Gegeben sei eine Ausschlagmessbrücke mit vier Widerständen $R = 100 \Omega$, welche sich um $\pm \Delta R$ ändern.

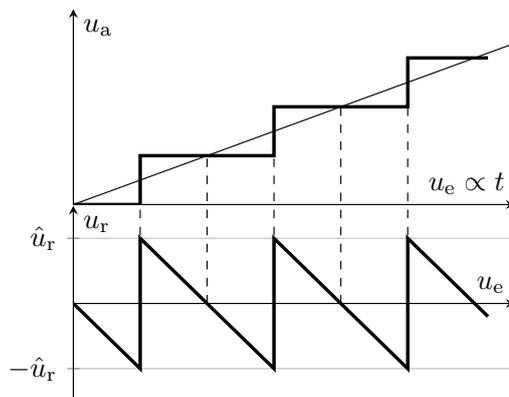
- Berechnen Sie den Spitzenwert \hat{U}_2 für $\Delta R = 0$ bei einer Versorgungsspannung von $U_0 = 5 \text{ V} \sin(\omega t)$. [5 Punkte]
- Wie groß ist der Spitzenwert der Differenzspannung \hat{U}_d , wenn die Widerstandsänderung ΔR gleich 4% von R beträgt. [5 Punkte]
- Um das Messsignal U_d zu verstärken wird ein idealer Verstärker verwendet. Der Ausgangsspannungsbereich des Verstärkers von $\pm 20 \text{ V}$ soll bei einer maximalen Widerstandsänderung $\Delta R = \pm 2\%$ voll ausgenutzt werden. Welche Verstärkung ist hierzu notwendig? [5 Punkte]
- Für die Auswertung der Widerstandsänderung wird ein idealer Effektivwert-Gleichrichter nach dem Verstärker verwendet. Welcher Effektivwert wird angezeigt? [5 Punkte]

4. Quantisierung eines Sägezahnsignals



Das sägezahnförmige Eingangssignal $u_e(t)$ wird durch einen n -Bit A/D-Wandler digitalisiert. Bei der Digitalisierung entsteht ein Quantisierungsfehler. Das digitalisierte Signal wird danach wieder in ein Analogsignal $u_a(t)$ umgesetzt. Das Signal zu Rausch Verhältnis (SNR) von $u_a(t)$ soll ermittelt werden. Dazu wird das resultierende Signal in eine Nutzsignalspannung $u_s(t) = u_e(t)$, und eine Rauschspannung $u_r(t)$ aufgeteilt. Die Sägezahnspannung steuert den A/D Wandler voll aus: $U_{e,\max} = U_{a,\max} = \hat{u}$. Der A/D Wandler hat eine Auflösung von n Bit, die LSB-Spannung beträgt U_{LSB} .

- Wie groß ist der Effektivwert $U_{s,\text{eff}}$ des Nutzsignales $u_s(t) = u_e(t)$? [5 Punkte]
- Geben Sie die maximale Spannung bei Vollaussteuerung $U_{a,\max}$ als Funktion von n und U_{LSB} an. Geben Sie weiters den Effektivwert des Nutzsignales als Funktion von n und U_{LSB} an. [5 Punkte]
- In nachfolgender Abbildung ist die Rauschspannung $u_r(t)$ dargestellt. Berechnen Sie den Spitzenwert \hat{u}_r als Funktion von U_{LSB} . Berechnen Sie weiters den Effektivwert $U_{r,\text{eff}}$ der Rauschspannung $u_r(t)$. [5 Punkte]



- Berechnen Sie das SNR als Funktion von n . Geben Sie das SNR in dB an. [5 Punkte]

5. Theoriefragen 1 [15 Punkte]

- a) Beschreiben Sie die elektrische Messkette und die Hauptfunktion ihrer Komponenten. [3 Punkte]
- b) Woraus besteht ein Messergebnis? [2 Punkt]
- c) Erklären Sie das Prinzip der 4 Leiter Messung anhand des Beispiels eines Widerstandsthermometers und nennen Sie je einen Vor- und Nachteil gegenüber der 2 Leiter Messung. [5 Punkte]
- d) Erklären Sie wie mit LIDAR Entfernungen gemessen werden können? [3 Punkte]
- e) Die Laufzeit eines Impulses bei LIDAR betrage 6 ns. Wie groß ist die Entfernung zum Objekt? [2 Punkte]

6. Theoriefragen 2 [14 Punkte]

- a) Wie ist die Übertragungsfunktion von Filtern definiert? [2 Punkte]
- b) Nennen Sie vier Grundtypen von Filtern und skizzieren Sie jeweils den Betrag der Übertragungsfunktion. [4 Punkte]
- c) Nennen Sie zwei Vorteile und zwei Nachteile passiver Filter. [2 Punkte]
- d) Erklären Sie das Phänomen des Aliasing im Zusammenhang mit der Abtastung eines bandbegrenzten Signals? Wie kann dieses vermieden werden? [6 Punkte]

7. Theoriefragen 3 [8 Punkte]

- a) Wie lassen sich nichtlineare Funktionen mit Operationsverstärkern realisieren? [3 Punkte]
- b) Wie kann daraus die inverse Funktion erzeugt werden? [2 Punkte]
- c) Geben Sie ein Beispiel einer Operationsverstärker-Schaltung mit frequenzabhängigem Eingangs-Ausgangs Verhalten und skizzieren Sie das Bode-Diagramm der Schaltung. [3 Punkte]

8. Theoriefragen 4 [23 Punkte]

- a) Skizzieren Sie den schematischen Aufbau eines induktiven Tauchankeraufnehmers und beschreiben Sie dessen Funktionsweise. [4 Punkte]
- b) Skizzieren Sie die Kennlinie des Tauchankers und geben Sie die Empfindlichkeit an. [3 Punkte]
- c) Wie kann die Kennlinie des Tauchankers linearisiert werden und was bedeutet das für die Empfindlichkeit? [4 Punkte]
- d) Beschreiben Sie drei Möglichkeiten der Positionsmessung mittels Plattenkondensator und skizzieren Sie jeweils die Kapazität in Abhängigkeit der Position. [6 Punkte]
- e) Skizzieren und beschreiben Sie das Messprinzip der Laser Triangulation für nicht spiegelnde Oberflächen. [6 Punkte]