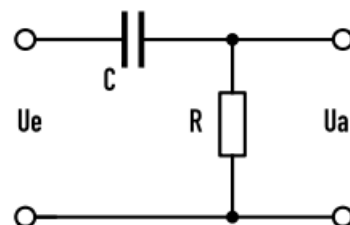


Aufgabe 1: Wechselstromwiderstände – Pässe, Filter, Siebketten(50 Punkte)

Kombinationen aus Spule L , Kondensator C und Ohm'schem Widerstand R werden überall in der Rundfunk- und HiFi-Technik eingesetzt. Sie dienen zum Ausfiltern unerwünschter Frequenzen, zum Einschränken des durchgelassenen Frequenzspektrums oder als Hoch- oder Tiefpass zum Schutz von empfindlichen Lautsprechern.

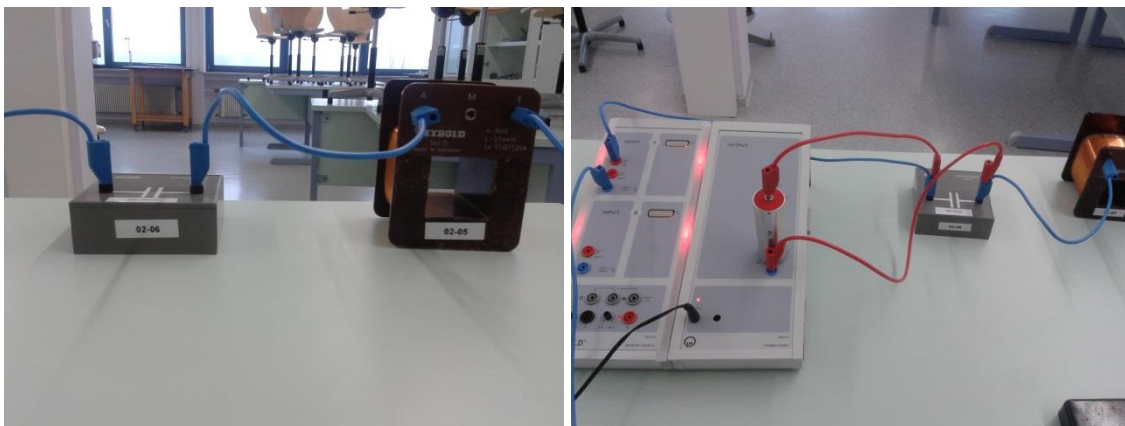
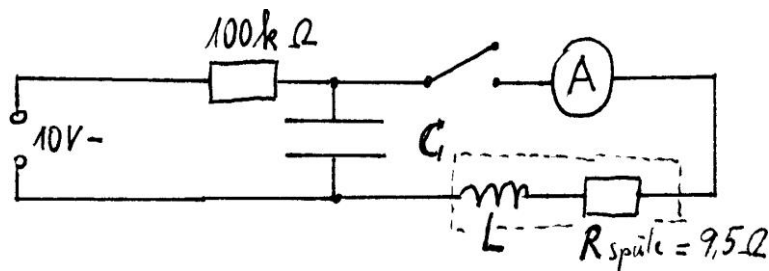
- a. Zeichne in einem f - X_i -Diagramm die Wechselstromwiderstände X_L einer Spule $L=25\text{mH}$, X_C eines Kondensators $C=25\mu\text{F}$ und X_R eines Ohm'schen Widerstandes $R=10\Omega$ zwischen $f=50$ und $f=1000\text{Hz}$. (9P)
- b. Bestimme rechnerisch die 3 Schnittpunkte von X_L , X_R und X_C und vergleiche diese mit (1a). (9P)
- c. Obige Bauteile aus (1a) werden nun in einer Siebkette in Reihe geschaltet. An diese wird eine Wechselspannung von $f=300\text{Hz}$ und einer Amplitude von $U_0=12\text{V}$ angelegt. Der Strom wird gemessen.
 - i. Bestimme für diese Anordnung GRAPHISCH in einem Zeigerdiagramm den Betrag des Wechselstromwiderstandes $|Z|$ und den Phasenwinkel φ zwischen Strom und Spannung. (6P)
 - ii. Bestimme für diese Anordnung RECHNERISCH den KOMPLEXEN Wechselstromwiderstand Z und vergleiche diesen mit (i). (6P)
 - iii. Zeichne in einem Zeigerdiagramm $I(t)$, $U_R(t)$, $U_L(t)$, $U_C(t)$ und $U_G(t)$ zum Zeitpunkt $t=555,6\mu\text{sec}$. (6P)
- d. Begründe den Ausdruck „Siebkette“ für die Reihenschaltung aus (c) und bestimme die Frequenz, bei der Z minimal wird. (6P)
- e. Erläutere die Funktionsweise und den Sinn folgender Schaltung (8P):

Dabei ist U_e eine Eingangsspannung aus vielen überlagerten Signalen im Frequenzbereich zwischen 5 und 25.000Hz. An den Ausgang U_a soll ein recht teurer Hochton-Lautsprecher, nur geeignet für Frequenzen $> 3.000\text{Hz}$, angeschlossen werden. R wurde zu 1Ω gewählt, C zu $100\mu\text{F}$.



Aufgabe 2: Ideale und reale Schwingkreise (50P)

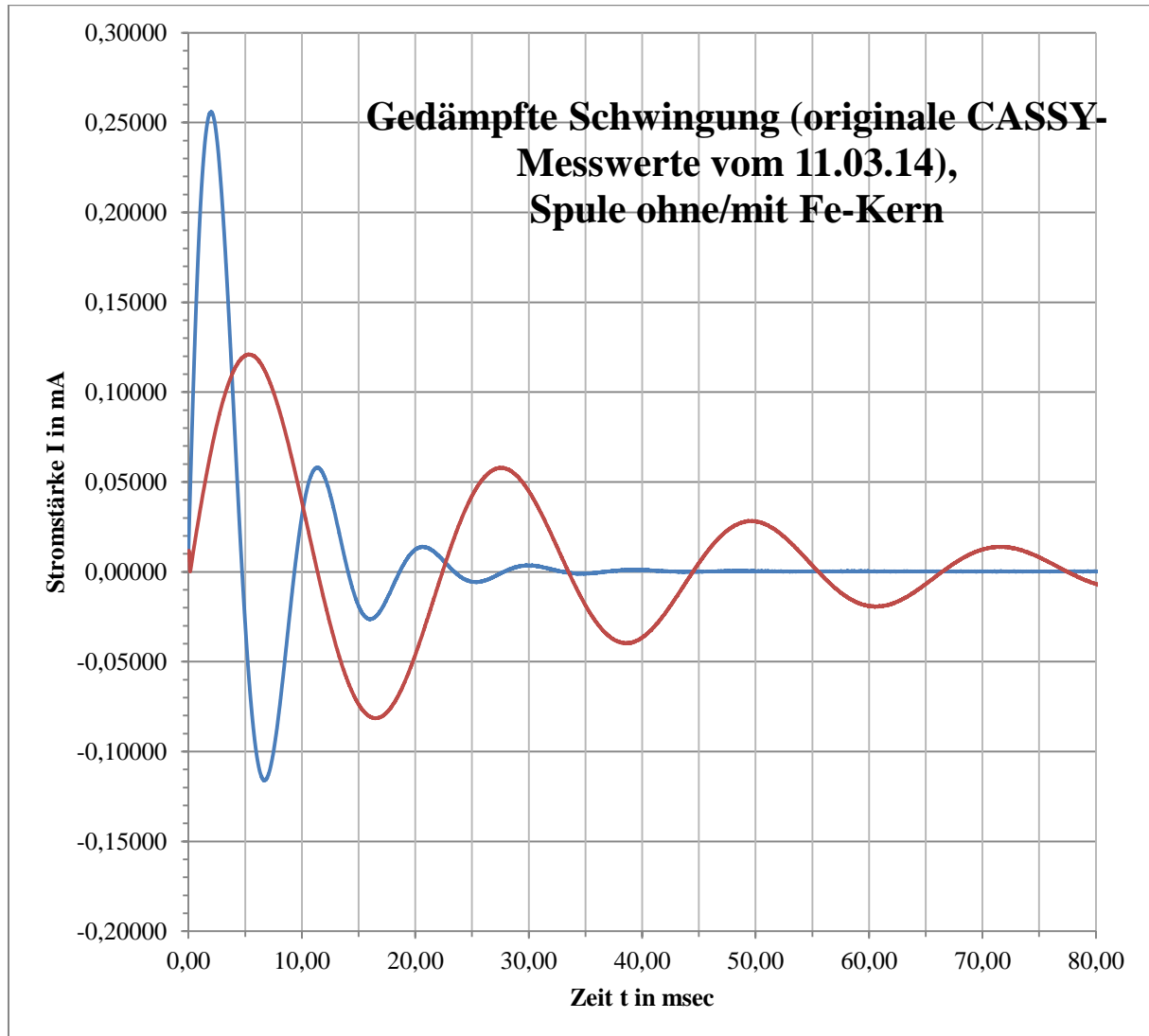
Ein Kondensator unbekannter Kapazität C wird entsprechend folgender Anordnung über einen $100\text{k}\Omega$ -Widerstand auf eine Spannung von $U_0 = 10\text{V}$ aufgeladen. Zum Zeitpunkt $t=0\text{sec}$ wird der Schalter geschlossen und der Strom mittels CASSY® durch die ebenfalls unbekannte Spule L gemessen. Der unvermeidliche ohmsche Widerstand in der realen Spule wurde vorher zu $9,5\Omega$ bestimmt.



Die Spule war bei der ersten Messung luftgefüllt, bei der zweiten dann mit einem Eisenkern (Fe-Kern) versehen. Das Diagramm zeigt echte, experimentell mittels CASSY® am 11.03.14 gewonnene Werte.

- Beschreibe den Verlauf beider Kurven im nachfolgenden Diagramm. Bestimme jeweils die Periodendauer T und berechne daraus die Winkelfrequenz ω . Vergleiche beide Kurven in ihrem Verlauf. (12P)
- Entscheide und begründe QUALITATIV (!!!), welche Messung von der Spule mit Fe-Kern stammt. Berücksichtige dabei die Schwingungsdauer, die Dämpfung und die absolute Höhe des Stromes bei sonst identischen Bedingungen. (12P)
- Stelle den gemessenen Verlauf der Strom-Amplitude $I_0(t)$ in GEEIGNETER DARSTELLUNG graphisch dar und bestätige dabei GRAPHISCH die Dämpfungskonstanten α für beide Messungen. (Zur Kontrolle bzw. als „Notfall“-Werte: Messung 1: $\alpha \approx 150 \text{ 1/sec}$, Messung 2: $\alpha \approx 30 \text{ 1/sec}$. Wenn vorhanden, für die folgenden Rechnungen eigene Werte verwenden!) Berechne daraus die Permeabilität μ_r des Eisenkernes. (14P)

- d. Bestimme für beide Messungen mittels der abgelesenen Periodendauer T , des bekannten Ohm'schen Widerstandes R und der ermittelten Dämpfungskonstanten α die unbekannten Größen L und C . (12P)



Formelsammlung zu den Aufgaben:

Elektrische Energie im Kondensator: $W_{el} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$

Magnetische Energie in der Spule: $W_{el} = \frac{1}{2} L \cdot I^2$

Winkelfrequenz: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$

Wechselstromwiderstände: $X_C = - \frac{i}{\omega C}$

$$X_L = i \omega L$$

Impedanz bei Reihenschaltung: $Z = R + i \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) = |Z| \cdot e^{-i\varphi} \text{ komplex}$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}$$

$$\tan(\varphi) = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

Zusammenhang Strom - Spannung: $U(t) = Z \cdot I(t)$ mit komplexem Z.

Schwingungsgleichung: $I(t) = I_0 \cdot \sin(\omega t) \cdot e^{-\alpha t}$

Dämpfungskonstante: $\alpha = \frac{R}{2L}$

Thomsonfrequenz: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Schwingungsfrequenz: $\omega^2 = \omega_0^2 - \alpha^2$

Induktivität einer Spule: $L = \mu_0 \cdot \mu_R \cdot \frac{n^2 \cdot A}{l}$