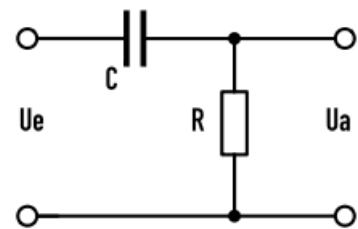


### **Aufgabe 1: Wechselstromwiderstände – Pässe, Filter, Siebketten(50 Punkte)**

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.

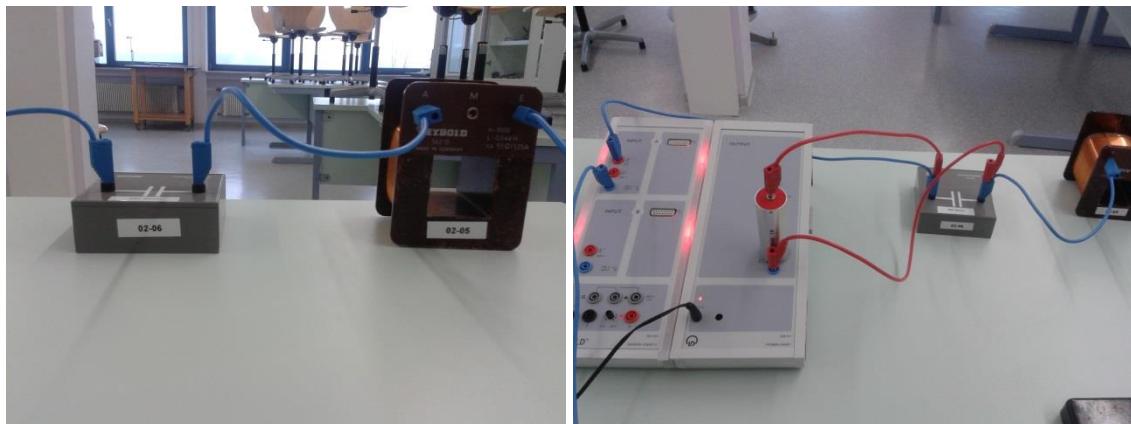
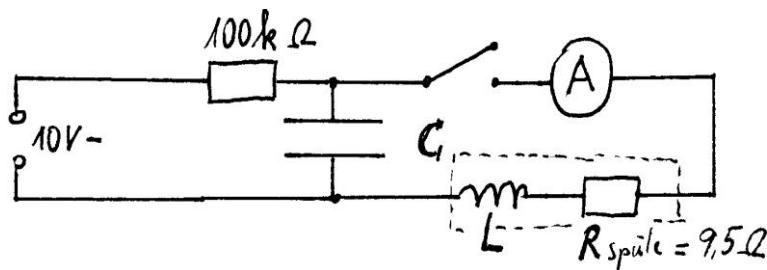
- a. Zeichne in einem  $f$ - $X_i$ -Diagramm die Wechselstromwiderstände  $X_L$  einer Spule  $L=25\text{mH}$ ,  $X_C$  eines Kondensators  $C=25\mu\text{F}$  und  $X_R$  eines Ohm'schen Widerstandes  $R=10\Omega$  zwischen  $f=50$  und  $f=1000\text{Hz}$ . (9P)
- b. Bestimme rechnerisch die 3 Schnittpunkte 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  $\varphi$  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 Hochtont-Lautsprecher, nur geeignet für Frequenzen  $> 3.000\text{Hz}$ , angeschlossen werden.  $R$  wurde zu  $1\Omega$  gewählt,  $C$  zu  $100\mu\text{F}$ .



## Aufgabe 2: Ideale und reale Schwingkreise (50P)

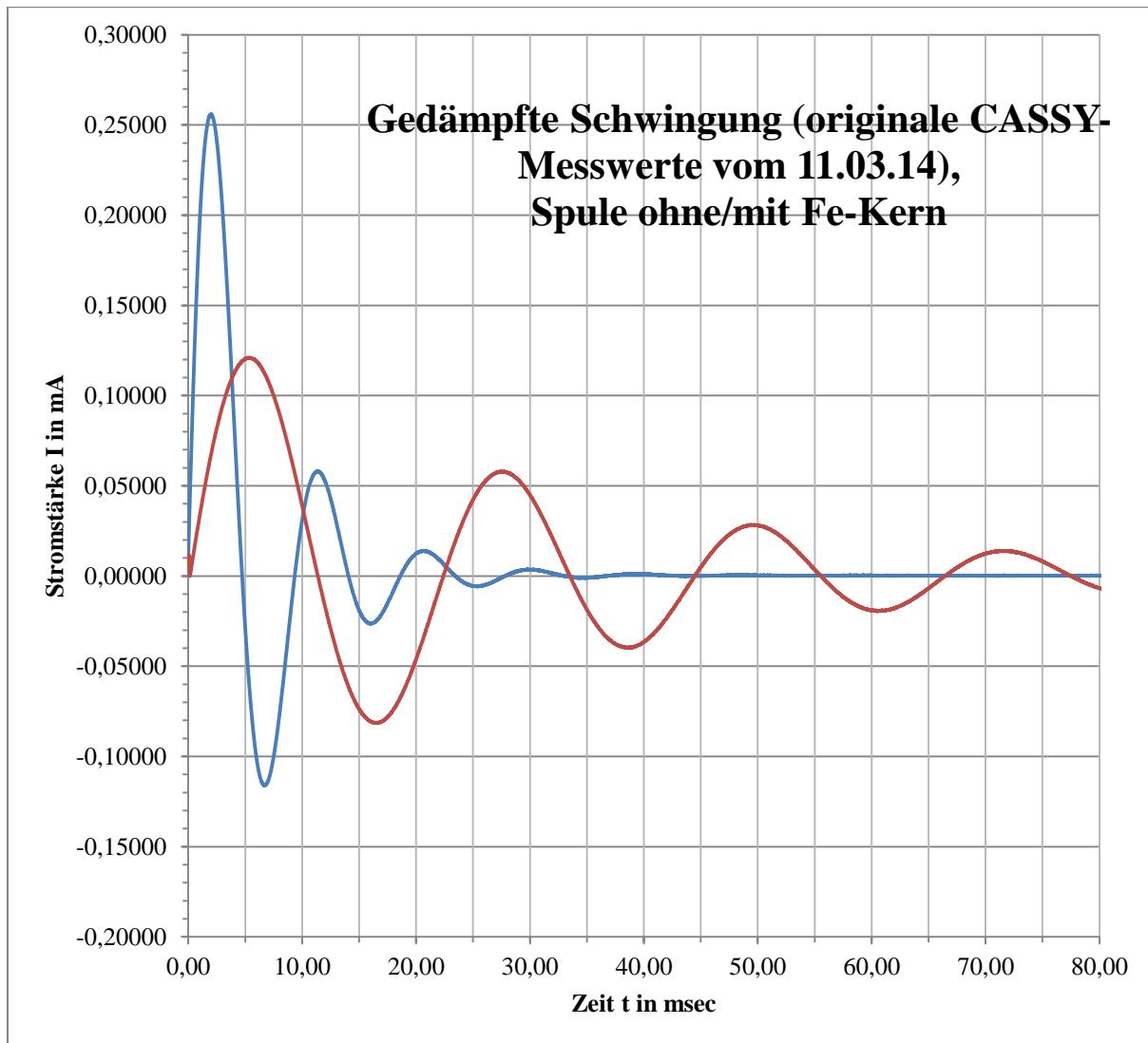
Ein Kondensator unbekannter Kapazität  $C$  wird entsprechend folgender Anordnung über einen 100kOhm-Widerstand auf eine Spannung von  $U_0 = 10V$  aufgeladen. Zum Zeitpunkt  $t=0sec$  wird der Schalter geschlossen und der Strom mittels CASSY® durch die ebenfalls unbekannte Spule L gemessen. Der unvermeidliche 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  $\omega$ . 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  $\alpha$  für beide Messungen. (Zur Kontrolle bzw. als „Notfall“- Werte: Messung 1:  $\alpha \approx 150$  1/sec, Messung 2:  $\alpha \approx 30$  1/sec. Wenn vorhanden, für die folgenden Rechnungen eigene Werte verwenden!) Berechne daraus die Permeabilität  $\mu_r$  des Eisenkernes. (14P)

- d. Bestimme für beide Messungen mittels der abgelesenen Periodendauer T, des bekannten Ohm'schen Widerstandes R und der ermittelten Dämpfungskonstanten  $\alpha$  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:  $Z = R + i \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right) = |Z| \cdot e^{-i\varphi} \text{ komplex}$

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

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

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