

## Übungen zur Einführung in die Physik II

für Studierende der Physik, Nanowissenschaften, Informatik, Chemie und Mathematik

Abgabe: 16.04.2013 in den Briefkästen

23.04.2013

### 1. Gegeninduktion ( 4 Punkte)

Zwei einlagige Zylinderspulen (Luftspulen) gleicher Länge ( $l=40\text{cm}$ ) und unterschiedlichen Durchmesser sind konzentrisch übereinander angeordnet. Durch die äussere Spule (Primärspule) ( $d_1=10\text{cm}$ ,  $N_1=800$ ) fliesst ein harmonischer Wechselstrom der Frequenz  $f=50\text{Hz}$  mit dem Scheitelwert  $I_{01}=1\text{A}$ .

- Welche Scheitelspannung  $U_{02}$  wird in der Sekundärspule ( $d_2=5\text{cm}$ ,  $N_2=2000$ ) induziert?
- Wie gross ist die „Gegeninduktivität“  $L_{12}$  dieser Anordnung, die in die Formel  $U_2(t) = -L_{12} \frac{dI_1(t)}{dt}$  eingeht?
- Wie gross ist die Gegeninduktivität,  $L_{21}$  wenn man Primär- und Sekundärspule vertauscht?

### 4. Hoch- und Tiefpass (4 Punkte)

Wichtige Bauelemente in der Wechselstromelektronik sind Filter für niedrige (Tiefpass) oder hohe (Hochpass) Wechselspannungsfrequenzen, die sich durch die beiden abgebildeten RC-Glieder realisieren lassen. Damit lassen sich elektrische Wechselspannungssignale filtern, d.h. gewisse Frequenzbereiche können gezielt unterdrückt werden, andere werden gezielt durchgelassen. Ein Filter lässt sich durch die

Übertragungsfunktion (transfer function)  $r(\omega) = \frac{V_A(\omega)}{V_E(\omega)}$  charakterisieren. Verwenden Sie für die

Eingangsspannung eine komplexe Wechselspannung von der Form  $V_E(\omega, t) = V_0 \cdot e^{i\omega t}$ .

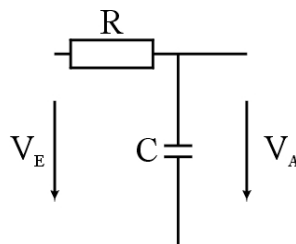
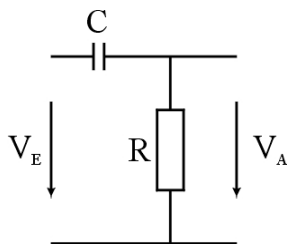
- Berechnen Sie mit Hilfe komplexer Wechselstromwiderstände jeweils die

Übertragungsfunktionen  $r(\omega) = \frac{V_A(\omega)}{V_E(\omega)}$  des Hoch- und des Tiefpasses und bestimmen

Sie daraus das Verhältnis  $|r(\omega)|$  ihrer Amplituden sowie die Phasenlage  $\varphi$  als Funktion von  $\omega$ .

- Skizzieren Sie  $r(\omega)$  und  $\varphi(\omega)$ . Beachten sie dabei vor allem folgende Bereiche:

i)  $\omega \rightarrow 0$ , ii)  $\omega = 1/(RC)$ , iii)  $\omega \rightarrow \infty$ .



### 3. Netzwerk (8 Punkte)

Gegeben sei eine Brückenschaltung wie in der Abbildung gezeigt mit  $C=2\text{nF}$ ,  $R_X=2\text{k}\Omega$ ,  $R_C=10\text{k}\Omega$ , die mit Wechselspannung  $U_{\text{in}}=U_0 \cdot \sin(\omega t)$  betrieben wird.

- a) Eilt die Spannung am Kondensator  $U_C$  der Spannung  $U_{\text{in}}$  voraus oder nach (=Phasendrehung)? Begründen Sie anhand  $I(t)=f(U)$  und der Phasendrehung an RC- Gliedern.

Die Brücke ist abgeglichen, wenn  $U_B=0$  gilt.

- b) Was bedeutet dies für die Spannung am Kondensator  $U_C$  und am Widerstand  $U_{R_X}$ ? Diskutieren Sie die Phasendrehung.  
c) Welche Phasendrehung muss das Bauelement  $X$  verursachen, damit die Brücke abgeglichen ist?  
d) Welches Bauelement  $X$  (R,L,C) erfüllt diese Bedingung? Begründen Sie anhand von  $I(t)=f(U)$  bzw.  $U(t)=f(I)$  an den 3 Typen von Bauelementen und der Phasendrehung von RC- und RL- Gliedern.

Als Eingangsspannung  $U_{\text{in}}$  liege eine Wechselspannung von 10V und  $f=1000\text{Hz}$  an.

- e) Welchen Wert hat das Bauelement  $X$ , wenn die Brücke abgeglichen ist?  
f) Welche Spannung  $U_B$  stellt sich ein wenn man die Brücke mit  $U_{\text{in}}=10\text{V}$  Gleichspannung betreibt?

