

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 $V_E(\omega, t) = V_0 \cdot e^{i\omega t}$.

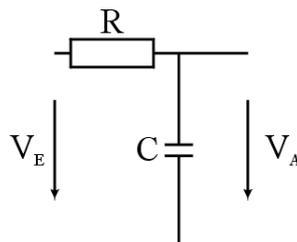
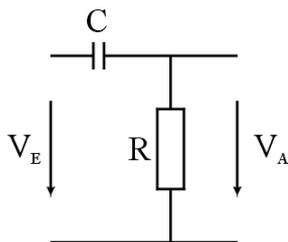
- Berechnen Sie mit Hilfe komplexer Wechselstromwiderstände jeweils die

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 φ als Funktion von ω .

- 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_{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_{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?

