Übungen zur Experimentalphysik III

Dr. R. Mitdank, S. Weidemann, A. Fiedler

Aufgaben zur 1. Übung

Abgabe am 22.10.-24.10.14

R, L, C – Kreise , elektrische Schwingungen

1. R-C-Parallelschaltung

Ein Ohm'scher Widerstand von R = 3,0 Ω und ein Kondensator der Kapazität C = 70 µF sind parallel geschaltet und mit einer Wechselspannungsquelle U_{eff} = 10 V der Frequenz f = 500 Hz verbunden.
Man bestimme:

1. den Blindwiderstand X_{C},
2. den Scheinwiderstand Z,
3. die Gesamtstromstärke I_{eff},
4. die Teilstromstärken $I_{\text{C-eff}}$ und $I_{R\text{-eff}}$,
5. den Phasenwinkel φ,
6. die Scheinleistung P_{S},
7. die pro Sekunde am Ohm'schen Widerstand abgegebene Wärme Q und
8. die parallel zu schaltende Induktivität L, die die Phasenverschiebung aufhebt.

2. Resonanzfall

Ein Ohm'scher Widerstand R = 20 Ω, eine Spule L = 100 µH und ein Kondensator C = 2,5 nF sind in Reihe geschaltet. Die anliegende Spannung hat den Scheitelwert U_{m} = 1,0 kV.

1. Wie groß ist die Stromstärke I_{eff} im Resonanzfall?
2. Wie groß sind im Resonanzfall die Spannungen U_{Leff} und U_{Ceff} über der Spule und dem Kondensator?

3. R-L-C-Reihenschaltung

Eine RLC-Serienschaltung werde mit einer Frequenz von f = 500Hz betrieben. Eine Messung mit einem Oszilloskop ergebe eine Phasenverschiebung zwischen angelegter Spannung und Strom von φ = 75°.
a) Berechnen Sie die Kapazität des Schwingkreises, wenn der Gesamtwiderstand Z = 35 V/A und die Induktivität L = 0,15 H beträgt.
b) Berechnen Sie die Resonanzfrequenz der Schaltung.
c) Berechnen Sie das Verhältnis der auf dem Wirkwiderstand bei f = 500Hz umgesetzten Leistung zur Leistung im Resonanzfall.
d) Nun sei der Generator abgekoppelt und der RLC-Kreis kurzgeschlossen. Welche Art der gedämpften Schwingung liegt vor?

4. Eigenfrequenz eines Schwingkreises

A] Zeigen Sie durch Einsetzen, dass die Gleichung $L\frac{d^2q}{dt^2}+R\frac{dq}{dt}+\frac{1}{C}q=0$

durch den Lösungsansatz $q=q_o\exp\left[-Rt/(2L)\right]\cos\omega' t$ erfüllt wird, wobei

$\omega'=\sqrt{\frac{1}{LC}-\left(\frac{R}{2L}\right)^2}$ der Eigenfrequenz des Schwingkreises entspricht (q_o ist die Ladung des Kondensators zum Zeitpunkt $t = 0$).

B] Ein Kondensator der Kapazität C = 1,0 µF wird an einer Gleichspannungsquelle U_o = 10 V aufgeladen, anschließend von ihr getrennt und über eine Spule der Induktivität L = 10 mH entladen.

1. Man bestimme Amplitude und Frequenz der auftretenden Schwingung der Kondensatorentladung $q = q(t)$ bei Vernachlässigung der Dämpfung. (q – Kondensatorladung)
2. Wie ändert sich die Frequenz, wenn der Wirkwiderstand des Schwingkreises R = 30 Ω berücksichtigt wird?
3. Wie groß darf R höchstens sein, damit überhaupt Schwingungen auftreten?