

## Übungen zur Experimentalphysik II — Blatt 12

### Aufgabe 1: *Energie des Magnetfelds*

4 Punkte (1 + 2 + 1)

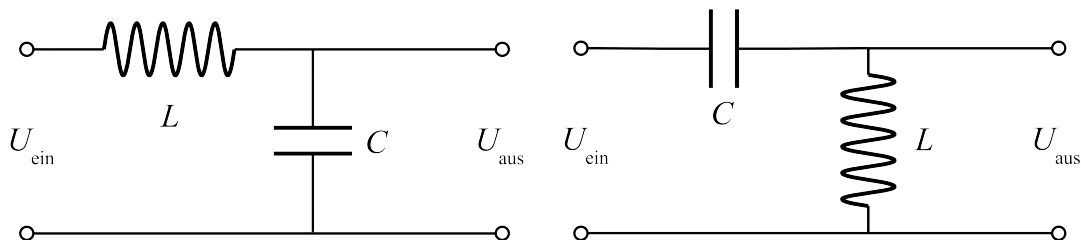
Betrachten Sie eine lange Spule mit einer kreisrunden Querschnittsfläche (Radius  $r = 2,5 \text{ cm}$ ) und der Länge  $l = 1,8 \text{ m}$ . Der Wicklungsdraht sei ein idealer Leiter und habe eine Gesamtlänge von  $1500 \text{ m}$ . Durch die Spule fließt ein Strom von  $350 \text{ A}$ . Die Wicklungen liegen dicht nebeneinander, und nicht übereinander.

- Wie viele Windungen hat die Spule?
- Geben Sie die Magnetfeldstärke und die Energiedichte des Magnetfelds im Inneren der langen Spule an.
- Berechnen Sie die insgesamt in der Spule gespeicherte Energie unter der Annahme, dass die Energiedichte innerhalb der Spule homogen verteilt ist.

### Aufgabe 2: *L-C-Tief- und -Hochpass*

7 Punkte

Bestimmen Sie für beide gezeigten Schaltungen den Frequenzgang ( $|U_{\text{aus}}(\omega)|/|U_{\text{ein}}(\omega)|$ ). Die Eingangsspannung ist  $U_{\text{ein}}(t) = U_0 \cdot \exp(i\omega t)$ . Drücken Sie den Frequenzgang mit Hilfe der Frequenz  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$  aus. Skizzieren Sie jeweils den Frequenzgang als Funktion von  $\omega/\omega_0$ . Kann die Ausgangsspannung größer als die Eingangsspannung werden? Widerspricht das dem Energieerhaltungssatz?



### Aufgabe 3: *Transformator*

6 Punkte (3 + 2 + 1)

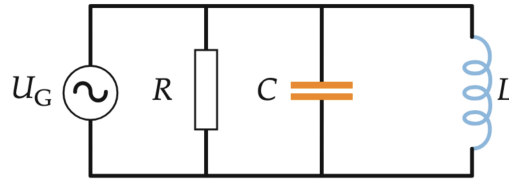
Gegeben ist ein idealer Transformator mit Belastungsimpedanz  $Z$  auf der Sekundärseite. Der Eisenkern besitze die Länge  $l = 20 \text{ cm}$  und die Querschnittsfläche  $A = 12 \text{ cm}^2$ . Die Windungszahlen seien  $N_1 = 1800$  und  $N_2 = 2700$ . Der Transformator wird mit einer harmonischen Wechselspannung bei einer Frequenz von  $50 \text{ Hz}$  betrieben. Spannung und Stromstärke seien  $U_1(t)$  und  $U_2(t)$  bzw.  $I_1(t)$  und  $I_2(t)$ .

- Berechnen Sie explizit  $U_2/U_1$  als Funktion von  $N_1$ ,  $N_2$  und  $Z$ . Rechnen Sie zuerst allgemein und nehmen Sie danach an (auch für die Teile b) und c)), dass die Spulen vollständig gekoppelt sind, also  $L_{12} = \sqrt{L_1 L_2}$ .
- Im Sekundärstromkreis befindet sich als Belastungsimpedanz sich ein kleiner ohmscher Widerstand  $Z = R$ . Geben Sie näherungsweise  $|I_2|/|I_1|$  als Funktion von  $N_1$  und  $N_2$  an.
- Der (geschlossene) Sekundärstromkreis enthalte jetzt als Belastungsimpedanz  $Z$  einen Kondensator mit der Kapazität  $C = 1 \mu\text{F}$ . Wie groß ist  $U_2/U_1$ ?

#### Aufgabe 4: *Schwingkreise*

8 Punkte (2 + 2 + 4)

- a) In der Vorlesung (Skriptteil 8, 6.1.1.) wurde der elektische Parallelschwingkreis eingeführt. Nun wird die Spannungsquelle entfernt. Leiten Sie für diesen Fall die Differentialgleichung für die Ladung  $Q$  auf dem Kondensator her.



- b) Bestimmen Sie für den oben beschriebenen Parallelschwingkreis die Impedanz  $Z$ .
- c) Der Kondensator habe eine Kapazität  $C = 10 \mu\text{F}$ , die Spule eine Induktivität  $L = 2,2 \mu\text{H}$  und der Widerstand sei variabel. Nehmen Sie an, dass der Kondensator zum Zeitpunkt  $t = 0$  vollständig entladen ist. Bestimmen Sie mit Hilfe der Differentialgleichung aus Aufgabenteil a) den zeitlichen Verlauf der Ladung  $Q$  des Kondensator. Stellen Sie die Ergebnisse für  $Q(t)$  für die Widerstandswerte  $R = 0,024 \Omega$ ,  $R = 0,24 \Omega$  und  $R = 2,4 \Omega$  grafisch dar.

**Allgemeiner Hinweis:** Bitte rechnen Sie grundsätzlich so lange wie möglich mit den Variablen, d.h. setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte erst ganz am Schluss ein. Fertigen Sie außerdem aussagekräftige Skizzen an wo immer es hilfreich ist.