

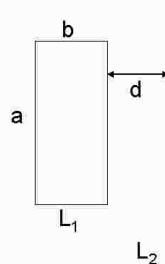
# Übungsaufgaben

## Zeitlich veränderliche Felder und Wechselstrom

Martina Stadlmeier

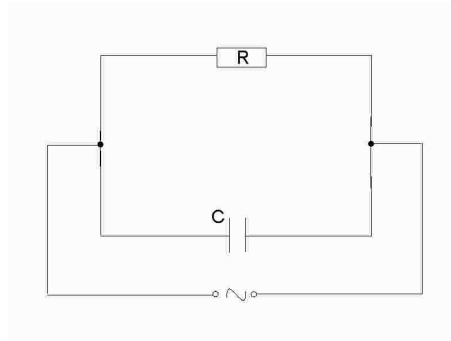
09.09.2009

1. Ein Elektromagnet wird durch einen Strom von 1 A erregt, der durch  $10^3$  Windungen der Feldspule mit einer Fläche von  $100 \text{ cm}^2$ , der Länge 0,4 m und einem Widerstand von  $5 \Omega$  fließt. Das Magnetfeld  $B$  im Eisenkern ist 1 T.
  - a) Berechne die an den Enden der Spule auftretende Induktionsspannung, wenn der Strom in einer Zeit  $\Delta t = 1 \text{ ms}$  abgeschaltet wird!
  - b) Vergleiche  $I(t < 0)$  mit  $I(t = 0)$ !
2. Die beiden Schienen eines Eisenbahngleises mit der Spurweite  $l = 1435 \text{ mm}$  seien voneinander isoliert und mit einem Spannungsmesser verbunden. Welche Spannung  $U_{ind}$  zeigt das Messgerät an, wenn ein Zug mit der Geschwindigkeit  $v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  über die Strecke fährt? (Die Vertikalkomponente der magn. Flussdichte des Erdmagnetfeldes beträgt  $45 \mu\text{T}$ )
3. Ein Stab der Länge  $l$  rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  um eines seiner Enden in einer Ebene senkrecht zum Magnetfeld  $B$ . Welche Spannung  $U_{ind}$  wird zwischen den Stabenden induziert?
4. Gegeben ist das folgende Leitersystem ( $a=100 \text{ cm}$ ,  $b=10 \text{ cm}$ ,  $d=2,0 \text{ cm}$ ):

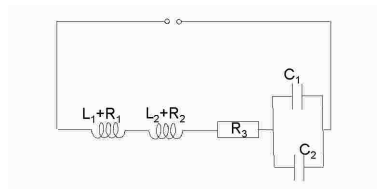


- a) Durch den Leiter  $L_2$  fließt ein Strom der Stärke  $I_2 = 10 \text{ A}$ . Wie groß ist der magnetische Fluss durch die Rechtecksfläche von  $L_1$ ?
- b) Durch  $L_2$  fließt sinusförmiger Wechselstrom ( $I_{2eff} = 10 \text{ A}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ). Wie groß ist die induzierte Spannung  $U_{1eff}$  im Leiter  $L_1$ ?
- c) Der Leiter  $L_1$  hat den Widerstand  $0,10 \Omega$ . Wie groß ist  $I_{1eff}$ ?
- d) Welche Leistung  $P$  wird in  $L_1$  in Wärme umgesetzt? e) Woher stammt die verbrauchte Energie?

5. Ein Kondensator, eine Spule und ein Ohmscher Widerstand sind in Reihe geschaltet.
- Berechne den Scheinwiderstand  $Z$  und den Phasenwinkel  $\varphi$  für  $R=100\ \Omega$ ,  $C=2,00\ \mu\text{F}$ ,  $L=10,0\ \text{mH}$  und  $f=1,00\ \text{kHz}$ !
  - Nun sei  $C$  variabel und  $R=0$ . An der Schaltung liege die Spannung  $U_{eff}$  in Reihe mit  $R$ ,  $C$ ,  $L$ . Gibt es ein  $C^*$ , sodass  $U_{Leff} = 2U_{eff}$ ? Berechne  $C^*$ !
6. Bestimme für folgende Schaltung ( $R=3,0\ \Omega$ ,  $C=\mu\text{F}$ ,  $U_{eff} = 10\ \text{V}$ ,  $f=500\ \text{Hz}$ )



- den Blindwiderstand  $X_C$
  - den Scheinwiderstand  $Z$
  - die Gesamtstromstärke  $I_{eff}$
  - die Teilstromstärken  $I_{Ceff}$  und  $I_{Reff}$
  - den Phasenwinkel  $\varphi$
  - die Scheinleistung  $P_S$
  - die je Sekunde am Ohmschen Widerstand abgegebene Wärmemenge  $Q$
  - die parallelzuschaltende Induktivität  $L$ , die die Phasenverschiebung aufhebt!
7. Berechne für folgende Schaltung ( $L_1 = 40\ \text{mH}$ ,  $L_2 = 5,0\ \text{mH}$ ,  $R_1 = 20\ \Omega$ ,  $R_2 = 10\ \Omega$ ,  $R_3 = 60\ \Omega$ ,  $C_1 = 5,0\ \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 5,0\ \mu\text{F}$ ,  $U_{eff} = 250\ \text{V}$ ,  $f = 1,0\ \text{kHz}$ )



- die Stromstärke  $I_{eff}$ , die durch die gesamte Schaltung fließt!
  - Wie groß ist die Wirkleistung  $P$ ?
  - Welche Wärmemenge  $Q$  wird in einer Minute vom Stromkreis an die Umgebung abgegeben?
8. Ein Hochpass und ein Tiefpass bestehen jeweils aus der Serienschaltung eines Kondensators  $C$ , eines Widerstandes  $R$  und der Spannungsquelle  $U_0$ . Beim Hochpass wird die Ausgangsspannung  $U_{eff}$  über dem Widerstand abgegriffen, beim Tiefpass über dem Kondensator.
- Berechne jeweils das Verhältnis  $\frac{U_{eff}}{U_{0eff}}$ !
  - Wie wirken sich sehr hohe bzw. sehr niedrige Frequenzen auf die Ausgangsspannung aus?
9. Betrachte eine Reihenschaltung von Widerstand, Kondensator und Spule und einer Spannungsquelle  $U = U_0 e^{i\omega t}$ . a) Stelle die DGL für die Ladung  $Q$

auf!

b) Zeige dass für die Resonanzfrequenz gilt:

$$\omega_{res} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}$$

c) Bestimme die Frequenz  $\omega_{max}$ , bei der die im Widerstand dissipierte Energie maximal wird!

10. Eine Spule mit  $L=2,2$  H wird zum Zeitpunkt  $t=0$  über einen Widerstand von  $470 \Omega$  mit einer Batterie  $U = 9$  V verbunden.

a) Stelle die DGL für den Stromfluss in der Spule auf! Löse die DGL mit den korrekten Anfangsbedingungen!

b) Skizziere den zeitlichen Verlauf von Spannung und Stromstärke an/durch die Spule!

c) Wieviel Energie wird in Wärme umgewandelt bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Stromstärke 90 Prozent ihres Maximalwertes erreicht hat?