

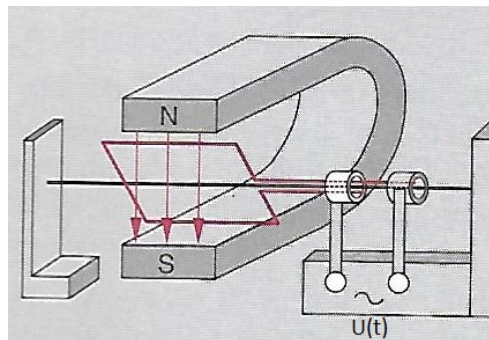
# Übungsblatt 8

Besprechung am 03.07.2017

## Aufgabe 1

### Elektromotor.

Ein Elektromotor wandelt elektrische Energie in mechanische Energie um. Der einfachste Elektromotor besteht aus einer drehbar aufgehängten Spule (Rotor) und einem Hufeisenmagnet (Stator), in dessen homogenem Magnetfeld sich die Spule befindet. Legen wir nun eine Wechselspannung an die Spule an, beginnt sie sich zu drehen.



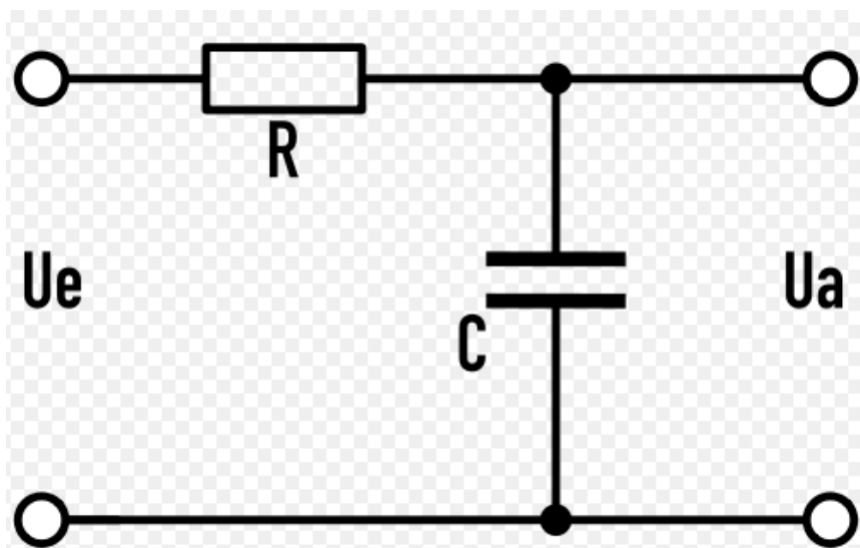
Gegeben sei eine würfelförmige Spule mit 200 Windungen (nicht wie in der Abbildung nur eine Windung) und einer Kantenlänge von  $a = b = 5 \text{ cm}$ . Sie befindet sich in dem homogenen Magnetfeld eines Hufeisenmagneten mit einer Feldstärke von  $B = 0.1 \text{ T}$ . Nun wird eine Wechselspannung  $U(t)$  mit Amplitude  $U_0 = 20 \text{ V}$  und Frequenz  $f = 50 \text{ Hz}$  an die beiden Schleifkontakte der Spule angelegt.

- Wie groß ist der Maximalwert der zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses? In welcher Position ist die Spule zu diesem Zeitpunkt?
- Wie groß ist die induzierte Spannung, wenn der Motor mit der gleichen Frequenz als Generator betrieben wird.
- Wie groß ist das maximale Drehmoment, das der Motor erzeugen kann. (Hinweis: Rechnen Sie zuerst mit dem induktiven Widerstand die Stromstärke aus, die durch die Spule fließt. Berechnen Sie anschließend die Lorentzkraft, die auf die Spule wirkt. Für das Drehmoment dürfen Sie als Hebelarm die halbe Spulenbreite annehmen.)

## Aufgabe 2

**Tiefpass-Filter.** Im einfachsten Fall besteht ein Tiefpass-Filter aus einem Widerstand und einem Kondensator, die in Reihe geschaltet sind. Die Eingangsspannung

wird an beide Elemente angelegt und die Ausgangsspannung wird am Kondensator abgegriffen. Gegeben sei ein Kondensator mit einer Kapazität von  $C = 3 \text{ F}$  und ein Widerstand von  $5 \Omega$ .



- Wie stark werden periodische Signale mit den folgenden Kreisfrequenzen abgeschwächt:  $\omega_1 = 0,01 \text{ Hz}$ ,  $\omega_2 = 0,10 \text{ Hz}$  und  $\omega_3 = 1,00 \text{ Hz}$ .
- Erklären sie qualitativ wie sich der Tiefpass verändert, wenn man vor den Widerstand noch eine Spule mit Induktivität  $L$  schaltet. Tragen Sie für beide Schaltungen qualitativ  $\frac{U_a}{U_e}$  gegen  $\omega$  auf.

### Aufgabe 3

**Transformatoren und Hochspannungsleitungen.** Überlandleitungen in Deutschland werden mit einer Effektivspannung von  $U_{eff,1} = 110 \text{ kV}$  betrieben. Für den Haushaltsgebrauch wird die Spannung auf einen Effektivwert von  $U_{eff,2} = 230 \text{ V}$  heruntertransformiert. Ein geeigneter Transformator hat eine Primärspule mit  $N_1 = 11000$  Windungen.

- Wie viele Windungen muss die Sekundärspule des Transformators haben? Wie hoch muss der Strom in der Primärspule sein, damit an der Steckdose ein Effektivwert von  $I_{eff,2} = 16 \text{ A}$  zur Verfügung steht? Nehmen Sie dabei einen verlustfreien Transformator an.
- Warum ist es nötig die Spannung für den Transport über weite Strecken hochzutransformieren? Vergleichen Sie hierzu den Spannungsverlust an einer Leitung der Länge  $1 \text{ km}$  mit einem Querschnitt von  $180 \text{ mm}^2$  und einem spezifischen Widerstand von  $1,7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$  für die effektiven Spannung  $U_{eff,1}$  und  $U_{eff,2}$ . Es soll in beiden Fällen eine mittlere Leistung von  $\langle P \rangle = 20 \text{ MW}$  übertragen werden.