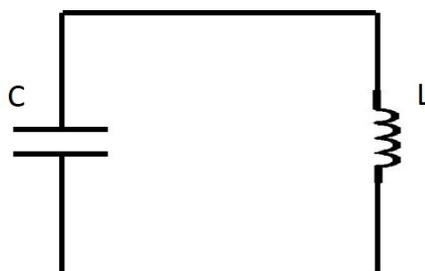


Übungsblatt 9

Besprechung am 03.07.2020

Aufgabe 1

Schwingkreis. Der Schwingkreis ist ein wichtiges Bauelement für viele technologische Anwendungen. Im dem dargestellten einfachen, idealen (widerstandsfreien) Fall besteht er aus einer Spule und einem Kondensator.



- Im Folgenden soll das zeitliche Verhalten von Ladung, Spannung und Strom analysiert werden. Stellen Sie dazu unter Verwendung der Kirchhoffschen Regeln eine Differentialgleichung für den Schwingkreis auf. Lösen Sie die Gleichung mit einem Ansatz der Form $Q(t) = Q_0 \cdot \cos(\omega_0 t)$ unter der Bedingung, dass zum Zeitpunkt $t = 0$ die Ladung im Kondensator maximal ist. Bestimmen Sie insbesondere ω_0 .
- Skizzieren Sie qualitativ den zeitlichen Verlauf von Ladung, Strom und Spannung. Zu welchen Zeitpunkten befindet sich die gesamte Energie im Kondensator? Wann in der Spule?
- Nun sollen der Widerstand einer Reihenschaltung und Parallelschaltung von Kondensator und Spule, ähnlich wie im Schwingkreis, betrachtet werden. Nutzen sie die in der Vorlesung eingeführten Ersatzwiderstände für Spulen und Kondensatoren (kapazitiver Widerstand, induktiver Widerstand) um einen Ausdruck für den Gesamtwiderstand der beiden Schaltungen zu erhalten. Beachten Sie, dass die Widerstände für Spule und Kondensator verschiedene Vorzeichen haben, da der Strom in beiden Bauelementen um insgesamt 180° phasenverschoben ist. Skizzieren Sie den Widerstand als Funktion der Frequenz. Was passiert bei $\omega = \omega_0$?
- Jetzt fahren Sie 5 min mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h auf einen 100 m hohen Hügel hinauf. Dabei liegt das Gesamtgewicht (also Mensch, Fahrrad, Gepäck) bei 100 kg . Wie viel Prozent der Gesamtleistung wird durch die Lampe dabei verbraucht? (Hinweis: Vernachlässigen Sie Reibung und berechnen Sie die Höhenenergie!)

Aufgabe 2

Radioantenne. Mit einer Ringantenne, bestehend aus einer Drahtschleife mit Radius 10 cm , soll elektromagnetische Strahlung mit einer effektiven Feldstärke $E_{\text{eff}} = 0.15 \text{ V/m}$ empfangen werden. Im Falle der Ringantenne erzeugt dabei die magnetische Feldkomponente der

elektromagnetischen Strahlung eine Induktionsspannung in der Leiterschleife. Diese kann dann detektiert werden um das Signal zu empfangen. Sie können im Folgenden von einer ebenen elektromagnetischen Welle ausgehen. (**Hinweis:** Der Effektivwert einer Schwingung $x(t) = x_0 \sin(\omega t)$ ist definiert durch $x_{eff} = x_0/\sqrt{2}$.)

- a) Wie muss die Ringantenne zur elektromagnetischen Welle (insbesondere der magnetische Feldkomponente) ausgerichtet sein, damit die induzierte Spannung maximal wird? Finden Sie einen Ausdruck für das Magnetfeld $B(t)$ an der Stelle der Ringantenne! Sie können dabei annehmen, dass die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung viel größer als die Abmessung der Ringantenne ist (d.h. das Magnetfeld ist homogen über die Fläche der Ringantenne).
- b) Nehmen Sie an, dass die Antenne wie in a) ausgerichtet ist und dass die elektromagnetische Strahlung mit einer Frequenz von 600 kHz ausgestrahlt wird. Berechnen sie die effektiven Induktionsspannung in der Ringantenne.