

Abgabe am 4. Juni vor Beginn der Vorlesung

AUFGABE 1 – Induktionsspannung des Drehspulgenerators (Dynamo)

Auf einen quadratischen Rahmen mit der Seitenlänge a (Fläche $A = a^2$) werden N Windungen eines Kupferdrahts gewickelt. Diese Spule dreht sich mit einer Frequenz f in einem homogenen Feld eines Permanentmagneten (magnetische Kraftflussdichte B). Hierbei ist die Richtung des B -Felds senkrecht zur Drehachse der Spule.

- a) Leiten Sie eine Beziehung für den Zeitverlauf der Induktionsspannung $U_{\text{ind}}(t)$ her. (2 Pkt)
- b) Lässt sich der Drehspulgenerator auch als Elektromotor einsetzen? Begründen Sie die Antwort kurz. (Argumentieren Sie am besten über das magnetische Moment der stromdurchflossenen Spule sowie des daraus resultierenden Drehmoments in Magnetfeld des Permanentmagneten.) (2 Pkt)

AUFGABE 2 – Zeitverlauf des Stromes einer Induktivität

- a) Wir blenden erstmal einen Teil der Realität aus und betrachten eine *ideale Spule* mit einer Induktivität von **50 mH**, deren ohmscher Widerstand Null ist. Zum Zeitpunkt $t=0$ fließt keine Strom durch die Spule und es wird nun schlagartig eine konstante Spannung von $U = 10 \text{ V}$ angelegt. Geben Sie den Zeitverlauf des Spulenstroms an ($I(t) = ?$). (2 Pkt)
- b) Welche Energie steckt in dem magnetischen Feld der obigen idealen Spule nachdem eine Spannung von $U = 5 \text{ V}$ für $0,1 \text{ s}$ angelegt worden ist? Berechnen Sie die Energie durch Integration der elektrischen Leistung $P = U \cdot I(t)$. (2 Pkt)
- c) Jetzt berücksichtigen wir einen ohmschen Widerstand des Drahtes der *realen Spule* von **5 Ohm**. Berechnen Sie unter Berücksichtigung des Drahtwiderstands den Zeitverlauf des Stromes! Hierbei kann das Zeitverhalten des Stromes unter der Annahme betrachtet werden, dass eine Serienschaltung des ohmschen Widerstandes (10 Ohm) und einer idealen Spule (100 mH) vorliegt. Die Aufgabe umfasst die Herleitung des Zeitgesetzes für den Spulenstrom, das Einsetzen der Zahlenwerte und eine Skizze des Zeitverlaufs des Stromes. (4 Pkt)
- d) Es wird eine symmetrische Rechteckspannung an die Spule aus Aufgabe c) angelegt, die mit einer Frequenz f (Periodendauer $T = 1/f$) zwischen den Spannungswerten $+10 \text{ V}$ und -10 V oszilliert.

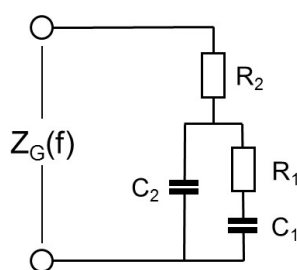
Hinweis: Dies bedeutet, dass für $t_{AN} = T/2$ die Spannung genau +10 V beträgt. Anschließend beträgt die Spannung für dasselbe Zeitintervall ($t_{AUS} = t_{AN}$) genau -10 Volt. Sie können wegen der symmetrischen Rechteckspannung davon ausgehen, dass nach einer Einschwingphase der Mittelwert des Stromes Null ist und der Stromverlauf symmetrisch zur Nulllinie ist.

Skizzieren Sie qualitativ den Zeitverlauf des Stromes über zwei Perioden (über $2T$) sowohl für $f = 2 \text{ kHz}$ als auch für $f = 0,5 \text{ Hz}$ (also zwei Skizzen mit unterschiedlichen Zeitachsen). Wie groß wird der jeweilige Maximalstrom? (2 Pkt)

AUFGABE 3 – Magnetische und elektrische Eigenschaften der Materie (2 Pkt)

Eine Spule wird mit einem Material ausgefüllt. Wie verändert sich die Stärke des Magnetfelds, wenn das Material a) *diamagnetisch* oder b) *paramagnetisch* ist? Sehen Sie eine Analogie zur *Polarisation eines Dielektrikums* zwischen Kondensatorplatten?

AUFGABE 4 – Parallel- & Serienschaltung von Wechselstromwiderständen



Gesucht ist die Gesamtimpedanz des obigen RC-Netzwerks, welche sich durch Anwendung der Regeln für die Parallel- und Serienschaltung von Wechselstromwiderständen ergibt.

a) Geben sie $Z_G(f)$ (oder auch $Z_G(\omega)$) als gebrochen rationale Funktion in der folgenden funktionalen Form an: (4 Pkt)

$$Z_G(\omega) = \frac{a \omega^2 + b \omega + d}{e \omega^2 + f \omega + g}$$

Anmerkungen: Beachten Sie, dass die sechs Koeffizienten (a – g) im Prinzip komplexe Zahlen sind, die aber jeweils rein reell, rein imaginär oder auch gleich Null sein können. Sie können wahlweise die Impedanz in Abhängigkeit von der Frequenz f beschreiben oder in Abhängigkeit von $\omega (= 2 \pi f)$, letztere Notation spart etwas Schreibarbeit.