

Elektrischer Schwingkreis

Elektrische Schwingkreise spielen in vielen technischen Anwendungen (z.B. Taktgeber, Radioempfänger) eine entscheidende Rolle.

Ziel

Ein Kondensator, eine Spule und ein ohmscher Widerstand werden seriell mit einem Frequenzgenerator verbunden.

- Sie üben an einem elektrischen Schwingkreis den Umgang mit dem Kathodenstrahloszilloskop.
- Sie können eine Resonanzkurve qualitativ beschreiben und ausmessen.

Experiment

Material

Frequenzgenerator (FG) und Kathodenstrahloszilloskop (KO), Spule (mit Eisenkern), Kondensatoren und Widerstände, Multimeter (zur Messung von Widerstand, Kapazität, und als Frequenzmesser). Dazu 1 Multimeter (Amprobe) für alle um die Induktivität zu messen.

Durchführung

- Messen Sie die Induktivität der Spule (ohne und mit Kern). Messen Sie den Widerstand der Spule. Notieren Sie im Protokoll Ihre Messungen und die Herstellerwerte.
- Bauen Sie einen einfachen elektrischen Schwingkreis aus der Spule und einem Kondensator auf. Wählen Sie die Kapazität so, dass die Eigenfrequenz¹ im Bereich von einigen kHz liegt. Schliessen Sie den Frequenzgenerator über einen Koppelkondensator (ca. 10 nF in Serie) an der Spule an.
Stellen Sie die Frequenz der Rechteckspannung etwa auf einen Zehntel der erwarteten Eigenfrequenz des Schwingkreises ein. Verwenden Sie das KO um die Kondensatorspannung darzustellen.
- Lesen Sie vom KO die Periodendauer der gedämpften Schwingung sowie die Amplituden von fünf aufeinander folgenden Schwingungen ab.
- Führen Sie den Eisenkern in die Spule ein und wiederholen Sie Messung c).
- Bauen Sie den Resonanzkreis mit einer Serieschaltung mit Kapazität und Induktivität von vorher und einem Widerstand von 100 Ω auf. Der Frequenzgenerator soll jetzt eine harmonische Erregerspannung liefern. Stellen Sie auf dem KO das Signal des Frequenzgenerators (Erregerschwingung, Kanal 1) und die Spannung über dem Widerstand (erzwungene Schwingung, Kanal 2) dar.
- Messen Sie für mindestens zehn Frequenzen im „interessanten“ Bereich die Amplituden der beiden Spannungssignale sowie die Phasenverschiebung² ab.
- Messen Sie die Spannungsamplituden bei der Resonanzfrequenz für fünf verschiedene Widerstandswerte.

¹Eigenfrequenz: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$

²Dazu wird die Zeitverzögerung ΔT zwischen der angelegten Spannung und dem Spannungsabfall über dem ohm'schen Widerstand gemessen. Achten Sie dabei auf das Vorzeichen. Man kann aus folgender Gleichung den Phasenwinkel bestimmen: $\frac{\Delta \varphi}{2\pi} = \frac{\Delta T}{T}$

Auswertungen

- 1) Berechnen Sie den theoretischen Wert für die Frequenz des Schwingkreises von Messung c) und vergleichen Sie diesen mit dem gemessenen Wert.
- 2) Bestimmen Sie aus den Amplituden von Messung c) die Abklingkonstante und die Halbwertszeit der Dämpfung und berechnen Sie daraus den ohmschen Widerstand des Schwingkreises. Vergleichen Sie diesen Wert mit dem ohmschen Widerstand der Spule.
- 3) Bestimmen Sie mit den Messwerten von c) und d) die Permeabilität des Eisenkerns.
- 4) Zeichnen Sie die theoretischen Resonanzkurven (Amplitude und Phasenverschiebung) für den bei Messung f) verwendeten Schwingkreis. Tragen Sie in den gleichen Diagrammen die von Ihnen bestimmten Messwerte ein.
- 5) Zeigen Sie, dass die Amplitude bei der Resonanzfrequenz umgekehrt proportional zum ohmschen Widerstand ist.

Bedingungen

Falls Sie einen Bericht schreiben, geben Sie diesen mit der vollständigen Auswertung (Fehlerrechnung wo möglich) ab. Für eine Auswertung ohne Bericht bearbeiten Sie mindestens die Aufgaben 1), 2) und 4) ohne Fehlerrechnung.

Abgabetermin ist:

Literatur

- Theorieblätter vom Physikunterricht 2013
- Duden Physik Abitur, Abschnitt 4.7.2 “Elektromagnetische Schwingungen”
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingkreis>
- <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/elektromagnetische-schwingungen#Schwingungsgleichung>