LC-SCHWINGKREIS

AUFGABEN

- **Aufzeichnung der Amplituden-Resonanzkurven eines LC-Serienschwingkreises für verschiedene Dämpfungen.**
- **Bestimmung der Resonanzfrequenz des LC-Serienschwingkreises.**

ZIEL

Untersuchung des Resonanzverhaltens eines LC-Serienschwingkreises.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein elektrischer Schwingkreis ist eine resonanzfähige Schaltung, die aus einer Induktivität und einer Kapazität besteht. Im Experiment wird mit dem Funktionsgenerator eine Wechselspannung erzeugt, mit der ein Serienschwingkreis angeregt wird. Gemessen wird die Amplituderesonanzkurve, also der Strom in Abhängigkeit von der Frequenz bei konstant bleibender Spannungsamplitude. Aus der Resonanzfrequenz wird bei bekannter Kapazität die unbekannte Induktivität berechnet.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Grundlagen Experimentierboard (230 V, 50/60 Hz)	**1000573 oder**
	Grundlagen Experimentierboard (115 V, 50/60 Hz)	**1000572**
1	3B NET*log*™ (230 V, 50/60 Hz)	**1000540 oder**
	3B NET*log*™ (115 V, 50/60 Hz)	**1000539**
1	3B NET*lab*™	**1000544**
1	Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	**1009957 oder**
	Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	**1009956**
1	Satz 15 Experimentierkabel 1 mm²	**1002840**

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Ein elektrischer Schwingkreis ist eine resonanzfähige Schaltung, die aus einer Spule mit der Induktivität *L* und einem Kondensator mit der Kapazität *C* besteht. Durch periodischen Austausch der Energie zwischen dem magnetischen Feld der Spule und dem elektrischen Feld des Kondensators führt der Schwingkreis elektrische Schwingungen aus. Der Austausch führt abwechselnd zu maximaler Stromstärke an der Spule oder zu maximaler Spannung am Kondensator.

Wenn der Schwingkreis nicht frei schwingt, sondern von außen durch ein Sinussignal angeregt wird, schwingt er mit derselben Frequenz wie die Anregung, und die Amplituden des Stroms und der Spannungen an den einzelnen Bauelementen sind frequenzabhängig. Der Strom *I* folgt aus dem Ohm'schen Gesetz:

(1) $$I = \frac{U}{Z} = \frac{U_0 \cdot e^{i\omega t}}{Z}.$$

U: sinusförmige Eingangsspannung
U_0: Amplitude, ω: Kreisfrequenz
Z: Gesamtimpedanz

In einer Serienschaltung ist die Gesamtimpedanz die Summe der Impedanzen der einzelnen Bauelemente. Hinzu kommt ein Ohm'scher Widerstand *R*, der die in einem realen Schwingkreis auftretenden Verluste berücksichtigt und eventuell durch einen externen Widerstand ergänzt wird. Also ist

(2) $$Z = R + i\omega L + \frac{1}{i\omega C}.$$

Aus (1) und (2) ergibt sich für den Strom

(3) $$I(\omega) = \frac{U_0 \cdot e^{i\omega t}}{R + i\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}.$$

Der Betrag des Stroms entspricht seiner Amplitude, die frequenzabhängig ist:

(4) $$I_0(\omega) = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}.$$

Sie wird maximal bei der Resonanzfrequenz

(5) $$f_r = \frac{\omega_r}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

und erreicht dort den Wert

(6) $$I_0(\omega_r) = \frac{U_0}{R}.$$

Der Serienschwingkreis verhält sich also im Resonanzfall so, als ob er nur aus einem Ohm'schen Widerstand bestünde. Insbesondere stellen eine in Serie geschaltete Kapazität und Induktivität im Resonanzfall einen Kurzschluss dar.

Im Experiment wird mit dem Funktionsgenerator eine Wechselspannung erzeugt, mit der der Schwingkreis angeregt wird. Gemessen wird der Strom *I* in Abhängigkeit von der Frequenz *f* bei konstant bleibender Spannungsamplitude. Der Strom wird mit einem Messinterface gemessen und mit einer Mess- und Auswertesoftware erfasst und graphisch dargestellt. Die Amplitudenresonanzkurve des Stroms, d.h. die Abhängigkeit der Amplitude des Stroms von der Frequenz, wird automatisch aufgenommen.

AUSWERTUNG

Aus der Amplitudenresonanzkurve wird die Resonanzfrequenz f_r abgelesen. Da die Kapazität *C* bekannt ist, kann die unbekannte Induktivität *L* unter Anwendung von Gleichung (5) berechnet werden:

$$L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_r^2 \cdot C}$$

Aus der Amplitude der Resonanzkurve wird unter Anwendung von Gleichung (6) der Ohm'sche Widerstand *R* berechnet. Für den Fall, dass kein externer Widerstand hinzugeschaltet ist, entspricht *R* den Ohm'schen Verlusten im realen Schwingkreis.

$$R = \frac{U_0}{I_0(\omega_r)}$$

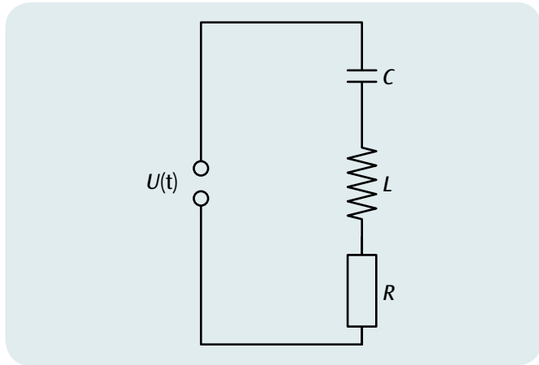

Abb. 1: Schaltskizze für den LC-Serienschwingkreis.

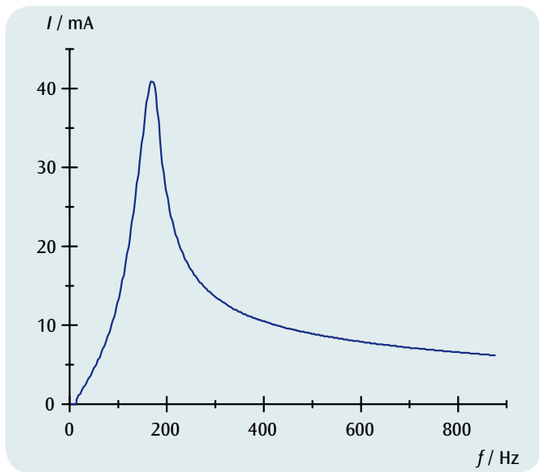

Abb. 2: Amplitudenresonanzkurve des Stroms (R_{ext} = 0)