

Mechanik

Akustik

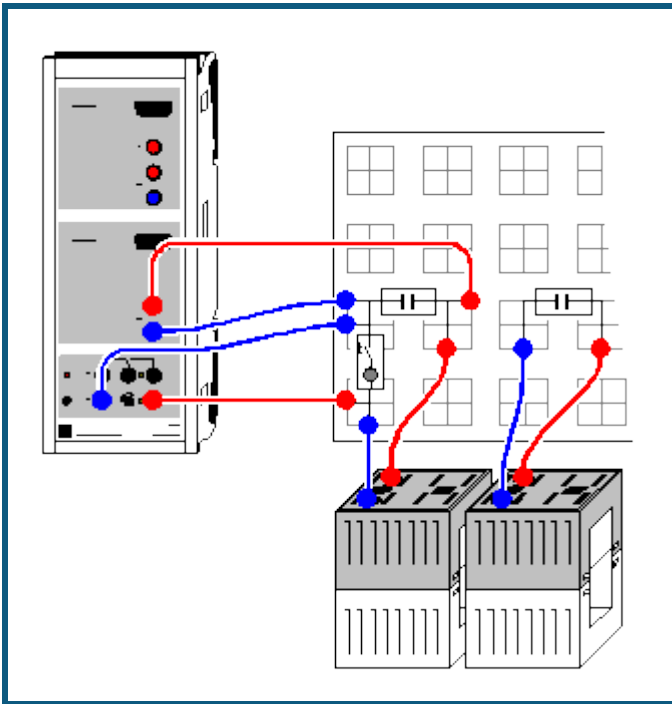
Fourier-Analyse

Fourier-Analyse an einem elektrischen Schwingkreis

Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe verwenden.

Gekoppelte Schwingkreise



Versuchsbeschreibung

Es wird das Frequenzspektrum gekoppelter elektrischer Schwingkreise mit dem Spektrum eines ungekoppelten Schwingkreises verglichen. Das fouriertransformierte Signal der gekoppelten Schwingkreise zeigt die Aufspaltung in zwei symmetrisch um das ungekoppelte Signal liegende Verteilungen, deren Abstand von der Kopplung der Schwingkreise abhängt.

Benötigte Geräte

1	Sensor-CASSY	524 010 oder 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	Rastersteckplatte, DIN A4	576 74
1	Taster	579 10
2	STE Kondensatoren 1 μF , 5 %	578 15
2	Spulen mit 500 Windungen	562 14
4	Paar Kabel, 50 cm, rot und blau	501 45
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	

Versuchsaufbau (siehe Skizze)


Der erste Schwingkreis wird gemäß Skizze aufgebaut. Die Kondensatorspannung wird an Eingang B des Sensor-CASSYs gemessen. Zu Beginn der Experiments wird der Kondensator aus der Spannungsquelle S aufgeladen. Zum Start der Schwingung wird der Taster gedrückt, welcher dabei die Spannungsquelle S kurzschließt.


Der zweite Schwingkreis wird separat aufgebaut. Seine Spule wird für die Kopplung der Schwingkreise direkt neben die erste Spule gestellt.

Hinweis

Anstelle des Tasters könnte auch das Relais R verwendet werden. Dieses kann jedoch beim Schalten so stark prellen, dass in den ersten Millisekunden der Schwingung diese noch gestört wird.

Versuchsdurchführung

- Einstellungen laden
- Ladespannung U_{B1} am Kondensator auf etwa 9,5 V einstellen – dazu Spannungsquelle S entsprechend einstellen
- Messung mit  starten (wartet dann auf Triggersignal)
- Schwingkreis mit Taster schließen (erzeugt Triggersignal)

- Spule des zweiten Schwingkreises zur Kopplung direkt neben die erste Spule stellen
- Messung mit  starten (wartet dann auf Triggersignal)
- Schwingkreis mit Taster schließen (erzeugt Triggersignal)

Auswertung

Im ungekoppelten Fall ergibt sich eine gedämpfte harmonische Schwingung. Die gekoppelte Schwingung ist eine Schwebung mit der gleichen Einhüllenden und der gleichen Schwingungsfrequenz.

Im ungekoppelten Fall zeigt das **Frequenzspektrum** nur einen Peak, dessen Frequenz sich durch die Berechnung des **Peakschwerpunkts** ermitteln lässt.

Im gekoppelten Fall spaltet die Frequenz symmetrisch in zwei Frequenzen auf. Die Amplituden sind nur halb so groß wie im ungekoppelten Fall und der Abstand hängt von der Kopplung ab.

Ausgehend von den Differenzialgleichungen der gekoppelten Schwingkreise

$$L\ddot{I}_1 + kL\ddot{I}_2 + I_1/C = 0$$

$$L\ddot{I}_2 + kL\ddot{I}_1 + I_2/C = 0$$

mit Kopplung k ($0 \leq k < 1$) folgen die beiden Eigenfrequenzen ω_1 und ω_2 zu

$$\frac{\omega_0}{\sqrt{1+k}} = \omega_1 < \omega_0 < \omega_2 = \frac{\omega_0}{\sqrt{1-k}}.$$

Insbesondere ist die Schwingungsfrequenz des gekoppelten Systems gleich

$$\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{\omega_0}{\sqrt{1-k^2}} \approx \omega_0$$

und damit praktisch unverändert gegenüber dem ungekoppelten System (für kleine k).

Hinweis

Die Aufspaltung in zwei exakt gleich große Peaks gelingt nur bei genau gleichen Schwingkreisen. Durch Toleranzen der Induktivitäten L und der Kapazitäten C ist das nicht immer genau gegeben.