

## Schülerlabor

### Versuch: Untersuchungen an einem elektrischen Schwingkreis

#### Aufgabe 1

1. Es sollen die freien, gedämpften Schwingungen eines Parallelschwingkreises untersucht werden.

#### Versuchszubehör:

Experimentierplatte mit steckbaren Spulen und Kondensatoren; PC-Messinterface, Laptop, Frequenzgenerator, Gleichspannungsquelle, Wechselspannungsmessgerät, Oszilloskop

#### Versuchsdurchführung:

1.1 Bauen Sie die Messschaltung nach Bild 1 auf.

1.2 Schließen Sie das PC-Messinterface COBRA an den Computer und an den Parallelschwingkreis an. Stellen Sie die Messparameter des Computers nach der ausliegenden Anleitung ein und drucken Sie das Bild der gedämpften Schwingung aus.

1.3 Bestimmen Sie die Periodendauer der Schwingungen  $T$  und berechnen Sie ihre Frequenz  $f$ .

1.4 Ermitteln Sie die Verhältnisse der Amplituden aufeinanderfolgender Schwingungen  $d = A_n / A_{n+1}$ .

1.5 Verwenden Sie einen anderen Schwingkreiskondensator und wiederholen Sie die Messungen..

1.6 Verändern Sie die Induktivität der Spule mit und wiederholen Sie die Messungen.

1.7 Ersetzen Sie den Kurzschlussbügel durch einen Stellwiderstand. Untersuchen Sie seinen Einfluss auf die Dämpfung

#### Messschaltbild:

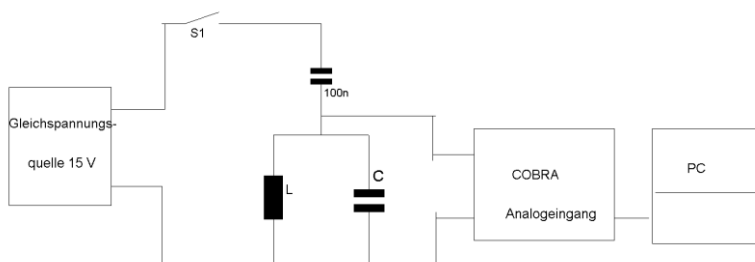


Bild 1

## Aufgabe 2:

### Verhalten eines Schwingkreises bei periodischer Erregung

**2.1** Ersetzen Sie den Kondensator  $C_2$  durch einen Widerstand  $R = 47 \text{ k}\Omega$  und die Gleichspannungsquelle durch einen Generator für sinusförmige Spannungen. Messen Sie die Schwingkreisspannung bei unterschiedlicher Frequenz der Erregerspannung. Suchen Sie dazu zunächst die Resonanzfrequenz  $f_{\text{res}}$ , bei der die Schwingkreisspannung einen Maximalwert annimmt. Von diesem Frequenzwert ausgehend wird die Resonanzfrequenz in sehr kleinen Stufen zu kleineren und größeren Werten hin verändert und die Schwingkreisspannung mit Hilfe des Wechselspannungsmessgeräts gemessen.

Tragen Sie die Messwerte in die Tabelle 1 ein.

**Tabelle 1**

f/Hz																			
U/V																			

#### Auswertung:

**2.2** Stellen Sie die Schwingkreisspannung als Funktion der Resonanzfrequenz grafisch dar.

**2.3** Bestimmen Sie die Resonanzfrequenz  $f_{\text{res}}$  und vergleichen Sie diesen Wert mit dem Ergebnis von Aufgabe 1.

**2.4** Ermitteln Sie aus der Resonanzkurve die Bandbreite  $\Delta f = f_o - f_u$ . Hierbei sind  $f_o$  und  $f_u$  die Frequenzwerte, bei denen die Schwingkreisspannung nur noch etwa 70% (den  $\sqrt{2}$ -ten Teil) des Maximalwertes erreicht.

**2.5** Berechnen Sie die Güte des Schwingkreises  $Q = f_{\text{res}} / \Delta f$ .

**2.6** Berechnen Sie mit Hilfe der Thomsonschen Schwingkreisformel den Wert der Schwingkreisinduktivität  $L$ . Stellen Sie dazu die Formel nach der Induktivität um.

$$T = 1/f = 2 \pi \sqrt{L C} \quad (\text{Thomsonsche Schwingkreisformel})$$

**2.7** Untersuchen Sie die Phasenverschiebung zwischen der Erregerspannung des Generators und der Schwingkreisspannung für etwa 5 verschiedenen Frequenzen.

#### Grundlagen:

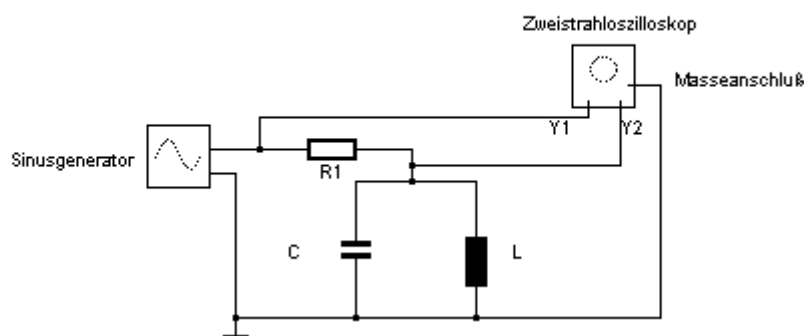
Wird ein Kondensator über eine Induktivität entladen, so erzeugt der Entladestrom in der Spule ein Magnetfeld. Der Zerfall des elektrischen Feldes im Kondensator ist mit dem Aufbau eines Magnetfeldes in der Spule verknüpft. Ist der Kondensator entladen, so kann kein Strom fließen und das Magnetfeld muss daher zusammenbrechen. Jede Änderung des Magnetfeldes ruft eine Induktionsspannung hervor, die den Kondensator mit entgegengesetzter Polarität wieder auflädt. Aufbau und Abbau der einen Feldform sind zwingend mit dem Abbau und Aufbau der anderen Feldform verknüpft. Die periodische Änderung der beiden Felder nennt man eine **elektromagnetische Schwingung**. Die Dauer

einer Schwingung hängt von der Größe Kapazität und der Induktivität ab. Diese Abhängigkeit wird durch die Thomsonsche Schwingkreisformel beschrieben. Durch unvermeidbare Verluste im ohmschen Widerstand der Spule wird dem Schwingssystem Energie entzogen, wodurch sich die Schwingamplituden bei jeder Periode **im gleichen Verhältnis** verringern. Das Verhältnis zweier aufeinanderfolgenden Schwingamplituden  $d = A_n/A_{n+1}$  ist daher konstant und wird als Dämpfungsverhältnis bezeichnet.

Wird ein Schwingkreis nicht nur einmalig, sondern periodisch durch eine Wechselspannung mit der Frequenz  $f_{err}$  erregt, so führt er **erzwungene Schwingungen** aus, deren Amplituden von dem Verhältnis der Erregerfrequenz  $f_{err}$  zur Eigenfrequenz des Schwingkreises  $f_{res}$  abhängen. Wird der Schwingkreis mit seiner Eigenfrequenz  $f_{res}$  erregt, so nehmen die Amplituden sehr große Werte an. Der Scheinwiderstand von Kapazität, Induktivität und ohmschen Verlustwiderstand erreicht in diesem **Resonanzfall** einen maximalen Wert, so dass bei gleichem Erregerstrom auch die Spannung am Schwingkreis einen Maximalwert annimmt.

Zwischen der Erregerspannung und der Schwingkreisspannung besteht im allgemeinen eine Phasenverschiebung. Bei tiefen Frequenzen ist der Wechselstromwiderstand  $X_c$  des Kondensators noch sehr groß, der Strom fließt daher vorwiegend durch die Spule. Der Schwingkreis zeigt daher zunächst induktives Verhalten. Mit wachsender Erregerfrequenz steigt der Wert des induktiven Widerstands  $X_L$  und sinkt der kapazitive, so dass der Schwingkreis sich zunehmend kapazitiv verhält. Im Resonanzfall ist  $|X_c| = -X_L$  und daher verhält sich der Schwingkreis wie ein ohmscher Widerstand. Erreger- und Schwingkreisspannung sind im Resonanzfall in gleicher Phase.

**Bild 2 Messschaltbild für die Messung der Phasenverschiebung**



Der Winkel der Phasenverschiebung  $\varphi$  wird bestimmt, indem der Abstand der Nulldurchgänge der beiden Spannungen  $x$  mit der Dauer einer Periode  $T$  verglichen wird. Es gilt dann:

$$\varphi / 360^\circ = x/T.$$

**Tabelle 1**

Frequenz/Hz									
X/Skt									
T/Skt									
$\varphi$ /Grad									

**Ergebnis:**

Beschreiben Sie das Verhalten der Phasenverschiebung eines Schwingkreises bei Veränderung der Erregerfrequenz.