

## Gedämpfter LRC-Serienschwingkreis

### Aufgabenstellung:

Eine gedämpfte elektrische Schwingung wird aufgenommen und die Dämpfungskonstante  $\gamma$  bestimmt.

### Experimentelle Vorgangsweise:

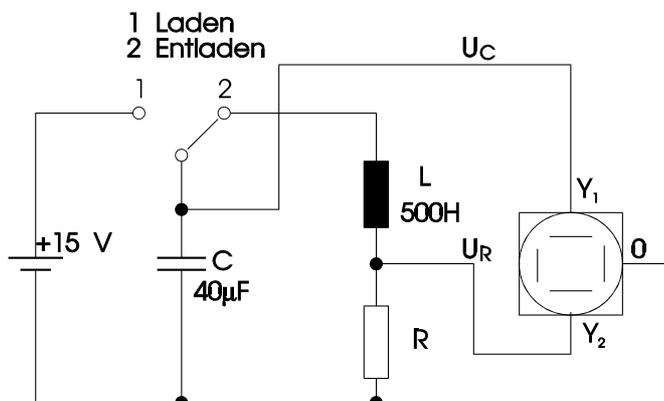


Abb. 1: Schaltung des gedämpften Serienschwingkreises

Der Schaltkreis besteht aus der Serienschaltung einer Induktivität  $L$ , eines Kondensators  $C$  und eines Dämpfungswiderstandes  $R$ .

Der Kondensator  $C$  wird mit einem Netzgerät (15V) aufgeladen. Mit einem Umschalter trennt man den Kondensator  $C$  vom Netzgerät und verbindet ihn mit der Spule  $L$  großer Induktivität und dem Widerstand  $R$ , über die er sich entladen kann (siehe die nebenstehende Abb. 1). Sowohl der Strom  $I$  im Kreis als auch die Spannung  $U_C$  am Kondensator führen eine gedämpfte harmonische Schwingung mit sehr niedriger Frequenz aus. Die Spannung am Kondensator  $U_C$  und die Spannung am Widerstand  $U_R$  können gleichzeitig auf den Kanälen CH1 und CH2 eines Speicheroszilloskops beobachtet werden. Der Strom  $I = U_R / R$  wird durch die

Spannung  $U_R$  am Ohm'schen Widerstand  $R$  bestimmt. Für verschiedene Widerstandswerte  $R$  (100, 1000 Ohm) werden die Amplituden von Strom und Spannung als Funktion der Zeitdifferenz ( $t-t_0$ ) vom Einschaltzeitpunkt  $t_0$  bestimmt.

### Auswertung:

Der zeitliche Verlauf der Spannung  $U$  bzw. des Stromes  $I$  ist von der Form:

$$U(t) = U_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega t) \quad , \quad I(t) = I_0 e^{-\gamma t} \sin(\omega t)$$

Trägt man daher die Amplitudenwerte von Spannung oder Strom über der Zeitdifferenz  $t-t_0$  in einem halblogarithmischen Diagramm ( $\ln U$  bzw.  $\ln I$  als Funktion von  $t-t_0$ ) auf, entsteht eine abfallende Gerade. Durch die Datenpunkte kann eine Ausgleichsgerade gelegt werden, aus deren Steigung die Dämpfungskonstante  $\gamma$  zu bestimmen ist. Diese Auswertung ist für alle Widerstände sowohl für die Spannung als auch für den Strom zu machen. Die erhaltenen Dämpfungskonstanten  $\gamma_U$  und  $\gamma_I$  aus Spannung  $U$  und Strom  $I$  sind miteinander zu vergleichen. Das Ergebnis ist zu diskutieren.

### Zur Vorbereitung:

- H. Tritthart, *Medizinische Physik und Biophysik*, 2001, Schattauer GmbH Stuttgart
  - Kap. 2.1.6 Schwingungen und Wellen; Schwingung; Dämpfung; Kap. 5.2.1 Materie im elektrischen Feld; Widerstand; Leiter im elektrostatischen Feld; Kondensator; Kap. 5.3.1 Strom und Stromarbeit; Kap. 5.4.7 Induktion, Lenz-Regel; Kap. 5.4.8 Elektromagnetische Wellen; Kap. 5.5.8 Das Oszilloskop; Kap. 6.1 Biologische Ströme und medizinische Stromwirkungen; Kap. 6.1.1 Membranen; Membrankapazität und Widerstand.
- W. Hellenthal, *Physik für Mediziner und Biologen*, 7. Auflage 2002, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart
  - Kap. 6.2.3 Kondensator; Kap. 6.5.3 Induktion; Kap. 6.5.4 Selbstinduktion; Kap. 6.6 Wechselstrom und -spannung; Kap. 6.6.1 Momentan- und Mittelwerte; Kap. 6.6.2 Wechselstromwiderstand; Kap. 6.7 Elektrische Meßinstrumente, Elektronen- und Ionengeräte; Kap. 6.7.1 Meßinstrumente für Stromstärke und Spannung; Kap. 6.7.2 Elektronen-Geräte; Kap. 7.1 Schwingungen; Kap. 7.1.1 Schwingkreis; 7.1.2 Analogien elektromagnetischer und mechanischer Vorgänge; Kap. 7.1.3 Einschwing- und Abklingvorgänge.

- A. Trautwein, U. Kreibitz, E. Oberhausen, J. Hüttermann, *Physik für Mediziner, Biologen, Pharmazeuten*, 2000, Walter de Gruyter Berlin
  - Kap. 6.3 Gedämpfte Schwingungen; Kap. 14.7.2 Arbeit und Energie im elektrischen Feld; Kap. 14.7.3 Kondensator und Kapazität; Kap. 14.8 Magnetfeld; Kap. 14.8.4 Induktionsvorgänge; Kap. 14.8.5 Selbstinduktion; Kap. 14.8.6 Energieinhalt des magnetischen Feldes; Kap. 14.8.1 Feldstärke und magnetische Induktion; Kap. 14.9 Zeitabhängige Spannungen und Ströme; Kap. 14.9.1 Ein- und Ausschaltvorgänge; Kap. 14.9.1.1 Ein- und Ausschaltvorgang beim Kondensator; Kap. 14.9.1.2 Ein- und Ausschaltvorgang bei der Spule; Kap. 14.9.2 Sinusförmige Wechselspannungen und Wechselströme; Kap. 14.9.5 Wechselstrom-Kreise; Kap. 14.9.5.1 Kapazitiver Widerstand; Kap. 14.9.5.2 Induktiver Widerstand; Kap. 14.9.5.3 Wechselstromkreise mit Ohmschen, kapazitivem und induktivem Widerstand; Kap. 14.9.6 Resonanz-Schwingkreise; Kap. 16.1.4 Elektronenstrahl-Oszilloskop.

**Weiterführende Literatur:**

- **G. Adam, P. Läger, G. Stark:** *Physikalische Chemie und Biophysik*, Springer Verlag
- **W. Walcher:** *Praktikum der Physik*, Teubner Studienbücher Stuttgart

**WEB-Links:**

- Das Oszilloskop <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/mes/0307081.htm>
- Lineare Regression, Steigung einer Gerade  
<http://www.sbg.ac.at/bio/people/musso/lehre/messmethoden/teil5/lineare-regression.htm>