

## EO Oszilloskop

### 1. Ziel des Versuchs

Das Hauptziel dieses Versuchs ist es, die verschiedenen Funktionen eines Oszilloskop kennenzulernen und zu verstehen. Dazu sollen sie im ersten Versuchsteil vieles einfach ausprobieren. Anschließend wird das Oszilloskop dazu benutzt, das Ladeverhalten von Kondensatoren und Spulen zu untersuchen.

### 2. Vorbereitung

**Stichworte:** Funktionsweise eines Oszilloskops; Aufladeverhalten von Kondensatoren und Spulen

**Literatur:** Zum Oszilloskop: Alle Bücher über Physikpraktika. Z.B: Eichler, Kronfeld, Sahm; Das Neue Physikalische Grundpraktikum.

Kondensator und Spule: z.B. Demtröder II Kapitel 2.2 und 5.4

### 3. Oszilloskop

Mit dem Wintersemester 2007/08 wurden die bisherigen analogen Oszilloskope durch moderne Digitaloszilloskope (Tektronix TDS2002B) abgelöst. Auch wenn das Funktionsprinzip völlig anders ist als das eines Elektronenstrahloszilloskops, so wurde doch das Bedienkonzept weitgehend beibehalten. Informieren Sie sich z.B. bei Wikipedia über die Funktionsweise und die Vorteile digitaler Oszilloskope.

#### 3.1. y-t-Betrieb

Der y-t Betrieb dient dazu, den zeitlichen Verlauf einer Spannung sichtbar zu machen. Dabei wird an die x-Ablenkplatten eine Kippspannung angelegt. Man sieht auf dem Bildschirm also einen sich von links nach rechts bewegendem Punkt. Wenn er am rechten Bildschirmrand angekommen ist, springt er wieder nach links. Bei schnell veränderlichen Kippspannungen ist nur noch eine waagrechte Linie zu erkennen. Legt man an einen Eingang (CH 1 oder CH 2) eine sich zeitlich ändernde Spannung an, so wird diese auf die y-Ablenkplatten übertragen. Die Spur des Punktes beschreibt dann auf dem Schirm eine Kurve.

**Aufgabe 1:** Versuchen Sie dies an Ihren Geräten zu reproduzieren. Zunächst ohne externe Spannung, dann mit einem Funktionsgenerator.

#### 3.2. Triggerung

Um ein stabiles Bild zu erhalten, muss der Punkt am linken Bildschirmrand immer an der gleichen Phase des Signals beginnen. Dafür ist die Triggerung notwendig. (engl.: Trigger=

Auslöser) Nachdem sich der Punkt von links nach rechts bewegt hat, springt er zurück nach links und wartet auf ein Signal, um wieder die Linie von neuem zu schreiben. Wenn Sie eine Wechselspannung anlegen, kann dieses Startsignal z.B. immer wieder der Nulldurchgang sein. Man kann einstellen, ob bei ansteigender oder abfallender Flanke des Signals getriggert wird.

**Aufgabe 2:** Sehen Sie sich die verschiedenen Funktionen bei unterschiedlichen Frequenzen an, versuchen sie das Bild mit externer Triggerung zu stabilisieren. Kopieren Sie („PRINT“) den Bildschirminhalt auf Ihren USB-Stick und notieren sie dazu auch die Einstellungen am Funktionsgenerator und die Skaleneinteilung am Oszilloskop. *Bleiben Sie solange bei diesem Aufgabenteil, bis sie die verschiedenen Funktionen des Oszilloskops ausgiebig probiert haben. Benutzen sie auch mit zwei Funktionsgeneratoren beide Kanäle des Oszilloskops gleichzeitig.*

### 3.3. x-y-Betrieb

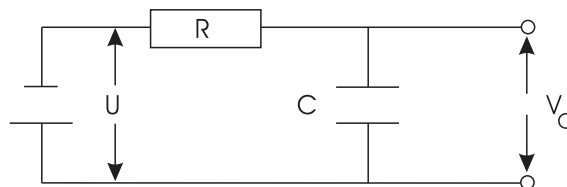
Auch an die x-Ablenkplatten kann statt der Kippspannung eine externe Spannung angelegt werden (Darstellung im X-Y-Modus). Zwei sinusförmige Spannungen ergeben bei ganzzahligem Verhältnis der Frequenzen zueinander ein geschlossenes, stehendes Bild, die sog. Lissajous-Figuren. Die Überlagerung zweier Sinusspannungen mit gleicher Amplitude und Frequenz, deren Phasen um  $90^\circ$  verschoben sind, ergibt beispielsweise einen Kreis auf dem Bildschirm.

**Aufgabe 3:** Stellen Sie verschiedene Frequenzverhältnisse dar. Dabei soll zunächst an der x- und y- Ablenkplatte eine Sinusspannung angelegt sein. Probieren sie dann aus, wie die Bilder bei den anderen Spannungsverläufen (verschiedene Kombinationen) aussehen. Protokollieren sie einige der Figuren.

## 4. Kondensator und Spule

### 4.1. Kondensator

Verbinden Sie einen Kondensator mit der Kapazität  $C$  über einen Widerstand  $R$  mit einer Spannungsquelle (Spannung  $U$ ) (S. Abb. 4.1.). Die Spannungsquelle soll eine Rechteckspannung liefern. Gleichzeitig messen Sie die Spannung  $U_C$  am Kondensator.



Durch den Widerstand fließt der Ladestrom

$$I = \frac{U - U_C}{R} \quad . \quad (\text{EO.1})$$

Die Ladung  $Q$  des Kondensators ändert sich dadurch entsprechend

$$\frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{dU_C}{dt} = I \quad . \quad (\text{EO.2})$$

Für die Spannung am Kondensator erhält man also die Differenzialgleichung

$$\frac{dU_C}{dt} = \frac{U}{R \cdot C} - \frac{U_C}{R \cdot C} \quad (\text{EO.3})$$

mit der Anfangsbedingung  $U_C(t = 0) = 0$ . Wenn der Widerstand dem Ohmschen Gesetz gehorcht und die Kapazität  $C$  von der Spannung  $U_C$  unabhängig ist, dann hat die Differenzialgleichung folgende Lösung:

$$U_C = U \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (\text{EO.4})$$

Der Ladestrom  $I$  beträgt demnach

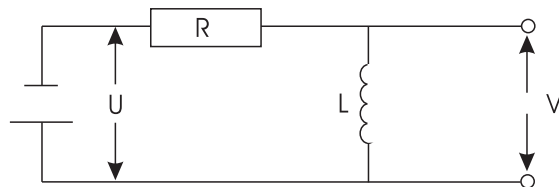
$$I = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad . \quad (\text{EO.5})$$

**Aufgabe 4:** Laden Sie einen Kondensator über einen Widerstand von  $1000 \Omega$  auf eine Spannung von  $10 \text{ V}$  auf. Messen Sie dabei den zeitlichen Spannungsverlauf am Kondensator. Durch Mittelung mehrerer Messungen (bis zu 128) können Sie die Signalqualität deutlich verbessern. Den Signalverlauf können Sie anschließend auf Ihrem USB-Stick als Tabelle im CSV-Format abspeichern, so dass Sie ihn später mit dem Computer auswerten können. Anschließend vertauschen Sie Kondensator und Widerstand und protokollieren den Spannungsverlauf am Widerstand.

## 4.2. Spule

Eine ähnliche Überlegung gilt auch für einen Stromkreis mit einer Spule:

Eine stromlose Spule der Induktivität  $L$  wird zum Zeitpunkt  $t = 0$  über einen Widerstand  $R$  mit einer Spannungsquelle verbunden.



An der Spule entsteht dann die Gegenspannung

$$U_L = L \cdot \frac{dI}{dt} \quad . \quad (\text{EO.6})$$

Dies führt zu folgendem Verlauf für die Gegenspannung:

$$U_L = U \cdot e^{-\frac{R}{L}t} \quad (\text{EO.7})$$

**Aufgabe 5:** Wiederholen Sie Aufgabe 4 mit einem Widerstand und einer Spule.

## 5. Auswertung

Erstellen Sie für die Kondensatoren und die Spulen jeweils zwei Diagramme: Eines mit dem zeitlichen Verlauf des Stromes und eines mit dem Verlauf der Spannung.

Aus dem Verlauf des Stromes am Kondensator können Sie seine Kapazität ermitteln: Entweder indem Sie mit einem geeigneten Programm den Verlauf an eine Exponentialfunktion anpassen oder indem sie  $\ln(I/I_0)$  gegen die Zeit auftragen und die Steigung bestimmen. ( $I_0$  ist hierbei der Anfangsstrom, also 10 mA).

Die Induktivität der Spule können Sie mit der gleichen Methode aus dem Verlauf der Gegenspannung  $U_L$  bestimmen.