

# **Trägheitsmoment**

**Versuch V101**

15. März 2017

# 1 Zielsetzung

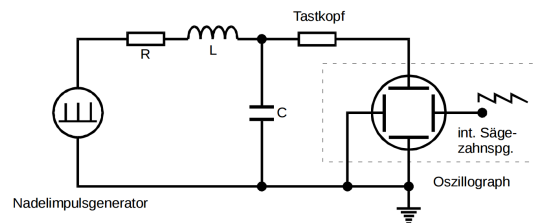
Mit dem Versuch soll das Schwingverhalten eines elektrischen Schwingkreises, unter Dämpfung oder äußeren Anregung, analysiert werden.

# 2 Theorie

Ein elektrischer Schwingkreis besteht grundsätzlich aus Kondensatoren und Spulen. Durch einmalige äußere Anregung z. B. durch einen Nadelimpuls kann er zum Schwingen angeregt werden. Wird zusätzlich noch ein Widerstand mit angeschlossen, ergibt sich ein gedämpfter elektrischer Schwingkreis. Wird der Schwingkreis kontinuierlich von außen angeregt, nennt man ihn erzwungenen Schwingkreis.

# 3 Versuchsaufbau/-durchführung

Bei den Teilversuchen *Zeitabhängigkeit der Schwingungsamplitude* und *Widerstandsbestimmung für den ap. Grenzfall* wird der selbe Versuchsaufbau ?? verwendet. Lediglich der Widerstand ist bei dem zweiten Teilversuch variabel einstellbar. Die in der Abbildung



**Abbildung 1:** Versuchsaufbau für die Untersuchung der Schwingungsamplitude und des ap. Grenzfalls [anleitung354].

zusehende Spule  $L$  und der Kondensator  $C$  werden verwendet, um ein schwingfähiges System zu konstruieren. Eine Dämpfung der Schwingung erfolgt mittels des Widerstandes  $R$  (später variabel einstellbar). Der Nadelpulsgenerator dient zur Anregung des Systems. Seine Frequenz wird so eingestellt, dass eine Untersuchung des Schwingverhalten mit Hilfe des Oszilloskops möglich ist. Die für den Versuch verbauten Bauteile besitzen folgende Werte:

$$\begin{aligned} L &= 10,11 \text{ mH} \\ C &= 2,098 \text{ nF} \end{aligned} \tag{1}$$

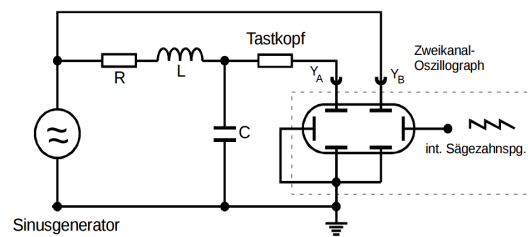
### 3.1 Zeitabhängigkeit der Schwingungsamplitude

Am Anfang wird das Entladeverhalten des Kondensators beim Schwingfall betrachtet. Die Frequenz des Generators muss so eingestellt werden, dass die Kondensatorspannung um den Faktor 3 bis 8 abnimmt, bevor ein wiederholter Peak das System erneut anregt. Mit Hilfe der 'Cursor'-Funktion des Oszilloskops, wird dann die Höhe von allen oberen Schwingungsmaxima gemessen. Der hier verwendete Widerstand hat einen Wert von  $R = 48,1 \Omega$ .

### 3.2 Widerstandsbestimmung für den ap. Grenzfall

Bei diesem Teilversuch soll ein variable Widerstand  $R$  ( $R_{\max} = 5 \text{ k}\Omega$ ) so eingestellt werden, dass der aperiodische Grenzfall beobachtet werden kann. Hierzu wird zunächst das Potentionmeter auf seinen Maximalwert justiert. Der Widerstand wird nun kontinuierlich verringert, dabei wird das Oszilloskop beobachtet. Man dreht den Widerstand so weit runter, bis ein Überschwinger ( $\frac{dU_C}{dt} > 0$ ) entdeckt wird. Der Widerstand wird nun soweit erhöht, bis der Überschwinger gerade verschwindet. An dieser Stelle befindet sich der aperiodische Grenzfall und somit  $R_{\text{ap}}$ .

### 3.3 Frequenzabhängigkeit der Kondensatorspannung und Phase



**Abbildung 2:** Versuchsaufbau für die Untersuchung der Frequenzabhängigkeit der Kondensatorspannung und Phase [anleitung354].

Der Versuch wird nach Abbildung ?? aufgebaut. Der Unterschied zu Abbildung ?? liegt zum einem in der Veränderung des Widerstands auf  $R = 509,5 \Omega$  zum andern, wird auf dem Oszilloskop zusätzlich die Generatorspannung angezeigt. Die am Generator anliegende Frequenz wird im Intervall  $f \in [25, 45] \text{ kHz}$  variiert und mit dem Oszilloskop gemessen. Bei der vom Generator erzeugten Spannung handelt es sich um eine Sinusspannung. Mit Hilfe der 'Measure'-Funktion des Oszilloskops kann Generator- und Kondensatorspannung bei verschiedenen Frequenzen abgelesen werden. Zusätzlich wird mit ihr die Phasenlänge  $b$  der Generatorspannung gemessen. Abschließend bietet die 'Cursor'-Funktion eine Möglichkeit die zeitliche Differenz  $a$  zwischen Generator- und Kondensatorspannung

zu bestimmen. Mit den Größen  $a$  und  $b$  kann dann der Phasenunterschied zwischen Generator- und Kondensatorspannung errechnet werden:

$$\varphi = \frac{2a}{b}\pi. \quad (2)$$

## 4 Ergebnis

- große Abweichung (über 100%) bei Messung des effektiven Widerstandes (auf Innenwiderstände zurückzuführen)
- experimentelle Bestimmung der Resonanzamplitude stimmt annähernd mit der Theorie überein
- das digitale Oszilloskop lieferte eine hohe Präzision, dennoch war das genaue ausmessen mit der Cursor-Funktion bei hohen Frequenzen schwierig
- die Resonanzfrequenz konnte sehr genau bestimmt werden, dennoch ist die Methode nicht zu empfehlen (da die Resonanzbreite eine Hohe Abweichung zeigt [von 20%])
- Der Widerstand für den aperiodischen Grenzfall konnte nur grob vermessen werden, da Überschwinger kaum zu sehen
- Die Phänomenologie konnte mit dem Versuch gut untersucht werden