



Gruppe C14

14. März 2016

# Gedämpfter LC Schwingkreis Messung mit Oszilloskop, Teilversuch 4.4.1

# Versuchsaufbau und Durchführung

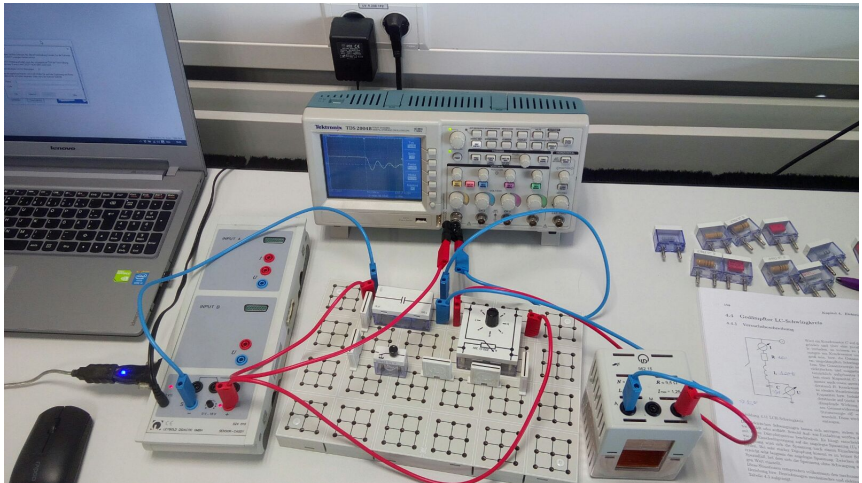


Abbildung: Versuchsaufbau

- Alle Versuche wurden bei einer Eingangsspannung von  $U_0 = 5.6V$  durchgeführt, dabei wurde das Oszilloskop auf „Single Sequence“ eingestellt.
- Aus dem resultierenden Standbild wurden die Spannungsmaxima mit entsprechenden Zeitwerten abgelesen.
- Die Ablesefehler wurden zu  $\sigma_U = \frac{0.08}{\sqrt{12}}V$  &  $\sigma_T = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{12}}s$  bestimmt.

# Rohdaten (beispielhaft)

Tabelle: 1. Messung

$U_1 = 3.12V$	$t_1 = 0.5ms$
$U_2 = 1.76V$	$t_2 = 4.4ms$
$U_3 = 1.04V$	$t_3 = 8.2ms$
$U_4 = 0.56V$	$t_4 = 12.0ms$

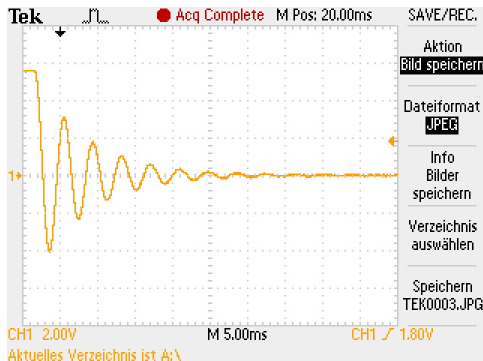


Tabelle: Messung 1

Frequenz in Hz	$\sigma_f$ in Hz	Abklingkoeffizient in $\frac{1}{s}$	$\sigma_\delta$ in $\frac{1}{s}$
$f = 256.410$	$\sigma_f = 1.898$	$\delta = 150.047$	$\sigma_\delta = 4.264$
$f = 263.158$	$\sigma_f = 1.999$	$\delta = 143.827$	$\sigma_\delta = 7.260$
$f = 263.158$	$\sigma_f = 1.999$	$\delta = 174.551$	$\sigma_\delta = 13.535$

Hier wurden die Fehler aus den folgenden Gleichungen ermittelt:

$$\sigma_f = \frac{\sigma_T}{T^2} \quad (1)$$

$$\sigma_{\delta_n} = \frac{1}{T_n} \cdot \sqrt{\left(\frac{\sigma_{U_n}}{U_n}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{U_{n+1}}}{U_{n+1}}\right)^2 + (\delta_n \cdot \sigma_{T_n})^2} \quad (2)$$

Der Abklingkoeffizient  $\delta$  wird bestimmt aus:

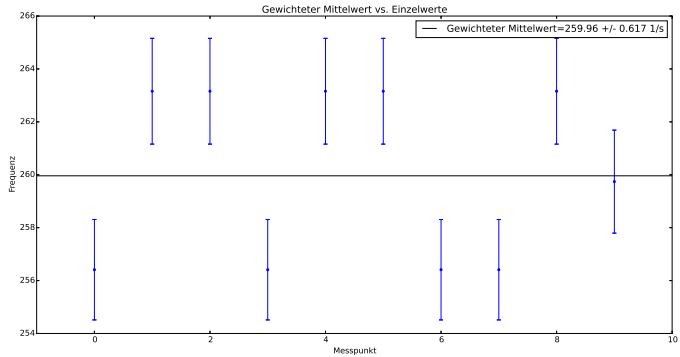
$$\delta_n = \frac{\ln \frac{U_n}{U_{n+1}}}{t_{n+1} - t_n} \quad (3)$$

Aus den Einzelmessungen haben wir für die Frequenz und den Abklingkoeffizient den gewichteten Mittelwert mit seinem Fehler bestimmt:

Tabelle: Ergebnis

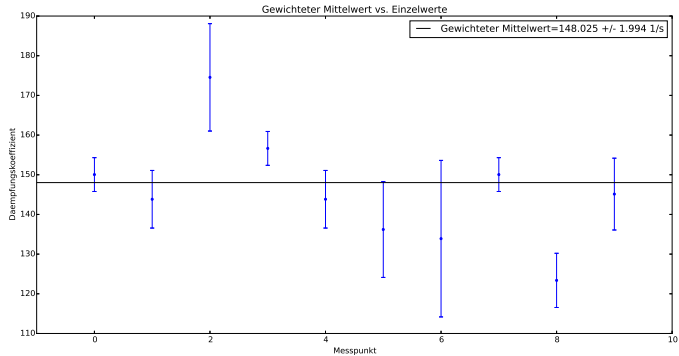
$\bar{f}$ in Hz	$\sigma_{\bar{f}}$ in Hz	$f_{Theo}$	$\bar{\delta}$ in $\frac{1}{s}$	$\sigma_{\bar{\delta}}$ in $\frac{1}{s}$	$\delta_{Theo}$
259.960	0.617	264.426	148.025	1.994	131.944

## Abbildung: Frequenz





## Abbildung: Abklingkoeffizient



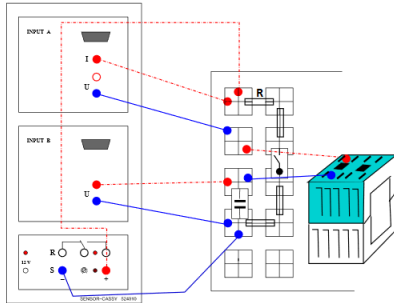
- Es fällt auf, dass  $\delta$  größer ist als  $\delta_{theo}$ . Der Grund dafür ist, dass  $\delta \sim R$  und wir bei R mit Sicherheit einen höheren Wert erwarten müssten, da zum Beispiel alle Bauteile einen Innenwiderstand aufweisen.
- Die jeweiligen Fehler auf die Mittelwerte liegen in einem realistischen Rahmen.

# Gedämpfter LC Schwingkreis Messung mit Cassy, Teilversuch 4.4.2

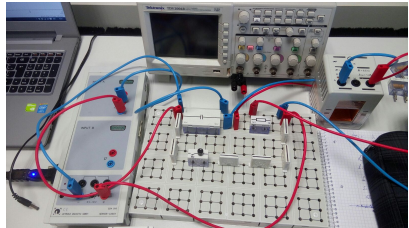
- Aufzeichnung von mindestens 1 Kriechfall ( $D = \frac{\delta}{\omega} > 1$ ) und 1 Aperiodischen Grenzfall ( $D = 1$ ).
- Messung der Frequenz  $f$  und des Dämpfungskoeffizienten  $\delta$  nur diesmal mit Sensor-Cassy statt Oszilloskop. Hierzu Messung von Schwingfällen ( $D < 1$ ).
- Bestimmung der Frequenz über Fast-Fourier-Transformation (FFT).
- Bestimmung der Induktivität der Spule aus:

$$\delta = \underbrace{\frac{1}{2L}}_{\text{Steigung}} \cdot R \quad (4)$$

# Versuchsaufbau



(a) Versuchsaufbau aus dem Skript



(b) unser Versuchsaufbau mit Widerstand und ohne Strommessung

Abbildung: Versuchsaufbau

- 34 Einzelmessungen.
- Aufzeichnung des Kriechfalls: Drehwiderstand durch  $1k\Omega$  ersetzt.
- Aufzeichnung des Aperiodischen Grenzfalls: zunächst abgeschätzt:

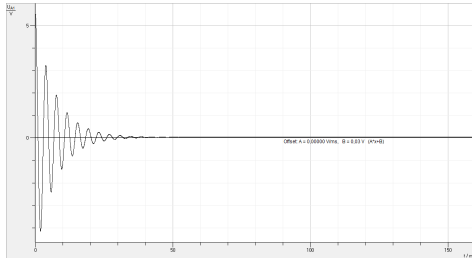
$$R_{ap} = 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} - R_i \approx 110.5\Omega \quad (5)$$

dann Drehwiderstand in diesen Bereich gestellt und gewünschte Charakteristik aufgezeichnet.

- für Messung der Frequenz und Dämpfungskoeffizienten Schwingungsmessung über denselben Widerstand.  $R \ll R_{ap}$
- Offsetmessung  $\Rightarrow$  verlängerte Messzeit.
- für Messung der Induktivität unterschiedliche Widerstände über den Drehwiderstand.

dieselbe Spule, derselbe Kondensator und dieselbe Eingangsspannung wie in Teilversuch 4.4.1

**Abbildung:** Schwingfall bei  $R \approx 0.02\Omega$  mit Bestimmung des Offsets



## Abbildung: Schwingfall bei $2.4\Omega$

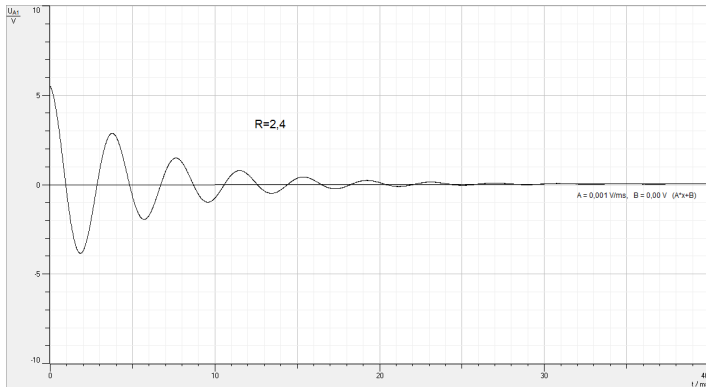




Abbildung: Kriechfall bei  $R=1\text{k}\Omega$

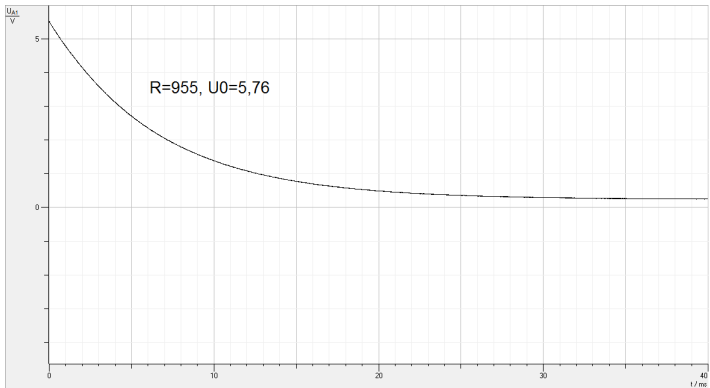
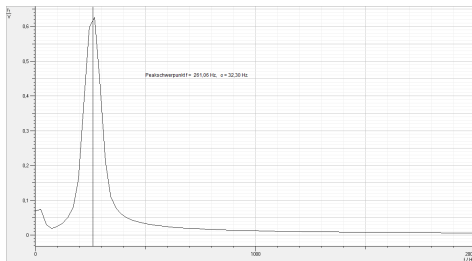


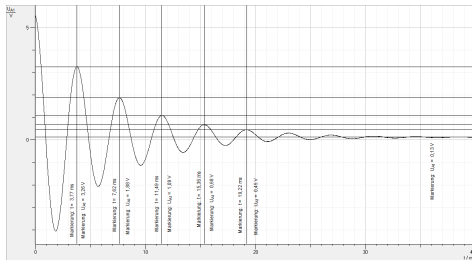
Abbildung: Bestimmung der Frequenz bei  $R = 2.4\Omega$  durch FFT



$$f = 261.06 \text{ Hz}, \quad \sigma = 32,3 \text{ Hz}. \quad (6)$$

Bestimmung der Frequenz und des Dämpfungskoeffizienten durch Ablesen.

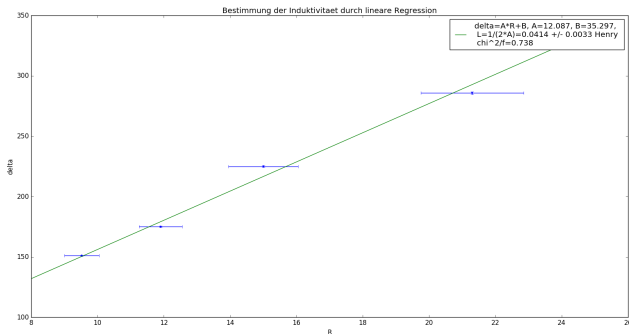
Abbildung: Messung der Minima und Maxima



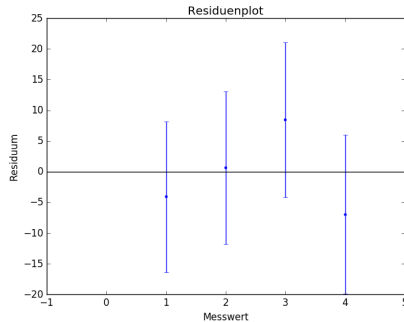
Ergebnisse:

$R$ in $\Omega$	$\bar{f}$ in Hz	$\sigma_{\bar{f}}$ in Hz	$f_{Theo}$	$\bar{\delta}$ in $\frac{1}{s}$	$\sigma_{\bar{\delta}}$ in $\frac{1}{s}$	$\delta_{Theo}$
0.02	258.896	0.290	264.422	150.997	0.527	132.222
2.4	258.398	0.334	263.951	175.023	0.654	165.278
5.5	257.046	0.331	263.178	225.027	1.050	208.333
11.8	254.030	0.395	261.046	285.786	1.552	295.833

### Abbildung: Bestimmung der Induktivität mittels Linearer Regression



## Abbildung: Residuenplot für Induktivität



Bestimmung der Induktivität mittels Linearer Regression:  
Ergebnisse:

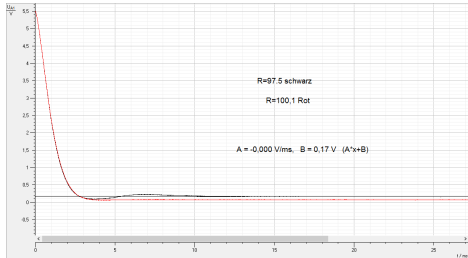
$$\delta(R) = A * R + B$$

$$A = 12.087 \frac{1}{H} \quad B = 35.297 \frac{1}{s}$$

$$\frac{\chi^2}{f} = 0.738$$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{2A} = 0.0414 \pm 0.0033H, \quad L_{Hersteller} = 0.036H$$

Abbildung: Aperiodischer Grenzfall



$$R_{ap} = 100.1 \Omega < R_{Theo} \approx 110.5 \Omega. \quad (7)$$



**Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit**