

VERSUCH NUMMER

TITEL

Maximilian Sackel
Maximilian.sackel@gmx.de

Philip Schäfers
phil.schaefers@gmail.com

Durchführung: DATUM

Abgabe: DATUM

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Theoretische Grundlage	3
1.1	Fehlerrechnung	3
1.1.1	Mittelwert	3
1.1.2	Gauß'sche Fehlerfortpflanzung	3
1.1.3	Lineare Regression	3
2	Durchführung und Aufbau	4
3	Auswertung	4
3.1	Justierung der beiden LC-Kreise	4
3.2	Frequenzverhältniss von Schwebung und Schwingung	4
3.3	Eigenfrequenzen des Systems (Lissajour Figur)	5
3.4	Eigenfrequenzen des Systems (Beepmethode)	5
4	Diskussion	6

1 Theoretische Grundlage

1.1 Fehlerrechnung

Sämtliche Fehlerrechnungen werden mit Hilfe von Python 3.4.3 durchgeführt.

1.1.1 Mittelwert

Der Mittelwert einer Messreihe x_1, \dots, x_n lässt sich durch die Formel

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k \quad (1)$$

berechnen. Die Standardabweichung des Mittelwertes beträgt

$$\Delta\bar{x} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2} \quad (2)$$

1.1.2 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung

Wenn x_1, \dots, x_n fehlerbehaftete Messgrößen im weiteren Verlauf benutzt werden, wird der neue Fehler Δf mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzung angegeben.

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{k=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_k} \right)^2 \cdot (\Delta x_k)^2} \quad (3)$$

1.1.3 Lineare Regression

Die Steigung und y-Achsenabschnitt einer Ausgleichsgeraden werden gegebenenfalls mittels Linearen Regression berechnet.

$$y = m \cdot x + b \quad (4)$$

$$m = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\overline{x^2\bar{y}} - \bar{x}\bar{xy}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (6)$$

2 Durchführung und Aufbau

3 Auswertung

Das Experiment wurde mit der zweiten Schaltung durchgeführt. Die Schaltung hat die Kenngrößen

$$L = (23.954 \pm 0.001)mH \quad (7)$$

$$C = (0.7932 \pm 0.0001)nF \quad (8)$$

$$C_{Sp} = (0.028 \pm 0.001) \quad (9)$$

$$R = 48 \quad (10)$$

Als Koppelkondensator wurde ein variabler Kondensator benutzt der einen relativen Messfehler von 0.5 % besitzt und Kapazitäten von 12.00 nF, 9.99 nF, 8.18 nF, 6.86 nF, 4.74 nF, 2.86 nF, 2.19 nF und 0.997 nF.

3.1 Justierung der beiden LC-Kreise

Um die beiden Resonanzfrequenzen miteinander abzustimmen, wird zunächst die Resonanzfrequenz ν^+ des Kreises mit der nicht regelbaren Kapazität mittels Lissajou-Figur bestimmt. Dafür wird die Phase gesucht, welche zwischen Generatorspannung und Schwingkreis verschwindet. Es wird nun der Funktionsgenerator an den zweiten Kreis angeschlossen und die Kapazität entsprechend eingestellt, so dass die selbe Lissajou-Figur wie im anderen Kreis zu sehen ist. Als Resonanzfrequenz wird eine Frequenz von

$$\nu^+ = 35.46kHz \quad (11)$$

gemessen.

3.2 Frequenzverhältniss von Schwebung und Schwingung

Die dem experimentellen Aufbau entnommene Verhältniss aus Schwingungs- und Schwebungsfrequenz n_{exp} ist in Tabelle 1 aufgeführt. Aus Formel ?? und ??, lässt sich das theoretische Frequenzverhältniss berechnen.

$$n_t = \frac{v_t^+ + v_t^-}{2(v_t^- - v_t^+)} \quad (12)$$

Die theoretischen Frequenzverhältnisse n_t für die einzelnen Kondensatoren sind in Tabelle 1 aufgetragen. Die Abweichung des praktisch ermittelten Wertes vom theoretischen berechnet sich aus

$$\sigma = \frac{|n_{exp} - n_t|}{n_{exp}} \quad (13)$$

Ursachen für die Abweichungen vom Theoriewert werden in der Diskussion besprochen.

C_k / nF	n_{exp}	n_t	$\sigma / \%$
12.00	15	16.7	11.3
9.99	13	14.1	8.5
8.18	11	11.7	6.4
6.86	9	10.0	11.1
4.74	7	7.2	2.9
2.86	4	4.8	20
2.19	3	3.9	30
0.997	/	2.3	/

Tabelle 1: <+Caption text+>

3.3 Eigenfrequenzen des Systems (Lissajour Figur)

Sowohl die experimentell ermittelten Werte v_e^+ und v_e^- , als auch die Theoriewerte die sich nach Formel ?? und ?? berechnen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Von diesen Werten wurde die Abweichung berechnet und ebenfalls in der Tabelle aufgeführt. Eine Einordnung

C_k / nF	v_e^+ / kHz	v_t^+ / kHz	$\sigma^+ / \%$	v_e^- / kHz	v_t^- / kHz	$\sigma^- / \%$
12.00 ± 0.06	37.32	38.10 ± 0.01	2	35.37	35.88	2
9.99 ± 0.04	38.28	38.52 ± 0.01	1	35.22	35.88	2
8.18 ± 0.04	38.67	39.08 ± 0.01	1	35.22	35.88	2
6.86 ± 0.03	39.06	39.66 ± 0.02	2	35.22	35.88	2
4.74 ± 0.02	40.53	41.22 ± 0.02	2	35.22	35.88	2
2.86 ± 0.01	43.59	44.33 ± 0.03	2	35.22	35.88	2
2.19 ± 0.01	46.02	46.55 ± 0.04	1	35.22	35.88	2
0.997 ± 0.005	55.86	56.25 ± 0.08	1	35.22	35.88	2

Tabelle 2: <+Caption text+>

der Messunsicherheiten erfolgt in der Diskussion.

3.4 Eigenfrequenzen des Systems (Beepmethode)

Die gewählte Startfrequenz des Beeps beträgt

$$\nu_{\text{Start}} = 30.13 \text{kHz} \quad (14)$$

und die Endfrequenz

$$\nu_{\text{Ende}} = 60.98 \text{kHz} \quad (15)$$

Aufgrund des nicht immer eindeutigen Maxima wird ein Ablesefehler der Zeit von 2 ms berücksichtigt. Aus Formel ?? lässt sich die gemessene Zeit, in die entsprechende Frequenz umrechnen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgelistet, ebenso wie die Zeiten

vom Start der Messung bis zum Peak und die Fehler der praktisch ermittelten Fehler zum theoretischen Wert.

C_k / nF	t bis zum 1 Peak /ms	v_e^+ / kHz	σ^+ / %	t bis zum 2 Peak / ms	v_e^- / kHz	σ^- / %
12.00 ± 0.06	240 ± 2	37.53 ± 0.06	2	176 ± 2	35.55 ± 0.06	1
9.99 ± 0.04	256 ± 2	38.02 ± 0.06	1	168 ± 2	35.30 ± 0.06	2
8.18 ± 0.04	264 ± 2	38.27 ± 0.06	2	160 ± 2	35.06 ± 0.06	2
6.86 ± 0.03	312 ± 2	39.75 ± 0.06	1	176 ± 2	35.55 ± 0.06	1
4.74 ± 0.02	328 ± 2	40.24 ± 0.06	2	160 ± 2	35.06 ± 0.06	2
2.86 ± 0.01	432 ± 2	43.45 ± 0.06	2	176 ± 2	35.55 ± 0.06	1
2.19 ± 0.01	512 ± 2	45.92 ± 0.06	1	176 ± 2	35.55 ± 0.06	1
0.997 ± 0.005	816 ± 2	55.30 ± 0.06	2	176 ± 2	35.55 ± 0.06	1

Tabelle 3: <+Caption text+>

4 Diskussion