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

1.1 Fehlerrechnung

Sämtliche Fehlerrechnungen werden mit Hilfe von Python 3.4.3 durchgeführt.

1.1.1 Mittelwert

Der Mittelwert einer Messreihe $x_1, ..., x_\mathrm{n}$ lässt sich durch die Formel

$$\overline{x} = \frac{1}{N} \sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{N}} x_k \tag{1}$$

berechnen. Die Standardabweichung des Mittelwertes beträgt

$$\Delta\overline{x} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{N}} (x_\mathrm{k} - \overline{x})^2} \tag{2}$$

1.1.2 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung

Wenn $x_1, ..., x_\mathrm{n}$ fehlerbehaftete Messgrößen im weiteren Verlauf benutzt werden, wird der neue Fehler Δf mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzung angegeben.

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

1.1.3 Lineare Regression

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

$$y = m \cdot x + b \tag{4}$$

$$m = \frac{\overline{xy} - \overline{x}\,\overline{y}}{\overline{x^2} - \overline{x}^2} \tag{5}$$

$$b = \frac{\overline{x^2}\,\overline{y} - \overline{x}\,\overline{xy}}{\overline{x^2} - \overline{x}^2} \tag{6}$$

2 Durchführung und Aufbau

3 Auswertung

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

$$L = (23.954 \pm 0.001) mH \tag{7}$$
$$C = (0.7932 \pm 0.0001) nF \tag{8}$$
$$C_{\mathrm{Sp}} = (0.028 \pm 0.001) \tag{9}$$
$$R = 48 \tag{10}$$

Als Koppelkondensator wurde ein variabeler 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 Resanzfrequenzen 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 Generstorspannung und Schwingkreis verschwindet. Es wird nun der Funktionsgenerator an den zweiten Kreis angeschlossen und die Kapazität entsprechend eingestellt, so dass die selbe Lissajour-Figur wie im anderen Kreis zu sehen ist. Als Resonanzfrequenz wird eine Frequenz von

$$\nu^+ = 35.46 kHz \tag{11}$$

gemessen.

3.2 Frequenzverhältniss von Schwebung und Schwingung

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

$$n_{\mathrm{t}} = \frac{v_{\mathrm{t}}^+ + v_{\mathrm{t}}^-}{2(v_{\mathrm{t}}^- - v_{\mathrm{t}}^+)} \tag{12}$$

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

$$\sigma = \frac{|n_{\mathrm{exp}} - n_{\mathrm{t}}|}{n_{\mathrm{exp}}} \tag{13}$$

Ursachen für die Abweichungen vom Theoriewert liegen einerseits dran, dass immer nur die Maxima eine einzige Schwebung gezählt wurden. Ein Verbesserungspotential besteht darin, mehrere Schwingungen zu betrachten und den Wert anschließend zu mitteln.

C_k / nF	n_{exp}	n_t	σ / %
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: Frequenzverhältniss der verschiedenen Koppelkondensatoren

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. Der Fehler der gemessenen Eigenschwingung sowohl für ν^+ als auch ν^- ist 1-2 %. Aufgrund der geringen relativen Abweichung können keine systematischen Fehler erkannt werden.

C_k / nF	v_e^+ / kHz	v_t^+ /kHz	σ^+ / %	v_e^- / kHz	v_t^- /kHz	σ^- / %
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: Eigenfrequenzen der Schwingkreise in Abhängigkeit der Koppelkondensatoren

3.4 Eigenfrequenzen des Systems (Beepmethode)

Die gewählte Startfrequenz des Beeps beträgt

$$\nu_{\text{Start}} = 30.13\text{kHz} \tag{14}$$

und die Endfrequenz

$$\nu_{\text{Ende}} = 60.98\text{kHz} \tag{15}$$

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 umrechenen. 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. Auffällig ist auch das diese Messung einen fürs Praktikum

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+>

relativ geringe Messunsicherheit von 2 % aufweist. Daher kann die Messung als gelungen bezeichnet werden.

4 Diskussion