

Versuch 354

Gedämpfte und erzwungene Schwingungen

Durchführung: 03.12.2019 Abgabe: 10.12.2019

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1 Ziel	3
2 Theorie	3
3 Versuchsaufbau	3
4 Durchführung	5
5 Auswertung	5
6 Diskussion	9

1 Ziel

Es wird untersucht, in welchem Verhältnis die eingebauten Komponenten in einem Schwingkreis zum zugefügten Strom, dessen Amplitude und dessen Frequenz stehen. Des weiteren wird die Auswirkung großer Widerstände innerhalb des Schwingkreises auf die Stromschwingung untersucht.

2 Theorie

Eine elektrische Schwingung wird mithilfe eines Schwingkreises, bestehend aus einem Kondensator und einer Spule, erzeugt. Beides wird in Reihe geschaltet und ein Strompuls zugeführt. Der Kondensator ist voll aufgeladen und dann beginnt der Strom über die Spule zu fließen und der Kondensator entlädt sich kurzzeitig, bis er mit umgekehrter Polarisation erneut voll aufgeladen ist. Bei einem idealen Schaltkreis ohne jegliche Widerstände, entsteht so ein harmonischer Oszillatior der Form:

$$\ddot{I} + \omega^2 I = 0 \quad \text{mit} \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (1)$$

Wenn in den Schaltkreis ein Widerstand eingebaut wird, so nimmt die Schwingung mit der Zeit ab, da sich der Strom im Widerstand in andere Energieformen umwandelt. Je nachdem wie hochhörmig dieser Widerstand ausfällt, ist die dazugehörige Schwingung ein Schwingfall, ein Kriechfall oder ein aperiodischer Grenzfall. Die zugehörige Bewegungsgleichung sieht wie folgt aus:

$$\ddot{I} + \frac{R}{L} \dot{I} + \omega^2 I = 0 \quad \text{mit} \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (2)$$

Mithilfe des Ausgangssignals kann individuell der Widerstand, die Kapazität oder die Induktivität berechnet werden, falls zwei der drei Größen gegeben ist.

Ein gedämpfter Schwingkreis kann auch als Phasenverschieber benutzt werden, wenn eine konstante Wechselspannung angelegt wird. Um diesen Phasenunterschied auszurechnen benutzt man:

$$\Delta\phi = \frac{a}{b} \cdot 360 \quad (3)$$

3 Versuchsaufbau

In Abbildung 1 und Abbildung 2 ist der grundsätzliche Aufbau zu sehen. Die Anschlüsse, sowie die eingestellten Werte variieren je nach Teilaufgaben von Abschnitt 4.

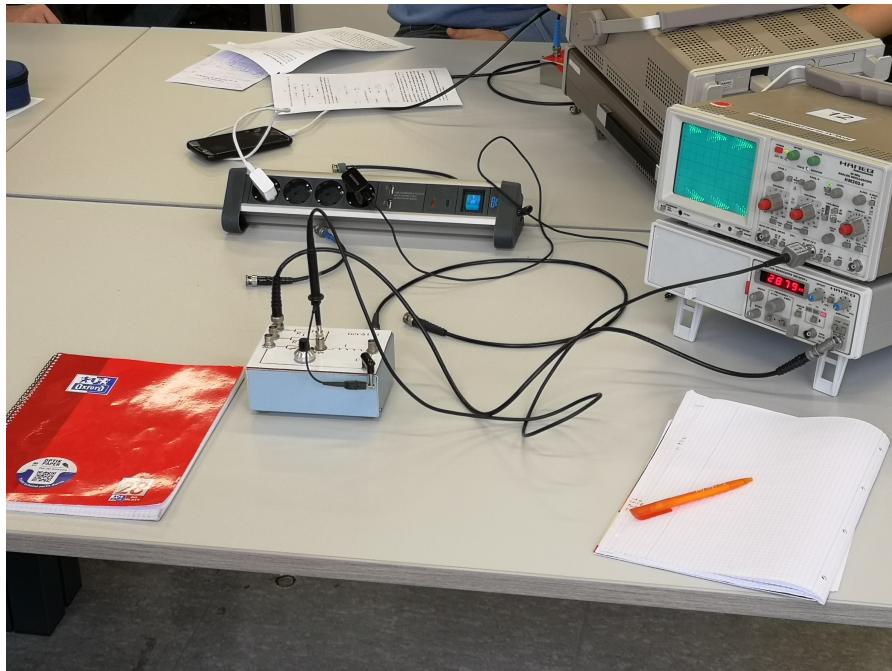


Abbildung 1: Aufbau des Experiments.

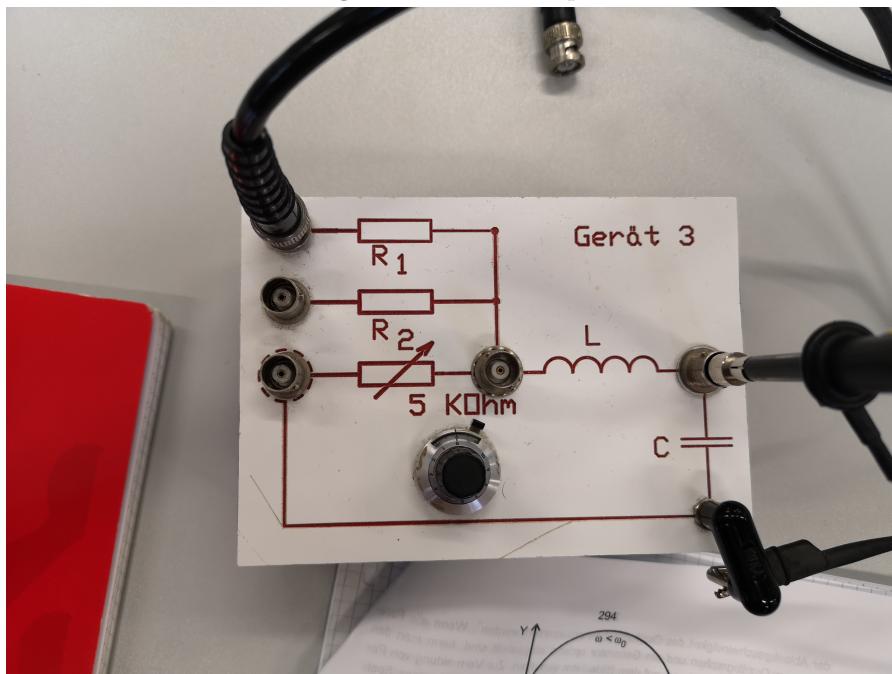


Abbildung 2: Der Schaltkreis.

4 Durchführung

Um in Erfahrung zu bringen, wie hoch der erste Widerstand R_1 ist, wird mithilfe des Frequenzgenerators eine Rechteckspannung generiert. Diese wird so gewählt, dass das Oszilloskop die abnehmende Schwingung eindeutig anzeigen kann. Gemessen werden dann 10 einzelne Amplituden und deren Abstand zueinander. Siehe Abschnitt 5 für die Ermittlung von R_1 .

Als nächstes ist in Erfahrung zu bringen, bei welchem Widerstand R_{ap} der aperiodische Grenzfall im Schwingkreis eintritt, wieder mit einer Rechteckspannung. Dafür ist ein verstellbarer Widerstand am geeignetsten, da dieser fein eingestellt und das Resultat direkt am Oszillographen abgelesen werden kann. Bei höchster Einstellung von 10.00 am Drehrad beträgt R_{ap} $5\text{k}\Omega$. Mithilfe eines einfachen Dreisatzes kann der Widerstand demnach ermittelt werden. Siehe Abschnitt 5 für die Ermittlung von R_{ap} .

Um zu ermitteln in welchem Verhältnis sich Kondensatorspannung U_C und Frequenz des Eingangssignals ν zueinander stehen, wird statt einer Rechteckspannung eine Sinusspannung am Frequenzgenerator eingestellt. Hierbei wird der größere Widerstand R_2 benutzt. Aus dem resultierenden Sinus-Signal werden 15 Werte entnommen, jeweils Amplitude mit dazugehöriger Frequenz. Siehe Abschnitt 5 für die Ermittlung der Abhängigkeit.

Zuletzt wird der Phasenunterschied zwischen dem Sinus-Signal des Frequenzgenerators und des selben Signals nach Durchlaufen des Schwingkreises gemessen. Beide Signale werden am Oszillographen bildlich dargestellt und deren Phasenunterschied mittels der Gleichung 3 und 6 Messwerten ausgerechnet.

5 Auswertung

Tabelle 1: Tabelle der Messwerte mit R_1 .

U in V	t in μs
0.2	0
0.14	25
0.1	54
0.07	78
0.05	105
0.04	130
0.03	158
0.02	184
0.014	210
0.008	247

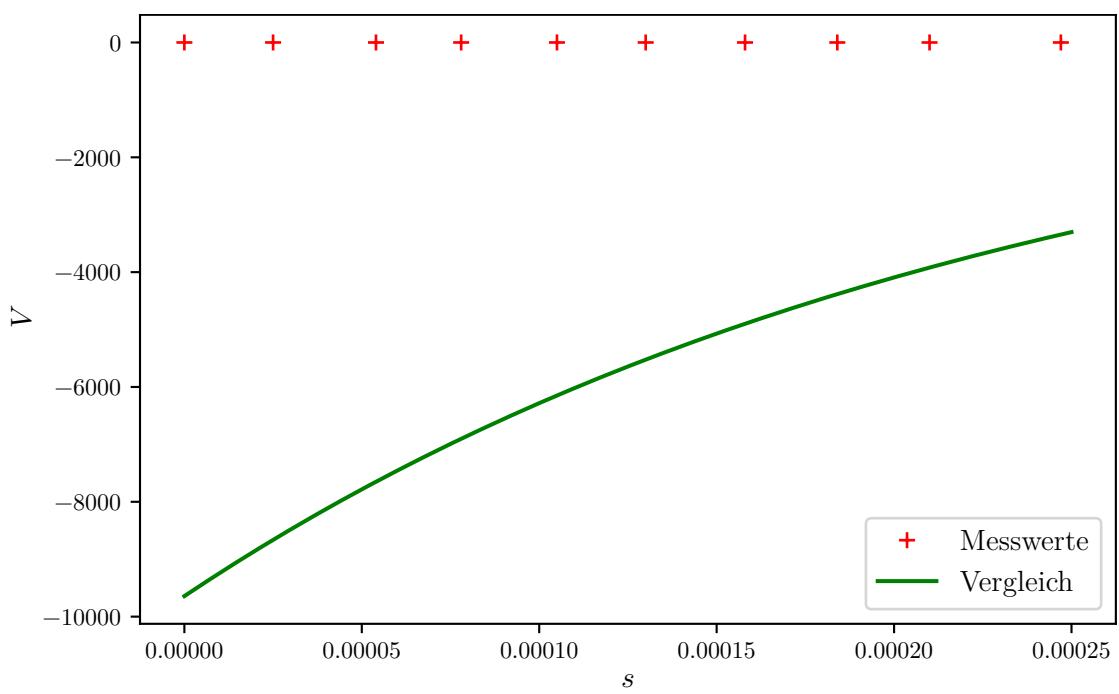


Abbildung 3: Plot.

Tabelle 2: Tabelle der Messwerte mit R_2

ν in kHz	U in V
5	0.8
10	0.85
15	0.9
20	1
25	1.2
30	1.6
35	2
40	1.7
45	1.1
50	0.75
55	0.55
60	0.43
65	0.34
70	0.28
75	0.24

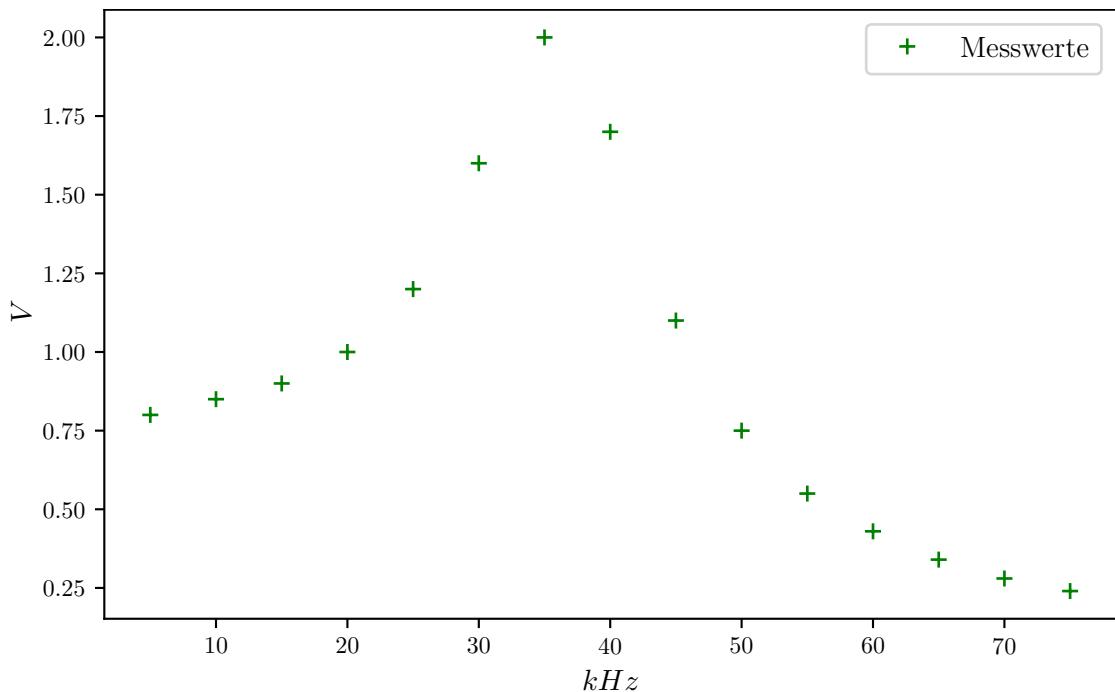


Abbildung 4: Plot2.

Tabelle 3: Tabelle der Messwerte mit Phasenunterschied.

ν in kHz	a in μs	b in μs
140	0.08	7
120	0.1	8
100	0.2	10
80	0.3	11
60	0.8	15.5
40	4.2	22.5

Tabelle 4: Tabelle der Messwerte mit $\Delta\phi$

ν in kHz	$\Delta\phi$ in $^\circ$
140	67.2
120	18.58
100	9.82
80	7.2
60	4.5
40	4.11

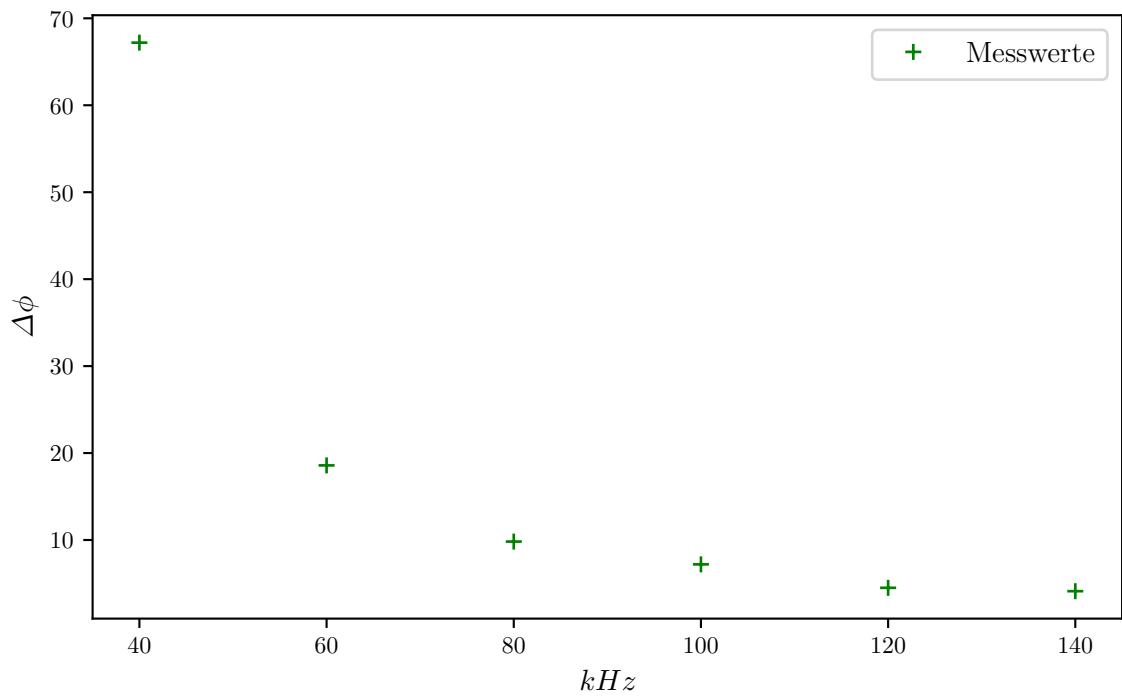


Abbildung 5: Plot3.

Siehe Abbildung 3!

6 Diskussion