

V354

Gedämpfte und erzwungene Schwingungen

Kalina Toben

kalina.toben@tu-dortmund.de

Daniel Wall

daniel.wall@tu-dortmund.de

Durchführung: 04.12.2018

Abgabe: 11.12.2018

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
1.1	Gedämpfte Schwingungen	3
2	Durchführung	4
3	Auswertung	6
4	Diskussion	7
	Literatur	7

1 Theorie

1.1 Gedämpfte Schwingungen

Besteht ein Schaltkreis aus einer Induktivität L , realisiert durch eine Spule, und einem Kondensator mit der Kapazität C , führt das System ungedämpfte Schwingungen durch. Die Energie pendelt zwischen den Speichern hin und her und führt deshalb periodische Schwingungen durch. Wird dem Schaltkreis ein ohmscher Widerstand R hinzugefügt, nimmt die Energie mit der Zeit ab, die Amplituden von Strom und Spannung fallen, und das System führt Gedämpfte Schwingungen aus. Ein Aufbau eines solchen Schwingkreises ist in Abbildung (1) dargestellt. Dieses System führt

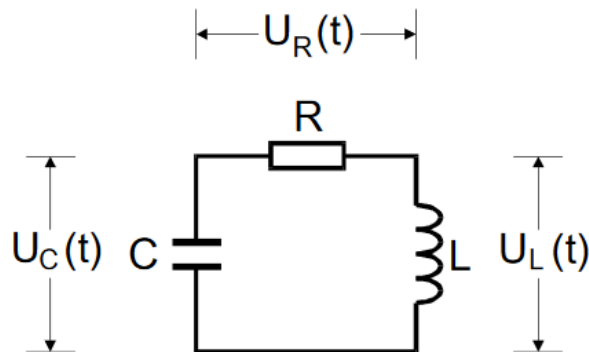


Abbildung 1: Aufbau eines RLC-Schwingkreises. [1, S.1]

Mit Hilfe des 2. Kirchhoffschen Gesetzes kann man die Differentialgleichung für den Schaltkreis aufstellen.

$$U_R(t) + U_C(t) + U_L(t) = 0. \quad (1)$$

Setzt man die Gleichungen

$$U_R(t) = RI(t) \quad (2)$$

$$U_C(t) = \frac{Q(t)}{C} \quad (3)$$

$$U_L(t) = L \frac{dI}{dt} \quad (4)$$

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad (5)$$

mit $Q(t)$ als Ladung in die DGL ein, und leitet einmal ab, ergibt sich

$$\frac{d^2 I}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dI}{dt} + \frac{1}{LC} I = 0. \quad (6)$$

2 Durchführung

Für die Untersuchung der Zeitabhängigkeit der Amplitude, wird die in Abbildung () dargestellte Schaltung verwendet.

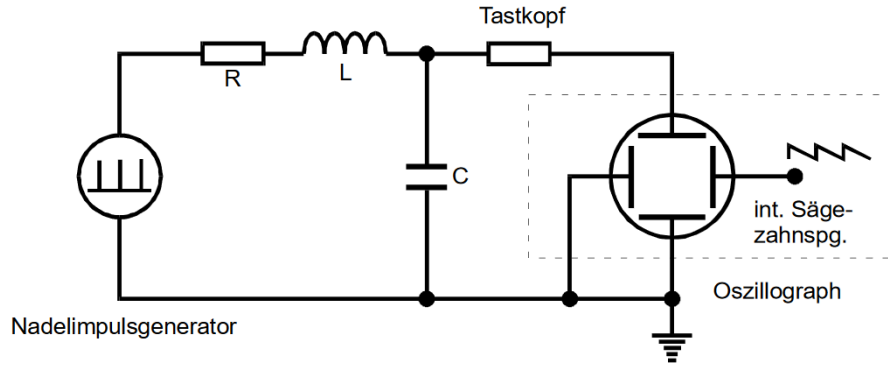


Abbildung 2: Messschaltung zur Bestimmung der zeitabhängigen Amplitude. [1, S. 11]

Um gedämpfte Schwingungen zu erzeugen, wird durch eine Rechteckspannung ein Impuls an den Schwingkreis gegeben. Ein Tastkopf ist notwendig, um den Eingangswiderstand des Oszillographen verschwindend gering zu halten. Es werden für zehn verschiedene Zeiten die Amplitude am Oszilloskop abgelesen und damit der effektive Dämpfungswiderstand ermittelt. Die gegebenen Daten für die Bauteile sind durch

$$L = 16.78 \pm 0.009 \text{ mH}$$

$$C = 2.066 \pm 0.006 \text{ nF}$$

$$R_1 = 67.2 \pm 0.2 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 682 \pm 1 \text{ } \Omega$$

gegeben. Bei diesem Messvorgang wird der Widerstand R_1 genommen.

Als nächstes wird der Dämpfungswiderstand für den aperiodischen Grenzfall bestimmt. Das geschieht durch Aufbau der Schaltung in Abbildung (). Der regelbare Widerstand wird auf seinen Maximalwert gestellt und dann runter gedreht. Dabei wird der Graph auf dem Oszilloskop beobachtet, denn stellt sich ein Überspringen ein, muss der Widerstand wieder höher gestellt werden. Wenn kein Überspringen mehr auftritt, wird der Wert für den Widerstand abgelesen.

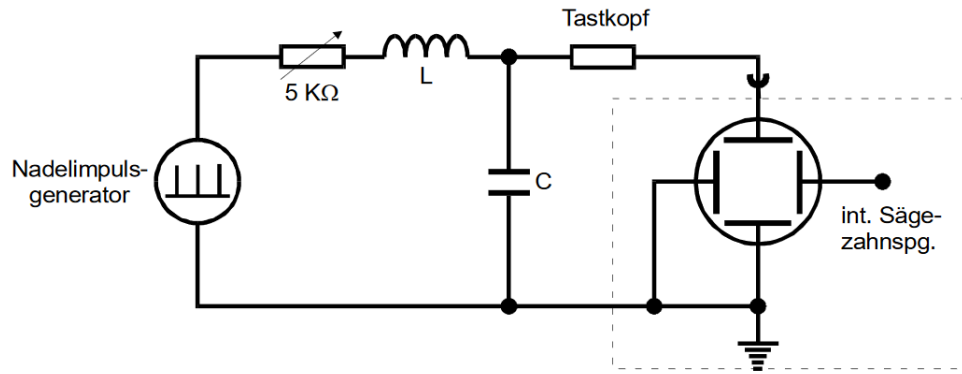


Abbildung 3: Messschaltung für den aperiodischen Grenzfall. [1, S. 12]

Soll nun die Frequenzabhängigkeit der Kondensatorspannung untersucht werden, wird der Schaltkreis wie in Abbildung () aufgebaut. Es wird diesmal eine Sinusspannung angelegt. Da der dort zusehende Tastkopf einen Frequenzgang besitzt, muss auch die Erregerspannung U_0 in Abhängigkeit der Frequenz gemessen werden. Es werden für folgende Intervalle Erregerspannung und Kondensatorpannung gemessen: 2 kHz bis 22 kHz in 2 kHz Schritten, 22 kHz bis 32 kHz in 1 kHz Schritten, 32 kHz bis 52 kHz in 2 kHz Schritten, und daraus der Quotient gebildet. Diesmal wird der Widerstand R_2 benutzt.

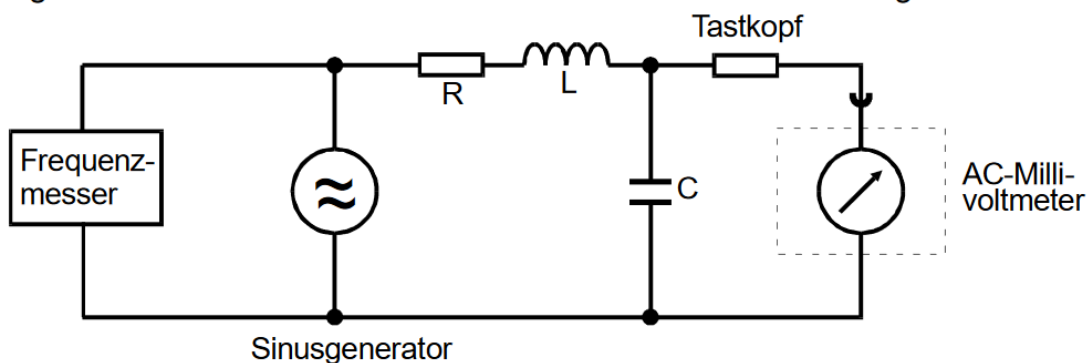


Abbildung 4: Messschaltung zur Bestimmung der frequenzabhängigen Amplitude. [1, S. 13]

Im letzten Versuchsteil wird die Frequenzabhängigkeit der Phase ermittelt. Die Schaltung ist in Abbildung () dargestellt. Es wird der zeitliche Abstand a der Nulldurchgänge von Kondensatorspannung und Erregerspannung gemessen, wie in Abbildung () dargestellt. Die außerdem benötigte Periodendauer wird durch die Frequenz bestimmt, die vorher schon gemessen wurde.

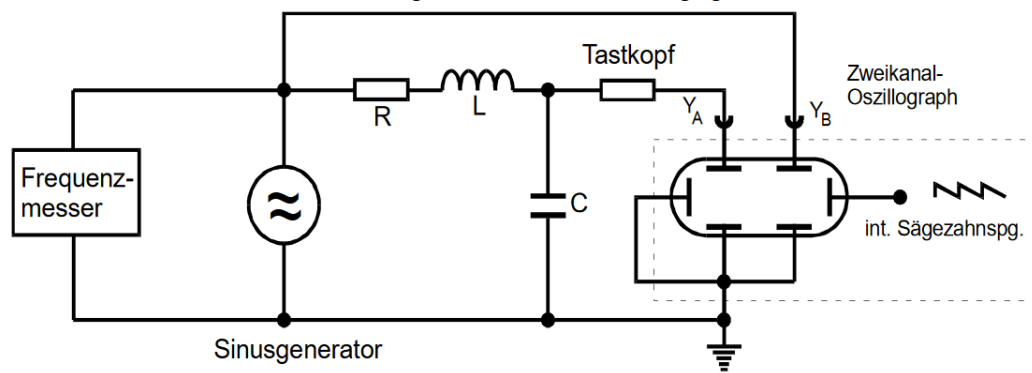


Abbildung 5: Messschaltung zur Bestimmung der frequenzabhängigen Phase. [1, S. 13]

3 Auswertung

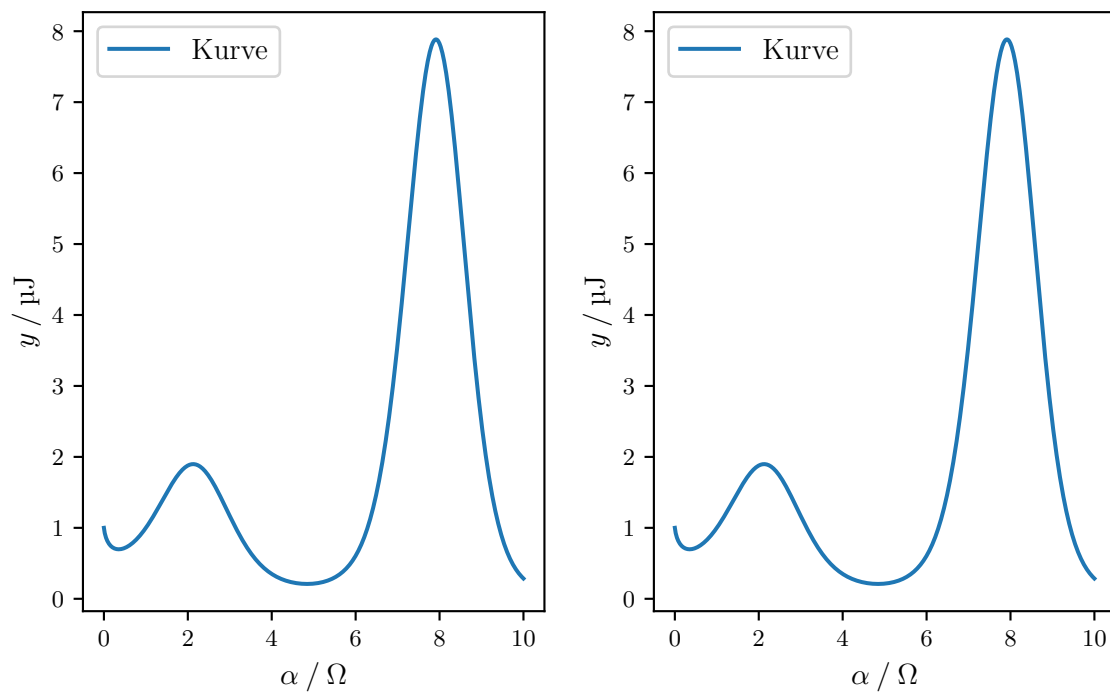


Abbildung 6: Plot.

4 Diskussion

Literatur

- [1] TU Dortmund. *Anleitung zum Versuch 354, Gedämpfte und erzwungene Schwingungen*. 6. Dez. 2018. URL: <http://129.217.224.2/HOMEPAGE/PHYSIKER/BACHELOR/AP/SKRIPT/V354.pdf>.