



universität
uulm

Praktikum Physik für Naturwissenschaftler

Bericht zum Versuch

Wechselstromkreise

Durchgeführt am 17. Dezember 2023

Gruppe 6

Moritz Wieland und **Dominik Beck**
(moritz.wieland@uni-ulm.de) (dominik.beck@uni-ulm.de)

Betreuer: **Marc Guettler**

Wir bestätigen hiermit, dass wir die Ausarbeitung selbständig erarbeitet haben und detaillierte Kenntnis vom gesamten Inhalt besitzen.

_____ und _____
Moritz Wieland Dominik Beck

Inhaltsverzeichnis

Kapitel		Seite
	1 Einleitung	2
Kapitel	2 Versuchsdurchführung und Auswertung	3
2.1	Versuch 1 - Signaldarstellung mit dem Analog-Oszilloskop Versuchsaufbau und -durchführung — 3 • Ergebnisse — 3 • Diskussion — 4	3
2.2	Versuch 2 - Impedanzmessung an Widerstand, Kondensator und Spule Versuchsaufbau und -durchführung — 4 • Ergebnisse — 5	4
2.3	Versuch 3 - Impedanzmessung an einem unbekannten Zweipol Versuchsaufbau- und durchführung — 7 • Ergebnisse — 7 • Diskussion — 7	7

1 Einleitung

3 Versuchsdurchführung und Auswertung

2.1 Versuch 1 - Signaldarstellung mit dem Analog-Oszilloskop

2.1.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Im ersten Versuch sollten wir uns mit dem Analog-Oszilloskop vertraut machen. Der Betreuer gibt uns ein Signal vor, welches wir mit dem Analog-Oszilloskop untersuchen sollten. Es sollen die Einstellungen am Oszilloskop, Charakteristika des Signals und eine Skizze des Signal notiert werden. Es soll außerdem der Größtfehler berechnet werden.

2.1.2 Ergebnisse

Um das Signal gut auf dem Bildschirm erkennen zu können, haben wir uns für folgende Einstellung am Oszilloskop entschieden:

- Time/Div: $5 \mu s$
- Volt/Div: $0.5 V$

Das Schirmbild sieht wie folgt aus:

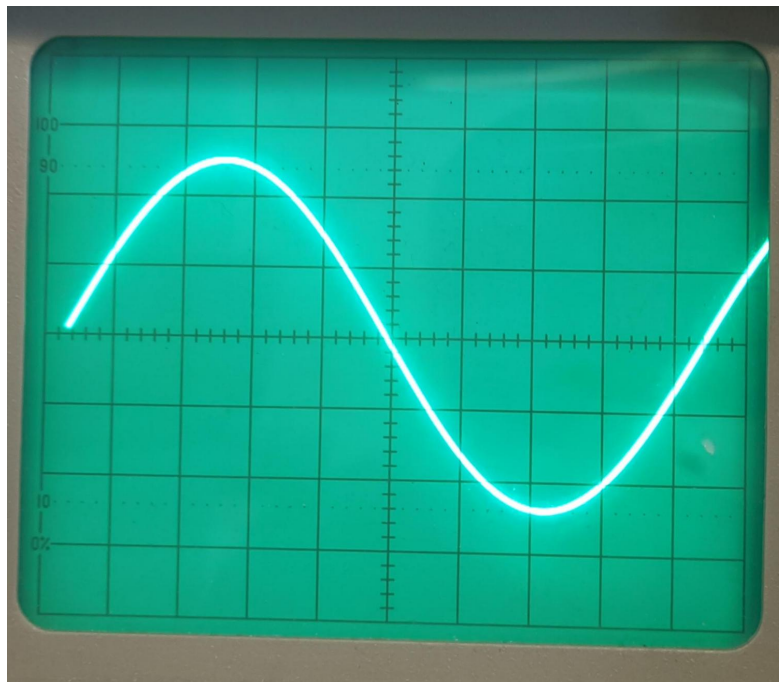


Abbildung 2.1: Schirmbild des vorgegebenen Signals

Die folgenden Werte können nun aus der Graphik 2.1 abgelesen werden:

Tabelle 2.1: Messwerte des vorgegebenen Signals

Größe	Wert
Amplitude U_0	$1.2 \pm 0.5 \text{ V}$
Periodendauer T	$45 \pm 5 \mu\text{s}$

Die Frequenz f des Signals berechnet sich dann wie folgt:

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{T} \\
 &= \frac{1}{45 \mu\text{s}} \\
 &= 21.7 \text{ kHz}
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Der Größtfehler der Frequenz berechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 \Delta f &= \left| \frac{1}{T^2} \right| \cdot \Delta T \\
 &= \frac{1}{(45 \mu\text{s})^2} \cdot 5 \mu\text{s} \\
 &= 0.1 \text{ kHz}
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

Der Größtfehler der Frequenz beträgt nach 2.2 0.1 kHz. Die Frequenz des Signals beträgt also $21.7 \pm 0.1 \text{ kHz}$.

2.1.3 Diskussion

TODO: Diskussion

2.2 Versuch 2 - Impedanzmessung an Widerstand, Kondensator und Spule

2.2.1 Versuchsaufbau und -durchführung

In Versuch 2 sollen wir die im Stromkreis 2.2 angegebenen Bauteile messen und bestimmen. Aus der Kombination von bekanntem Widerstand R_m und unbekanntem Zweipol Z lässt sich mit verschiedenen Werten der Widerstand und andere Eigenschaften des unbekannten Zweipols bestimmen. Für den unbekannten Zweipol werden die verschiedenen Bauteile, Widerstand, Kondensator und Spule eingesetzt.

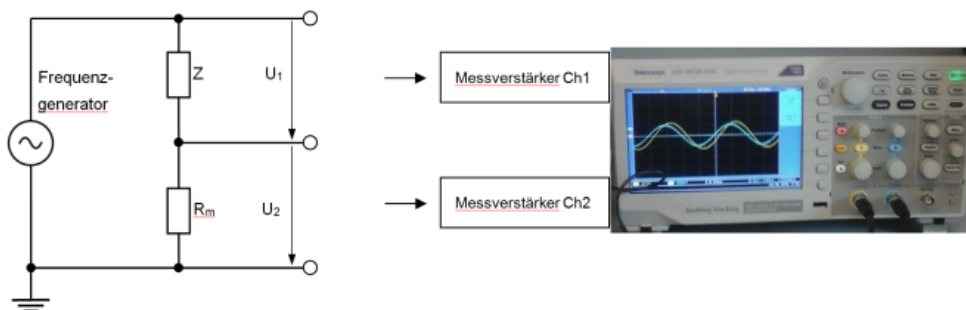


Abbildung 2.2: Schaltbild des Versuchsaufbaus

2.2.2 Ergebnisse

Widerstand

Tabelle 2.2: Messwerte des Widerstands

U_m in mV	U_z in mV	R_m in Ω
460 ± 40	560 ± 40	82

Mit diesen Werten und folgender Formel lässt sich nun der Widerstand $R_z = |Z|$ des unbekannten Zweipols berechnen:

$$\frac{U_m}{U_z} = \frac{R_m}{|Z|} \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} R_z = |Z| &= \frac{U_z}{U_m} \cdot R_m \\ &= \frac{560 \text{ mV}}{460 \text{ mV}} \cdot 82 \Omega \\ &= 99.83 \Omega \end{aligned} \quad (2.4)$$

Der Größtfehler beträgt:

$$\begin{aligned} \Delta|Z| &= \left| \frac{R_m U_z}{U_m} \right| \cdot \Delta U_m + \left| \frac{R_m}{U_m} \right| \cdot \Delta U_z \\ &= \left| \frac{82 \Omega \cdot 560 \text{ mV}}{460 \text{ mV}} \right| \cdot 40 \text{ mV} + \left| \frac{82 \Omega}{460 \text{ mV}} \right| \cdot 40 \text{ mV} \\ &= 19.13 \Omega \end{aligned} \quad (2.5)$$

Kondensator

Als nächstes wird das unbekannte Bauteil durch einen Kondensator ersetzt. Die Messwerte befinden sich in folgender Tabelle:

Tabelle 2.3: Messwerte des Kondensators

U_m in V	U_z in V	R_m in Ω	T_z in μs
0.9 V	0.38 V	82 Ω	1000 μs

Mit diesen Werten lassen sich nun die Kapazität und die Phasenverschiebung bestimmen.

Zunächst bestimmen wir die Frequenz f des Signals:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{T_z} \\ &= \frac{1}{1000 \mu\text{s}} \\ &= 1000 \text{ Hz} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Danach berechnen wir die Winkelgeschwindigkeit ω :

$$\begin{aligned}
\omega &= 2\pi f \\
&= 2\pi \cdot 1000 \text{ Hz} \\
&= 6283.19 \text{ Hz}
\end{aligned}
\tag{2.7}$$

Damit können wir abschließend die Kapazität C des Kondensators berechnen:

$$\begin{aligned}
C &= \frac{1}{\omega \cdot |Z|} \\
&= \frac{1}{6283.19 \text{ Hz} \cdot 82 \Omega} \\
&= 4.6 \cdot 10^{-6} \text{ F}
\end{aligned}
\tag{2.8}$$

Anschließend können wir die Phasenverschiebung φ berechnen:

$$\begin{aligned}
\varphi &= \frac{t}{T} \cdot 360^\circ \\
&= \frac{-250 \mu\text{s}}{1000 \mu\text{s}} \cdot 360^\circ \\
&= -90^\circ
\end{aligned}
\tag{2.9}$$

Zum Schluss berechnen wir noch den Größtfehler der Phasenverschiebung:

$$\begin{aligned}
\Delta\varphi &= \left| \frac{360^\circ}{T_z} \right| \cdot \Delta t + \left| \frac{360^\circ \cdot t}{T_z^2} \right| \cdot \Delta T \\
&= \left| \frac{360^\circ}{1000 \mu\text{s}} \right| \cdot 50 \mu\text{s} + \left| \frac{360^\circ \cdot (-250 \mu\text{s})}{(1000 \mu\text{s})^2} \right| \cdot 50 \mu\text{s} \\
&= 13.5^\circ
\end{aligned}
\tag{2.10}$$

Spule

Um die Phasenverschiebung φ der Spule zu bestimmen, müssen wir die Periodendauer T_z und die Phasenverschiebung t messen. Die Periodendauer T_z beträgt $100 \mu\text{s}$, die Phasenverschiebung t beträgt $25 \mu\text{s}$. Der Fehler für T_z und t beträgt $5 \mu\text{s}$.

Die Phasenverschiebung φ berechnet sich dann wie folgt:

$$\begin{aligned}
\varphi &= \frac{t}{T} \cdot 360^\circ \\
&= \frac{25 \mu\text{s}}{100 \mu\text{s}} \cdot 360^\circ \\
&= 90^\circ
\end{aligned}
\tag{2.11}$$

Der Größtfehler wird mit der gleichen Formel wie bei dem Kondensator berechnet:

$$\begin{aligned}
\Delta\varphi &= \left| \frac{360^\circ}{T_z} \right| \cdot \Delta t + \left| \frac{360^\circ \cdot t}{T_z^2} \right| \cdot \Delta T \\
&= \left| \frac{360^\circ}{100 \mu\text{s}} \right| \cdot 5 \mu\text{s} + \left| \frac{360^\circ \cdot 25 \mu\text{s}}{(100 \mu\text{s})^2} \right| \cdot 5 \mu\text{s} \\
&= 22.5^\circ
\end{aligned}
\tag{2.12}$$

2.3 Versuch 3 - Impedanzmessung an einem unbekannten Zweipol

2.3.1 Versuchsaufbau- und durchführung

Im letzten Versuch sollen wir die Charakteristika von zwei unbekannten Zweipolen bestimmen. Dazu wird eine Tabelle mit verschiedenen Frequenzen vorgegeben. Anhand der Messwerte soll bestimmt werden, welche zwei Zweipole und in welcher Art und Weise sie verschaltet sind.

2.3.2 Ergebnisse

Die gemessenen Werte befinden sich in folgender Tabelle:

Tabelle 2.4: Messwerte Versuch 3

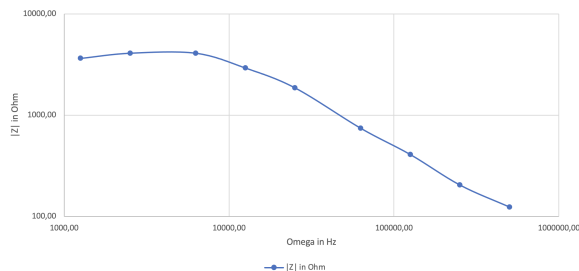
$f[\text{Hz}]$	$U_m[\text{mV}]$	$U_z[\text{mV}]$	$R_m[\Omega]$	$ Z [\Omega]$	$t[\mu\text{s}]$	$T[\text{ms}]$	$\omega[\text{Hz}]$	$\phi[^\circ]$
200,00	22,50	1000,00	82,00	3644,44	-500,00	5000,00	1256,64	-36,00
400,00	20,00	1000,00	82,00	4100,00	-200,00	2500,00	2513,27	-28,80
1000,00	20,00	1000,00	82,00	4100,00	-100,00	1000,00	6283,19	-36,00
2000,00	28,00	1000,00	82,00	2928,57	-75,00	500,00	12566,37	-54,00
4000,00	44,00	1000,00	82,00	1863,64	-50,00	250,00	25132,74	-72,00
10000,00	110,00	1000,00	82,00	745,45	-22,00	100,00	62831,85	-79,20
20000,00	200,00	1000,00	82,00	410,00	-11,00	50,00	125663,71	-79,20
40000,00	400,00	1000,00	82,00	205,00	-6,00	25,00	251327,41	-86,40
80000,00	660,00	1000,00	82,00	124,24	-3,00	12,50	502654,82	-86,40

Es lässt sich erkennen, dass ein Widerstand und ein Kondensator parallel geschaltet sind. Warum dies so ist, wird in der Diskussion erläutert.

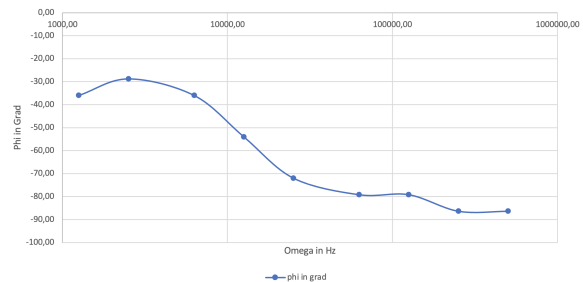
Nun können wir mit folgender Formel die Kapazität des verbauten Kondensators berechnen:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{1}{\omega \cdot |Z|} \\
 &= \frac{1}{251327 \text{ Hz} \cdot 205 \Omega} \\
 &= 19.4 \text{ nF}
 \end{aligned}
 \tag{2.13}$$

Für $|Z|$ wählen wir das $|Z|$, bei dem ϕ am nächsten an -90° ist.



(a) $|Z|$ über Hz



(b) φ über Hz

2.3.3 Diskussion

TODO: Diskussion