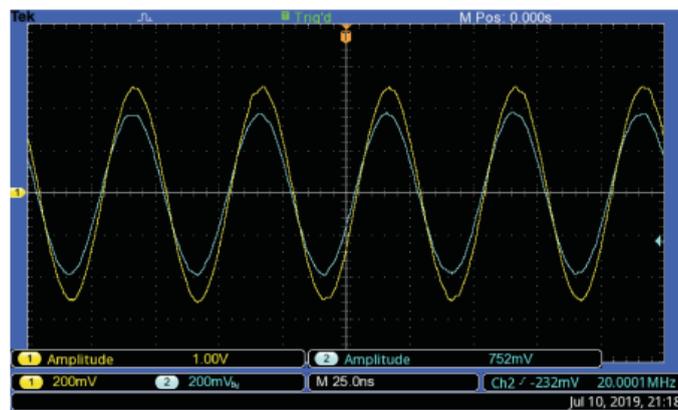


Versuch 25 - Oszilloskop

PAP 1, [2] [1]

16.09.2024



Teilnehmender Student: **Jonathan Rodemers**

Gruppe des Teilnehmenden: 1

Kurs: Nachmittags

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Messverfahren	1
1.3	Grundlagen aus der Physik/Technik	1
1.3.1	Oszilloskop	1
1.3.2	Nyquist-Kriterium	1
1.3.3	Mittelwertspannung und Effektivspannung	1
1.3.4	Reflektion im Kabel	2
2	Durchführung	3
2.1	Messprotokol	3
3	Auswertung	5
3.1	Signaltabelle	5
3.2	FFT Auswertung	5
3.3	PWM - Werte	6
3.4	Länge des Kabels	6
3.5	Vergleich der Widerstände	6
4	Zusammenfassung und Diskussion	7
	Quellen- und Literaturverzeichnis	8

1. Einleitung

1.1 Motivation

Bei diesem Experiment geht es nicht in erster Linie darum, ein bestimmtes physikalisches Gesetz zu untersuchen oder eine Naturkonstante zu bestimmen, sondern darum, sich mit der Verwendung eines Oszilloskops vertraut zu machen, einem wichtigen Instrument in Wissenschaft und Technik. Oszilloskope werden zur Visualisierung elektrischer Signale in Echtzeit verwendet und ermöglichen die Beobachtung, wie sich physikalische Größen im Laufe der Zeit verändern, wenn sie in entsprechende elektrische Signale umgewandelt werden.

1.2 Messverfahren

In diesem Experiment üben wir die Verwendung des Oszilloskops, indem wir dessen Einstellungen zur Messung verschiedener Signale anpassen. Zu den wichtigsten Aufgaben gehören die Einstellung der vertikalen und horizontalen Skala, Triggereinstellungen und die Messung von Signalparametern wie Amplitude und Periode. Der Aufbau umfasst den Anschluss eines Funktionsgenerators an das Oszilloskop, die Beobachtung der angezeigten Wellenform und das Experimentieren mit verschiedenen Eingangssignalen, um ein umfassendes Verständnis des Geräts zu erlangen. Außerdem werden Signalreflexionen an einem Koaxialkabel untersucht, indem die Impulsausbreitung gemessen und die elektrischen Eigenschaften des Kabels durch das Reflexionsverhalten bestimmt werden.

1.3 Grundlagen aus der Physik/Technik

1.3.1 Oszilloskop

Oszilloskope, insbesondere das in diesem Experiment verwendete digitale Speicheroszilloskop, messen und zeigen Spannungssignale im Zeitverlauf an. Es erfasst das Eingangssignal mithilfe eines Analog-Digital-Converters (ADC) und speichert das Signal als diskrete Werte. Diese digitale Darstellung ermöglicht eine weitere Verarbeitung, z. B. die Berechnung der Frequenz des Signals usw. . Das Oszilloskop zeigt die Spannung auf der vertikalen Achse und die Zeit auf der horizontalen Achse an (yt-Modus) und ermöglicht so die Beobachtung und Analyse von elektrischen Wellenformen, Impulsen und anderen Signaleigenschaften.

1.3.2 Nyquist-Kriterium

Das Nyquist-Kriterium besagt, dass die Abtastrate mindestens das Doppelte der höchsten im Signal vorhandenen Frequenz betragen muss, um ein Signal ohne falsche Infos abzutasten. Ist die Abtastrate niedriger als diese, werden höhere Frequenzkomponenten falsch dargestellt, was zu Verzerrungen im rekonstruierten Signal führt.

1.3.3 Mittelwertspannung und Effektivspannung

Die Effektivspannung lässt sich wie folgt berechnen:

$$U_{\text{eff}} = U_0 \sqrt{\frac{t}{T}} \quad (1.1)$$

Wobei U_0 die Spannungsspitze ist, t die Pulsweite und T die Periodendauer

Die Mittelwertspannung ist so zu berechnen:

$$U_M = U_0 \frac{t}{T} \quad (1.2)$$

1.3.4 Reflektion im Kabel

Wenn ein elektrisches Signal ein Kabel durchläuft und dessen Ende erreicht, können je nach Ende des Kabels Reflexionen auftreten. Die Reflexion hängt von der Impedanzfehlanpassung zwischen dem Kabel und seinem Ende ab.

- Wenn das Kabelende offen ist (vgl. "offener Stromkreis"), wird das Signal ohne Phasenverschiebung reflektiert.
- Wenn das Kabel kurzgeschlossen ist, erfolgt die Reflexion mit einer Phasenumkehr.
- Mit einem geeigneten Endwiderstand, der dem Wellenwiderstand des Kabels entspricht (Z), werden Reflexionen minimiert, so dass das Signal absorbiert werden kann.

2. Durchführung

2.1 Messprotokoll

Messprotokoll
Versuch 25

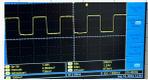
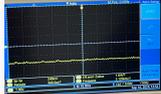
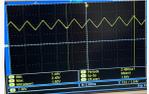
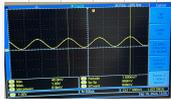
16.09.24

Jonathan Rademas
Theodara Lazarevic

Geräte:

- Oszilloskop TBS 1072B
- Funktionsgenerator
- Signal generator
- Koaxialkabel Rf 58,50Ω, 25m
- Abschlusswiderstand

Signale 1-4 vermessen

Signal:	Skizze:	T	f	U _{pp}	offset	T _{1/2} Zeit
1		(5,00 ± 0,05) ms	200 Hz	U _p = (1 ± 0,1) V	(660 ± 10) mV	
2		(1,5 ± 0,1) ms	667 Hz	(100 ± 5) mV	(-1,68 ± 0,05) V	
3		(2,5 ± 0,5) ms	400 Hz	(880 ± 5) mV	(1,80 ± 0,05) V	
4		(1,0 ± 0,05)	1000 Hz	(360 ± 40) mV	(450 ± 40) mV	

Signal 5:

$$U_{pp} = (360 \pm 20)_{mV}$$

$$T_{1/2} = (3,2 \pm 0,2)_{ms}$$

Signal 9: $T = (0,67 \pm 0,05)_{ms}$ $f = \frac{1}{T}$
 $f = (1500 \pm 111)_{Hz}$ $\Delta f = \frac{1}{T^2} \Delta T$

Sch
we
bung

$$\begin{cases} T_2 = (10,0 \pm 0,5)_{ms} \\ f_2 = (100 \pm 5)_{Hz} \end{cases}$$

PWM

1.

$$T = (1,024 \pm 0,005)_{ms}$$

$$f = (0,9777 \pm 0,005)_{Hz}$$

$$U_{mid} = (330 \pm 10)_{mV}$$

$$U_{eff} = (1,76 \pm 0,04)_{V}$$

$$U_{pp} = (3,45 \pm 0,10)_{V}$$

$$PW = (230 \pm 5)_{\mu s}$$

Mit FFT

$$f_I = (1390 \pm 10)_{Hz}$$

$$f_{II} = (1590 \pm 10)_{Hz}$$

~~f-f~~

2.

$$T = (1,025 \pm 0,005)_{ms}$$

$$f = (0,976 \pm 0,005)_{Hz}$$

$$U_{mid} = (2,43 \pm 0,10)_{V}$$

$$U_{eff} = (2,84 \pm 0,05)_{V}$$

$$U_{pp} = (3,45 \pm 0,10)_{V}$$

$$PW = (810 \pm 10)_{\mu s}$$

Reflections:

offen

$$t = (250 \pm 10)_{ns}$$

closed:

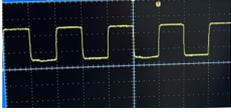
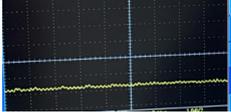
$$t = (250 \pm 10)_{ns}$$

Poti:

$$R = (62,2 \pm 5,0)_{\Omega}$$

3. Auswertung

3.1 Signaltabelle

Signal	Bild	Periode	Frequenz	U_{pp}	U_{max}	U_{min}	DC-Anteil
1		$(5,00 \pm 0,05)ms$	$(200 \pm 2)Hz$	$(1000 \pm 100)mV$	$(1160 \pm 90)mV$	$(160 \pm 90)mV$	$(660 \pm 10)mV$
2		$(1,5 \pm 0,1)ms$	$(667 \pm 44)Hz$	$(100 \pm 5)mV$	$(-1580 \pm 50)mV$	$(-1780 \pm 50)mV$	$(-1680 \pm 50)mV$
3		$(2,5 \pm 0,5)ms$	$(400 \pm 80)Hz$	$(880 \pm 50)mV$	$(2240 \pm 70)mV$	$(1360 \pm 70)mV$	$(1800 \pm 50)mV$
4		$(1,0 \pm 0,5)ms$	$(1000 \pm 50)Hz$	$(960 \pm 40)mV$	$(930 \pm 56)mV$	$(-30 \pm 56)mV$	$(450 \pm 40)mV$

3.2 FFT Auswertung

Die gemessenen Frequenzen des Signals waren:

$$f_1 = (1500 \pm 111)Hz$$

$$f_2 = (100 \pm 5)Hz$$

Die mit FFT gemessenen Werte sind:

$$f_I = (1390 \pm 10)Hz$$

und

$$f_{II} = (1590 \pm 10)Hz$$

mittels der Formeln:

$$f_2 = \frac{1}{2}(f_{II} - f_I) \tag{3.1}$$

und

$$f_1 = \frac{1}{2}(f_{II} + f_I) \tag{3.2}$$

ergibt sich:

$$f_{1_{fft}} = (100 \pm 7)Hz$$

und

$$f_{2_{fft}} = (1490 \pm 7)Hz$$

Vergleichen wir diese Werte mit den gemessenen Frequenzen ergeben sich nur minimale Abweichungen von 0σ und $0,09\sigma$

3.3 PWM - Werte

Mithilfe der Formeln 1.1 und 1.2 errechnen wir die Effektivwerte und die Mittelwerte:

	Einstellung 1	Einstellung 2	$\sigma_{1-gemessn}$	$\sigma_{2-gemessn}$
U_{mid}	$(775 \pm 28)mV$	$(2736 \pm 87)mV$	5,21	3,5
U_{eff}	$(1635 \pm 51)mV$	$(3067 \pm 91)mV$	1,9	2,2

Fehlerformel für U_{mid} :

$$\Delta U_{mid}^2 = \left(\frac{t}{T} \Delta U_0\right)^2 + \left(\frac{U_0}{T} \Delta t\right)^2 + \left(\frac{-U_0 t}{T^2} \Delta T\right)^2 \quad (3.3)$$

und die Fehlerformel für U_{eff} :

$$\Delta U_{eff}^2 = \left(\sqrt{\frac{t}{T}} \Delta U_0\right)^2 + \left(\frac{U_0 \sqrt{\frac{t}{T}}}{2t} \Delta t\right)^2 + \left(\frac{-U_0 \sqrt{\frac{t}{T}}}{2T} \Delta T\right)^2 \quad (3.4)$$

3.4 Länge des Kabels

Die Länge des Kabels lässt sich wie folgt berechnen:

$$s = 0,66vt * \frac{1}{2} \quad (3.5)$$

Wobei s die Länge des Kabels ist, $0,66v$ die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals im Kabel und $t \frac{1}{2}$, die Zeit, die das Signal für den einfachen Weg gebraucht hat.

Es folgt die Formel für den Fehler:

$$\Delta s = \sqrt{(0.33v \Delta t)^2} \quad (3.6)$$

Daraus ergibt sich:

$$s = (25 \pm 1)m$$

3.5 Vergleich der Widerstände

Bei einem Vergleich der Widerstände von Kabel und gemessener optimaler Endwiderstand erkennen wir leider eine fast signifikante Abweichung von 2σ , da wir allerdings im Kreislauf noch andere Widerstände und Kopplungen haben (zum Beispiel im T-Stück), ergibt dieser Wert doch Sinn und entspricht den Erwartungen.

4. Zusammenfassung und Diskussion

In diesem Versuch konnten wir das Osziiloskop genauer kennenlernen und haben damit einige Signale vermessen.

Die vermessenen Signal waren teils periodisch und waren mit einem DC-Anteil verschoben. Diese und weitere Kennwerte wurden mittels des Orsziloskops bestimmt und aufgeschrieben.

Das Oszi besitzt zusätzlich eine FFT-Funktion, also einen algorythmus, der numerisch ein ein-kommendes Signal in den Phasenraum projiziert, sodass man die jeweilig eigentlich überlagerten Frequenzen ablesen kann.

Weiternoch konnten wir das Signal eines LED Dimmers vermessen. Das hier Grundlegende Prinzip ist jenes der Pulsweitenmodulation. Dieses, kurz PWM, Signal konnte mit dem Oszi angeschaut und analysiert werden, dabei haben wir die einzelnen Effektivspannungen abgelesen und errechnet und konnten verifizieren, dass die LED bei einer höheren Effektivspannung heller leuchtet.

Fohrtfahrend haben wir die charakteristischen Eigenschaften eines Koaxialkabel untersucht, spezifischer dessen Länge und Wellenwiderstand. Dabei konnten wir die Länge des Schwanzes (wieder ein Test ob du, Florian, das hier ließt ;)) mittels der Dauer eines Signals und dessen Reflexion bestimmen.

Einige Messung dieses Versuchs waren abseits dem erwarteten Wert. Gerade bei den Mittelwert und Effektiv-Spannungen gab es hohe Abweichungen, die sich u.a. dadurch erklären lassen, dass ein ATMega-Chip für die Generation der Signale benutzt wurde und dieser die Signale nicht immer sauber ausgiebt.

Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1] CAPTAIN JONI: *pap1-tex-vorlage*. <https://github.com/captain-joni/pap1-tex-vorlage>. – [Online; Stand 28.08.2024]
- [2] DR. J. WAGNER: *Physikalisches Praktikum 1 für Studierende der Physik B.Sc.* <https://www.physi.uni-heidelberg.de/Einrichtungen/AP/info/Corona/PAP1.pdf>. – [Online; Stand 01/2014]