

# Elektronika Cyfrowa

## Sprawozdanie z Laboratorium 1

Tomasz Dziób

06.03.2024

### Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>2</b>
1.1	Użyty Sprzęt . . . . .	2
1.1.1	Oscyloskop . . . . .	2
1.1.2	Generator funkcyjny . . . . .	2
1.2	Teoria . . . . .	3
1.2.1	Rodzaje sygnałów analogowych . . . . .	3
1.2.2	Sygnały sinusoidalne . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>4</b>
2.1	Ćwiczenie 1.1 . . . . .	4
2.1.1	Fala sinusoidalna . . . . .	6
2.1.2	Fala trójkątna . . . . .	7
2.1.3	Fala prostokątna . . . . .	7
2.2	Ćwiczenie 1.2 . . . . .	8
2.2.1	Linia . . . . .	9
2.2.2	Koło . . . . .	9
2.2.3	Elipsa . . . . .	10
2.2.4	Precelek . . . . .	10
2.2.5	Abstrakcyjny Kształt . . . . .	11
2.3	Ćwiczenie 1.3 . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Omówienie wyników</b>	<b>12</b>
3.1	Ćwiczenie 1.1 . . . . .	12
3.2	Ćwiczenie 1.2 . . . . .	12
3.3	Ćwiczenie 1.3 . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Notatki z zeszytu laboratoryjnego</b>	<b>13</b>

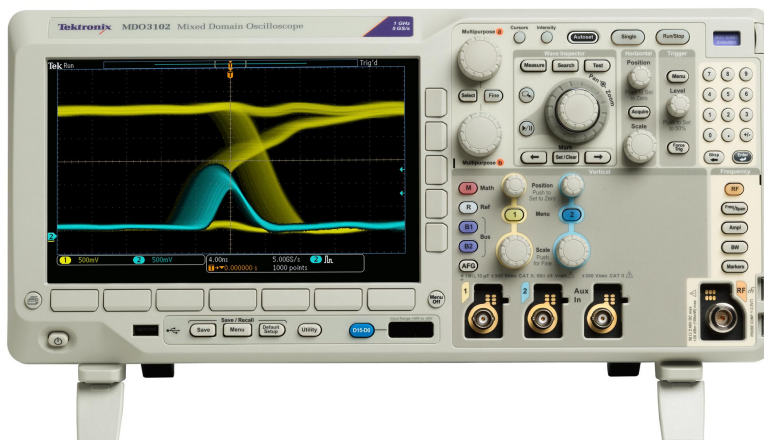
# 1 Wstęp

Poniższe sprawozdanie dotyczy pierwszych zajęć których głównym celem było zapoznanie się z obsługą oscyloskopu oraz generatora funkcyjnego. Zadania skupiają się głównie na przećwiczeniu podstawowych funkcji urządzenia, niezbędnych do zaliczenia następnych laboratoriów.

## 1.1 Użyty Sprzęt

### 1.1.1 Oscyloskop

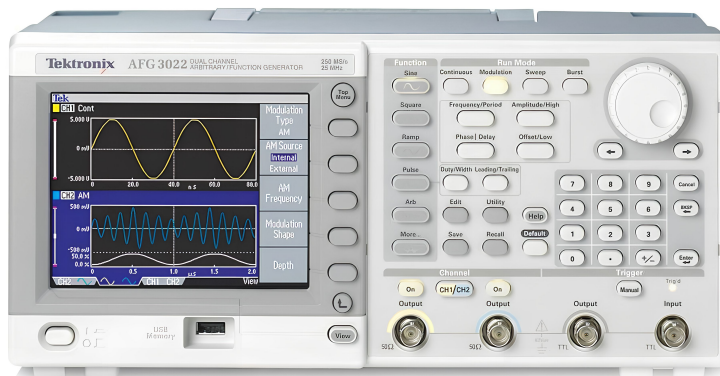
Jest to przyrząd elektroniczny służący do obserwowania, obrazowania napięcia w zależności od czasu i badania zależności pomiędzy dwiema wielkościami elektrycznymi, bądź innymi wielkościami fizycznymi reprezentowanymi w postaci elektrycznej.<sup>[1]</sup>



Rysunek 1: *TEKTRONIX MDO3012* – dokładny model oscyloskopu używanego na zajęciach

### 1.1.2 Generator funkcyjny

To urządzenie służące do generowania różnych rodzajów krzywych elektrycznych w szerokim zakresie częstotliwości. Krzywe te mogą być cykliczne albo jednorazowe, inną funkcją jest też możliwość dodania przesunięcia stałego.



Rysunek 2: *TEKTRONIX AFG3022B* – dokładny model generatora funkcyjnego używanego na zajęciach

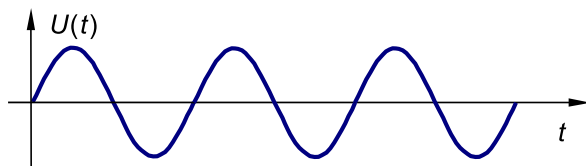
[1]<https://pl.wikipedia.org/wiki/Oscyloskop>

## 1.2 Teoria

### 1.2.1 Rodzaje sygnałów analogowych

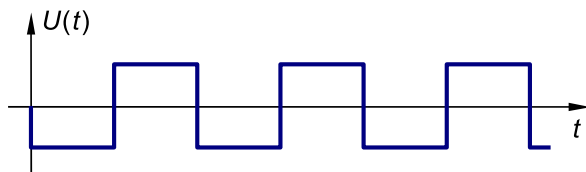
Sygnały analogowe to sygnały, które mogą przyjmować dowolną wartość z ciągłego przedziału. Są one ciągłe zarówno w czasie, jak i w amplitudzie. Wyróżniamy kilka rodzajów sygnałów, te z których korzystaliśmy na zajęciach to:

- Sygnał harmoniczny (sinusoidalny)



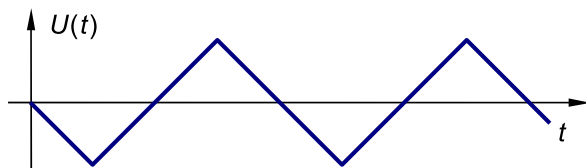
Rysunek 3: Zmiana sygnału sinusoidalnego w czasie,  
Źródło:<sup>[1]</sup>

- Sygnał prostokątny



Rysunek 4: Zmiana sygnału sinusoidalnego w czasie,  
Źródło:<sup>[2]</sup>

- Sygnał trójkątny



Rysunek 5: Zmiana sygnału sinusoidalnego w czasie,  
Źródło:<sup>[3]</sup>

### 1.2.2 Sygnały sinusoidalne

Sygnały sinusoidalne są jednym z podstawowych typów sygnałów w analizie sygnałów i systemach. Możemy je zapisać w postaci:

$$u(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

lub

$$u(t) = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

---

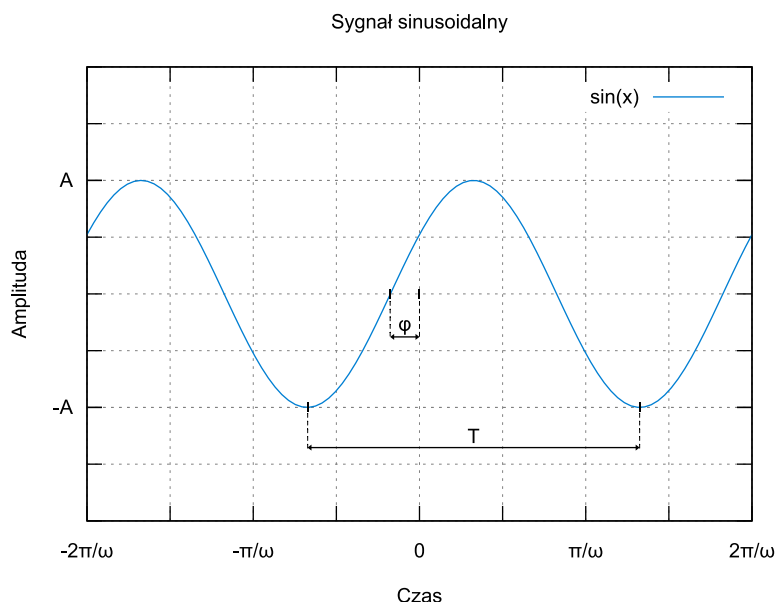
[1][2][3] [http://zefir24.if.uj.edu.pl/pracownia\\_el/jb\\_w1.pdf](http://zefir24.if.uj.edu.pl/pracownia_el/jb_w1.pdf)

Podstawowymi parametrami fali sinusoidalnej są:

- $A$  (Amplituda) — Jest to maksymalna wartość, którą sygnał może osiągnąć. W przypadku sygnału sinusoidalnego, jest to odległość od środka do szczytu (lub dołka) fali.
- $f$  (Częstotliwość) — określa, ona ile pełnych cykli fali występuje w jednostce czasu. Jej jednostką są herce(Hz).

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad (3)$$

- $\varphi$  (Faza) — opisuje przesunięcie punktu startowego fali sygnału w czasie lub przestrzeni.
- $T$  (Okres) — to czas potrzebny na ukończenie jednego pełnego cyklu fali. Jest odwrotnością częstotliwości.



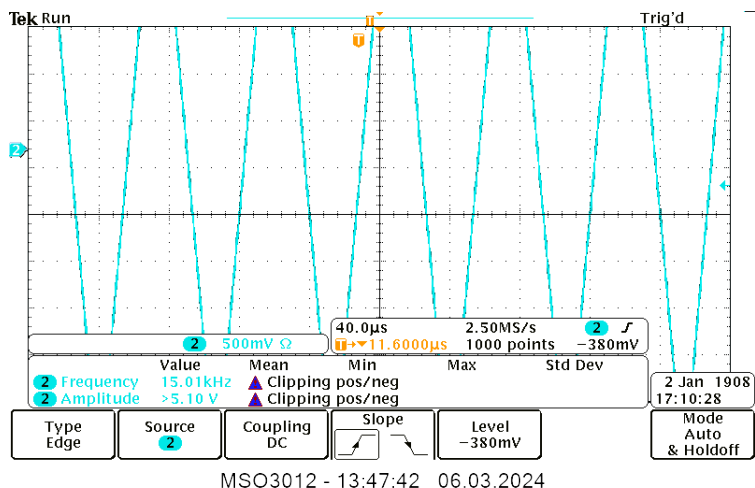
Rysunek 6: Wizualizacja parametrów na wykresie funkcji sinus,  
Źródło: opracowanie własne

## 2 Ćwiczenia

### 2.1 Ćwiczenie 1.1

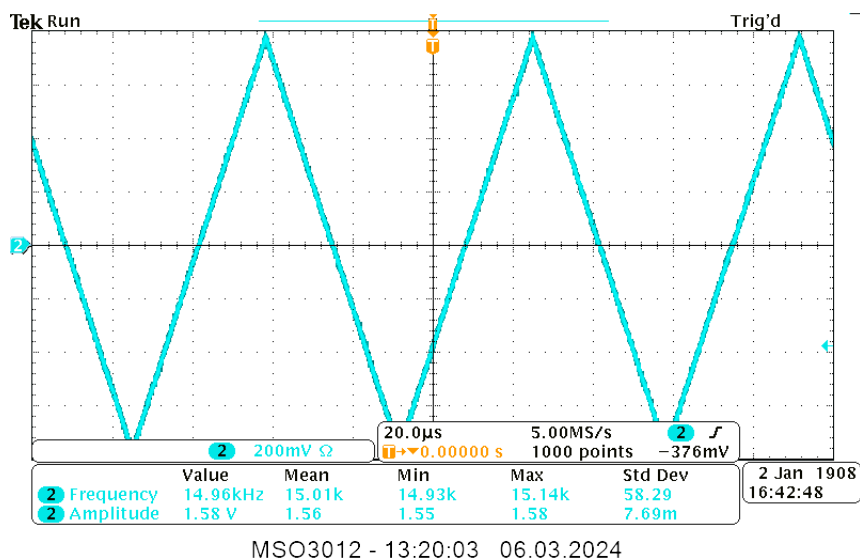
Pierwsze zadanie praktyczne polegało na zapoznaniu się z obsługą dwóch sygnałów naraz na oscylatorze. Proste zmiany amplitudy na  $500mV$  oraz  $100mV$ . Zadanie zawierało również podstawy ustawiania pozycji poszczególnych fal.

W drugiej części zadaniem było podać sygnał wytwarzany przez generator na wejście oscylatora. Dokładnie wyspecyfikowane w poleceniu parametry pozwalały na obeznianie się z podstawowymi funkcjami generatora. Finałnym krokiem było poprawne wyświetlenie uzyskanej fali na oscylatorze. Dzięki wbudowanej w oscylator funkcji ostrzegającej o utracie danych (niepoprawnym wyświetleniu sygnału), jesteśmy w stanie ocenić czy napewno wszystko jest poprawnie ustawione. W przeciwnym razie zostajemy o tym powiadomieni:



Rysunek 7: Przykład niepoprawnego wyświetlenia fali,  
Źródło: opracowanie własne

Na ekranie pojawia się informacja o utracie danych "Clipping pos/neg" w przypadku gdy nie widzimy części pozytywnych oraz negatywnych sygnału. Odpowiednio tylko "Clipping positive" lub "Clipping negative" w pozostałych sytuacjach.

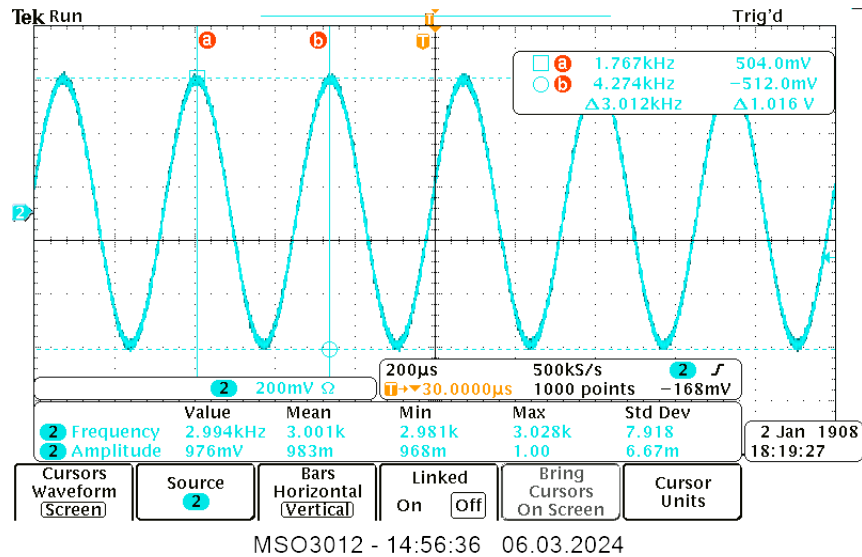


Rysunek 8: Poprawnie wykonany sygnał trójkątny  $A = 1,55V$   $f = 15kHz$ ,  
Źródło: opracowanie własne

Trzecią częścią tego zadania było wykonanie porównania metodami "Na oko" z specjalną funkcją wbudowaną w oscylator zwaną *kursorami*. Jest to nic innego jak miarki które możemy dowolnie ustawiać w przestrzeni w celu dokonania pomiarów.

### 2.1.1 Fala sinusoidalna

Sygnał na generatorze posiadał Amplitudę =  $1V$  oraz Częstotliwość =  $3kHz$ .



Rysunek 9: Fala o powyższych parametrach z wyświetlonymi kursorami,  
Źródło: opracowanie własne

Uzyskane pomiary prezentują się następująco:

	"Na oko"	Kursory
Amplituda	1V	1,016V
Częstotliwość	3,125kHz	3,012kHz

Wyniki "Na oko" uzyskano wykonując poniższe obliczenia. Aby uzyskać **Amplitudę** jako jednostkę jednej kratki przyjmujemy ustaloną wcześniej skalę (w tym przypadku  $200mV$ ) oraz mnożymy przez jej rozmiar w kratkach:

$$\text{ilość kratek} \cdot \text{skala Y} = \text{Amplituda}(V)$$

$$5 \cdot 200mV = 1000mV = 1V \quad (4)$$

Podobnie sprawa ma się z obliczaniem **częstotliwości**. Najpierw mnożąc ilość kratek przez przyjętą skalę, uzyskamy okres.

$$\text{ilość kratek} \cdot \text{skala X} = \text{Okres}(\mu s)$$

$$1\frac{3}{5} \cdot 200\mu s = 320\mu s \quad (5)$$

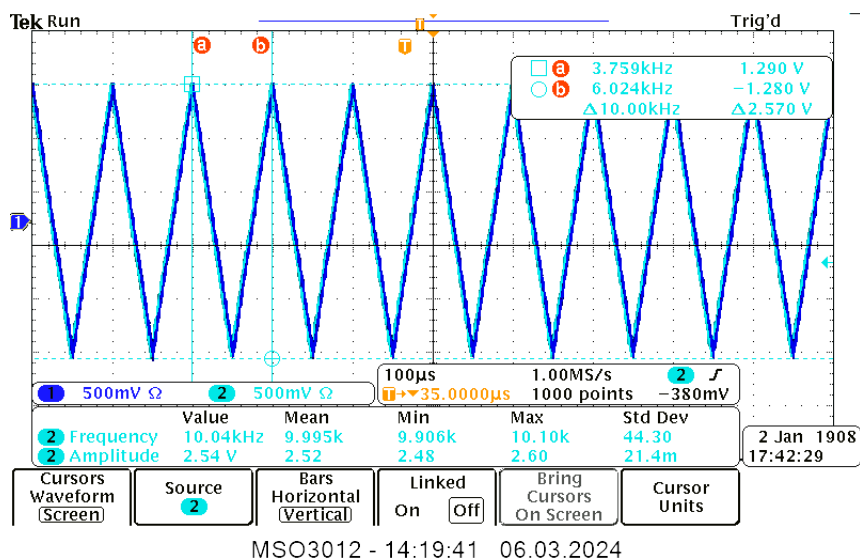
Ostatnim krokiem jest odwrócenie okresu w celu uzyskania częstotliwości. (Należy pamiętać o zmianie jednostek jeśli chcemy uzyskać wynik w hercach).

$$\frac{1}{320\mu s} = \frac{1}{320s} \cdot 10^6 = 3125Hz = 3,125kHz \quad (6)$$

Analogiczne obliczenia zostały wykonane dla dwóch pozostałych typów fal.

### 2.1.2 Fala trójkątna

Sygnal na generatorze posiadał Amplitudę = 2,5V, Częstotliwość = 10kHz oraz Fazę = 10°. Na grafice poniżej zawarta jest również identyczna fala bez fazy, w celu wizualizacji przesunięcia.



Rysunek 10: Fala o powyższych parametrach z wyświetlonymi kursorami,  
Źródło: opracowanie własne

Uzyskane pomiary:

	"Na oko"	Kursory
Amplituda	2,5V	2,570V
Częstotliwość	10kHz	10kHz

Obliczenia:

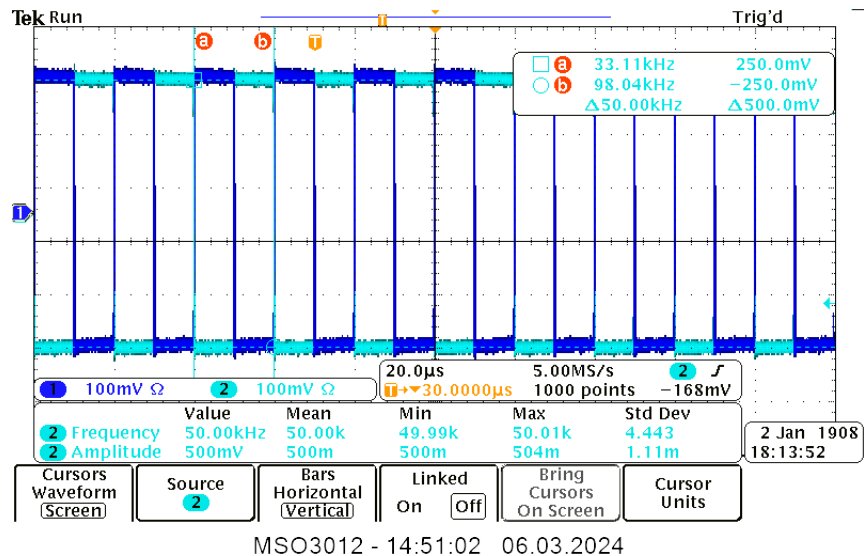
$$5 \cdot 500mV = 2500mV = 2.5V \quad (7)$$

$$1 \cdot 100\mu s = 100\mu s \quad (8)$$

$$\frac{1}{100\mu s} = \frac{1}{100s} \cdot 10^6 = 10000Hz = 10kHz \quad (9)$$

### 2.1.3 Fala prostokątna

Sygnal na generatorze posiadał Amplitudę = 0,5V, Częstotliwość = 50kHz oraz Fazę = 180°. Na grafice poniżej zawarta jest również identyczna fala bez fazy, w celu wizualizacji przesunięcia.



Rysunek 11: Fala o powyższych parametrach z wyświetlonymi kursorami,  
Źródło: opracowanie własne

Uzyskane pomiary:

	"Na oko"	Kursory
Amplituda	0,5V	0,5V
Częstotliwość	50kHz	50kHz

Obliczenia:

$$5 \cdot 100mV = 500mV = 0.5V \quad (10)$$

$$1 \cdot 20\mu s = 20\mu s \quad (11)$$

$$\frac{1}{20\mu s} = \frac{1}{20s} \cdot 10^6 = 50000Hz = 50kHz \quad (12)$$

## 2.2 Ćwiczenie 1.2

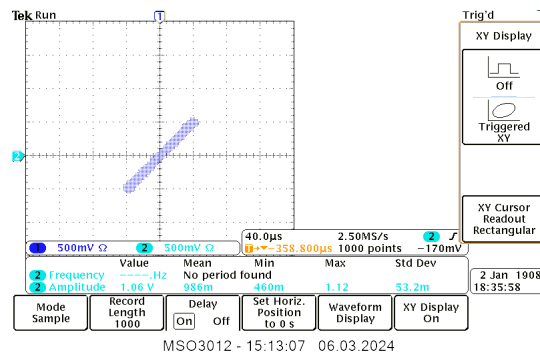
Polecenie dotyczyło zaobserwowania złożenia dwóch drgań harmoniczných w specjalnym trybie zwanym "X-Y". Drgania te są to tzw. *Krzywe Lissajous*, ich wygląd zależy od amplitudy, częstotliwości i fazy obu sygnałów.

Cel dydaktyczny tego zadania to tylko i wyłącznie zapoznanie się z używanym sprzętem oraz nauka organizacji pracy w pracowni.

Zostajemy poproszeni o zaprezentowanie 5 uzyskanych kształtów wraz z parametrami:



### 2.2.1 Linia



Rysunek 12: Kształt linii uzyskany w trybie wyświetlenia "X-Y",  
Źródło: opracowanie własne

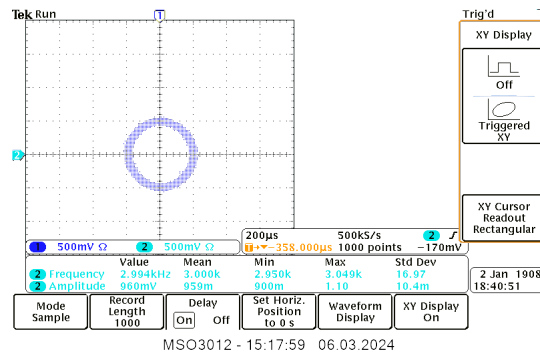
Wynik uzyskany został za pomocą poniższych parametrów:

Oś X:  $A = 1V$ ,  $f = 3kHz$ ,  $\varphi = 0^\circ$ , skala =  $500mV$

Oś Y:  $A = 1V$ ,  $f = 3kHz$ ,  $\varphi = 0^\circ$ , skala =  $500mV$

Skala:  $40\mu s$

### 2.2.2 Koło



Rysunek 13: Kształt koła uzyskany w trybie wyświetlenia "X-Y",  
Źródło: opracowanie własne

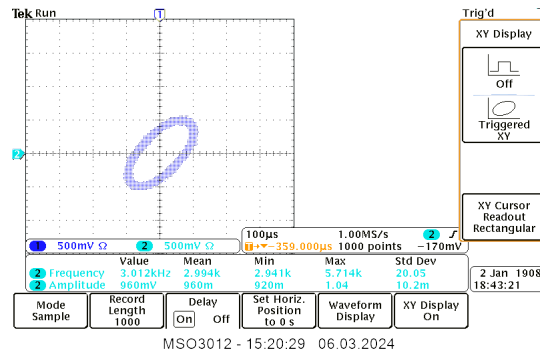
Wynik uzyskany został za pomocą poniższych parametrów:

Oś X:  $A = 1V$ ,  $f = 3kHz$ ,  $\varphi = 90^\circ$ , skala =  $500mV$

Oś Y:  $A = 1V$ ,  $f = 3kHz$ ,  $\varphi = 0^\circ$ , skala =  $500mV$

Skala:  $200\mu s$

### 2.2.3 Elipsa



Rysunek 14: Kształt elipsy uzyskany w trybie wyświetlenia "X-Y",  
Źródło: opracowanie własne

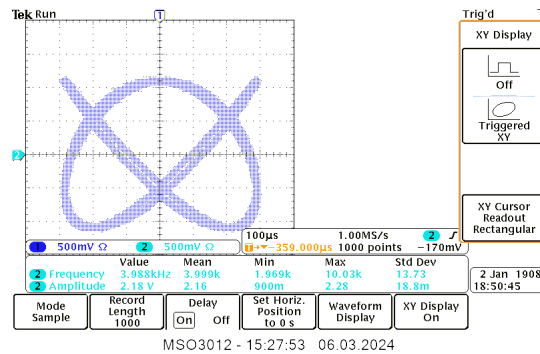
Wynik uzyskany został za pomocą poniższych parametrów:

Oś X:  $A = 1V$ ,  $f = 3kHz$ ,  $\varphi = 50^\circ$ ,  $skala = 500mV$

Oś Y:  $A = 1V$ ,  $f = 3kHz$ ,  $\varphi = 0^\circ$ ,  $skala = 500mV$

Skala:  $100\mu s$

### 2.2.4 Precelek



Rysunek 15: Kształt precelka uzyskany w trybie wyświetlenia "X-Y",  
Źródło: opracowanie własne

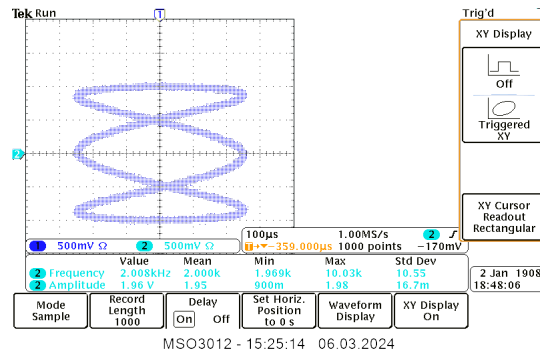
Wynik uzyskany został za pomocą poniższych parametrów:

Oś X:  $A = 2,2V$ ,  $f = 4kHz$ ,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $skala = 500mV$

Oś Y:  $A = 2,9V$ ,  $f = 3kHz$ ,  $\varphi = 100^\circ$ ,  $skala = 500mV$

Skala:  $100\mu s$

## 2.2.5 Abstrakcyjny Kształt



Rysunek 16: Abstrakcyjny kształt uzyskany w trybie wyświetlenia "X-Y",  
Źródło: opracowanie własne

Wynik uzyskany został za pomocą poniższych parametrów:

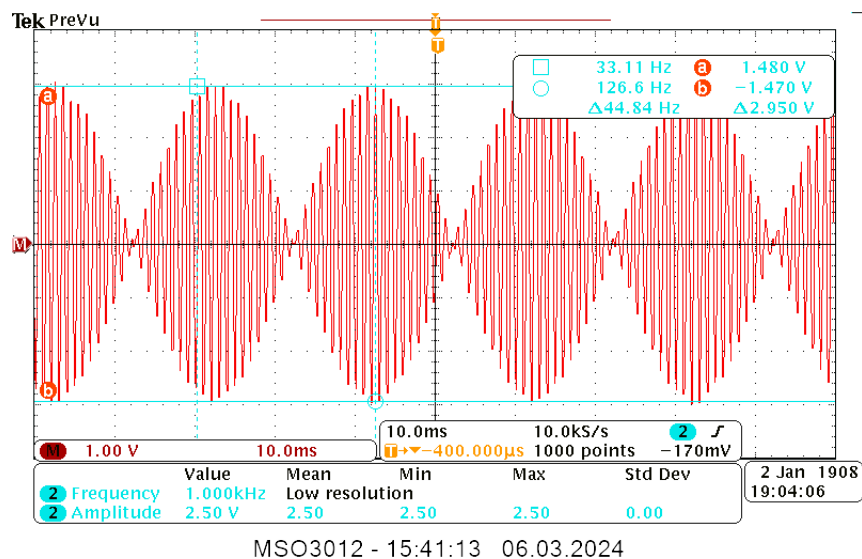
Oś X:  $A = 2V, f = 2kHz, \varphi = 50^\circ, skala = 500mV$

Oś Y:  $A = 2,5V, f = 6kHz, \varphi = 210^\circ, skala = 500mV$

Skala:  $100\mu s$

## 2.3 Ćwiczenie 1.3

Celem ćwiczenia było zaobserwowanie zjawiska dudnień przy użyciu wykorzystując do tego operację *math* z opcją sumy. Zjawisko to zachodzi podczas współbrzmienia dwóch sygnałów o podobnej częstotliwości (w tym przypadku 1,00kHz oraz 1,05kHz)



Rysunek 17: Zaobserwowane zjawisko dudnienia,  
Źródło: opracowanie własne

Wynik uzyskany został za pomocą kursorów jest następujący:

$$\Delta A = 2,950V$$

$$\Delta f = 44,84Hz$$

## 3 Omówienie wyników

### 3.1 Ćwiczenie 1.1

W naszym eksperymencie, porównując wyniki uzyskane obiema metodami, możemy zauważyć, że wartości amplitudy i częstotliwości mierzone za pomocą kursorów oscyloskopu pokrywają się z wartościami rzeczywistymi wyliczonymi ręcznie. Są one obarczone błędem który wynika zapewne z czynnika ludzkiego jakim jest nie dokręcenie pokrętki w idealne miejsce lub lekkiej niestabilności sygnału analogowego.

### 3.2 Ćwiczenie 1.2

Podczas wykonywania ćwiczenia uzyskano kilka charakterystycznych kształtów, takich jak linia, koło czy elipsa. Każdy z tych kształtów reprezentuje określone relacje między amplitudami, częstotliwościami i fazami sygnałów wejściowych. Na przykład, koło jest wynikiem równych częstotliwości i faz różniących się o 90 stopni, co prowadzi do regularnego, okrągłego kształtu. Natomiast elipsa może być rezultatem nie będących do siebie prostopadłych i różnych od siebie faz, co powoduje rozciągnięcie lub zniekształcenie kształtu.

### 3.3 Ćwiczenie 1.3

Zjawisko dudnienia udało się pomyślnie zaobserwować. Jest ono efektem współbrzmienia dwóch sygnałów o zbliżonych częstotliwościach. W przypadku naszego eksperymentu, mieliśmy do czynienia z dwoma sygnałami o częstotliwościach  $1,00kHz$  i  $1,05kHz$ .

Dla zjawisk dudnienia, różnica między częstotliwościami fal (w naszym przypadku  $1,05kHz - 1,00kHz = 50Hz$ ) pokrywa się mniej więcej z wynikiem uzyskanym używając kursorów ( $44,84Hz$ ). Różnica ta wynika niedokładności mojego pomiaru.

Im większa różnica częstotliwości między falami, tym wyższa jest częstotliwość dudnień.

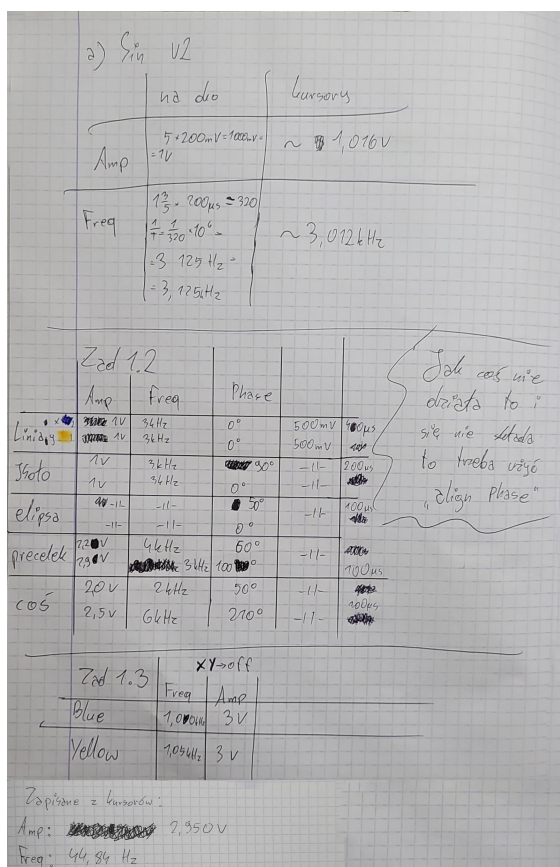
## 4 Podsumowanie

Zapoznanie się z obsługą oscyloskopu oraz generatora funkcyjnego, było kluczowe dla przyszłej pracy w laboratorium na kolejnych zajęciach.

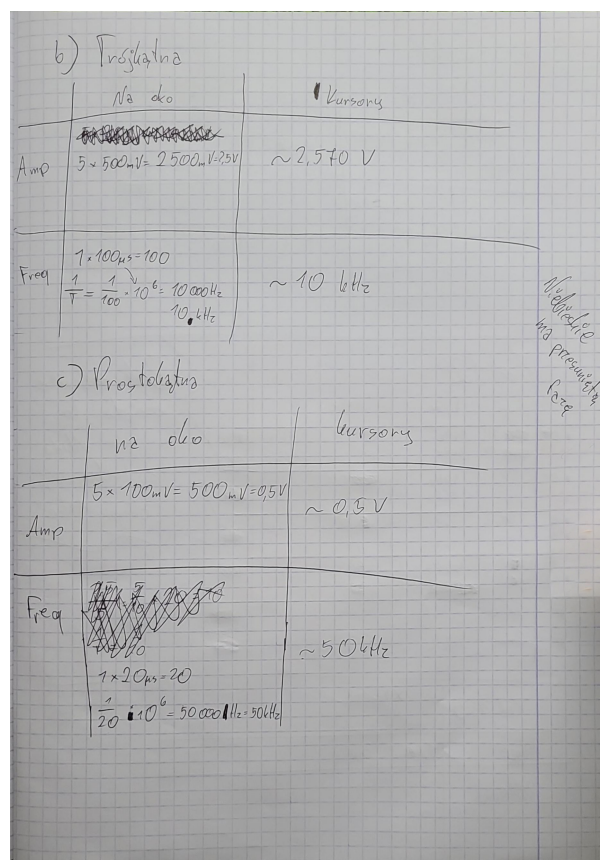
Korzystając z oscyloskopu, można było obserwować i analizować zmiany napięcia w zależności od czasu oraz badać zależności między różnymi wielkościami elektrycznymi. Natomiast dzięki generatorowi funkcyjnemu była możliwość generowania różnorodnych krzywych elektrycznych w szerokim zakresie częstotliwości oraz eksperymentowania z ich parametrami, takimi jak amplituda, częstotliwość i faza.

Celem tych laboratoriów było nie tylko zrozumienie teoretycznych podstaw, ale również praktyczne zastosowanie wiedzy. Wykonywanie różnorodnych pomiarów, oraz możliwość eksperymentowania z różnymi parametrami sygnałów, pozwoliła na lepsze zrozumienie ich właściwości i zachowań.

## 5 Notatki z zeszytu laboratoryjnego



Rysunek 18: Notatki z zeszytu,  
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 19: Notatki z zeszytu,  
Źródło: opracowanie własne