

# **Zadanie nr 1 - Generacja sygnału i szumu**

## **Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów**

Justyna Hubert, 210200      Karol Podlewski, 210294

29.03.2019

# 1 Cel zadania

Celem zadania jest zapoznanie się z wybranymi własnościami podstawowych rodzajów sygnałów oraz napisanie aplikacji, przy pomocy której będą generowane i wyświetlane (wykres oraz histogram) sygnały i szumy o określonych parametrach:

- szum o rozkładzie jednostajnym;
- szum gaussowski;
- sygnał sinusoidalny;
- sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopółwkowo;
- sygnał sinusoidalny wyprostowany dwupółwkowo;
- sygnał prostokątny;
- sygnał prostokątny symetryczny;
- sygnał trójkątny;
- skok jednostkowy;
- impuls jednostkowy;
- szum impulsowy;

oraz wykonanie na nich podstawowych działań:

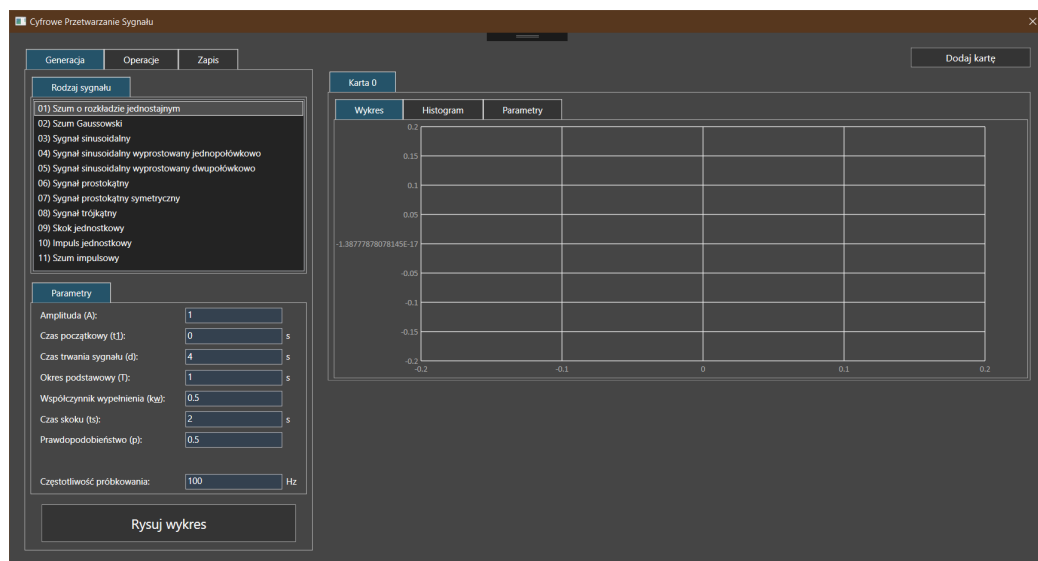
- dodawanie;
- odejmowanie;
- mnożenie;
- dzielenie;

Aplikacja ma umożliwiać zapis do pliku binarnego i odczyt z tego pliku.

## 2 Wstęp teoretyczny

Program został stworzony w języku C# zgodnie z opisem zamieszczonym na platformie WIKAMP [1]. Graficzny interfejs użytkownika został stworzony przy wykorzystaniu Windows Presentation Foundation [2]. Logika aplikacji została odseparowana od GUI, w zgodzie ze wzorcem projektowym Model-view-viewmodel (MVVM), poprzez implementację trzech projektów (Logic, ViewModel i View). Biblioteka LiveCharts [3] wykorzystana jest do generowania wykresów.

Po uruchomieniu aplikacji, użytkownikowi ukazują następujący interfejs graficzny:



Rysunek 1: Interfejs użytkownika

Lewa strona aplikacji przeznaczona jest do ustawiania generowania wybranych sygnałów przy określaniu ich paramterów, wykonania operacji na dwóch dowolnie wybranych sygnałach oraz zapisania bądź wczytania wygenerowanego wcześniej sygnału.

Pierwsza zakładka z lewej strony służy do generacji sygnału/szumu:

The image shows a software interface for signal generation. It has three tabs at the top: 'Generacja', 'Operacje', and 'Zapis'. The 'Generacja' tab is selected. Below the tabs, there is a section titled 'Rodzaj sygnału' containing a list of 11 signal types: 01) Szum o rozkładzie jednostajnym, 02) Szum Gaussowski, 03) Sygnał sinusoidalny, 04) Sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopółwkowo, 05) Sygnał sinusoidalny wyprostowany dwupółwkowo, 06) Sygnał prostokątny, 07) Sygnał prostokątny symetryczny, 08) Sygnał trójkątny, 09) Skok jednostkowy, 10) Impuls jednostkowy, and 11) Szum impulsowy. Below this list is a 'Parametry' section with several input fields: 'Amplituda (A):' with value 1, 'Czas początkowy (t1):' with value 0 and unit 's', 'Czas trwania sygnału (d):' with value 4 and unit 's', 'Okres podstawowy (T):' with value 1 and unit 's', 'Współczynnik wypełnienia (kw):' with value 0.5, 'Czas skoku (ts):' with value 2 and unit 's', 'Prawdopodobieństwo (p):' with value 0.5, and 'Częstotliwość próbkowania:' with value 100 and unit 'Hz'. At the bottom of the 'Parametry' section is a button labeled 'Rysuj wykres'.

Rysunek 2: Generacja sygnału

Sygnał wygeneruje się na obecnie otworzonej karcie. Zaprezentowanie na zrzucie ekranu wartości parametrów są wartościami domyślnymi.

Kolejna zakładka umożliwia wykonanie operacji na sygnale. Wraz z wybraną operacją, wybieramy sygnały które mają zostać przetworzone:

Generacja   Operacje   Zapis

Operacja

- 1) Dodawanie
- 2) Odejmowanie
- 3) Mnożenie
- 4) Dzielenie

Pierwszy sygnał   Drugi sygnał

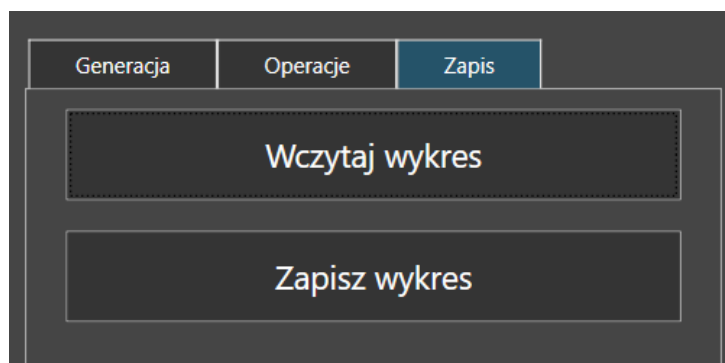
Karta 0   Karta 0

Rysuj wykres

Rysunek 3: Operacje na sygnałach

Sygnał wygeneruje się na obecnie otworzonej karcie.

Ostatnia zakładka umożliwia zapisanie obecnie otworzonego wykresu bądź wczytanie na obecnie otworzonej karcie:



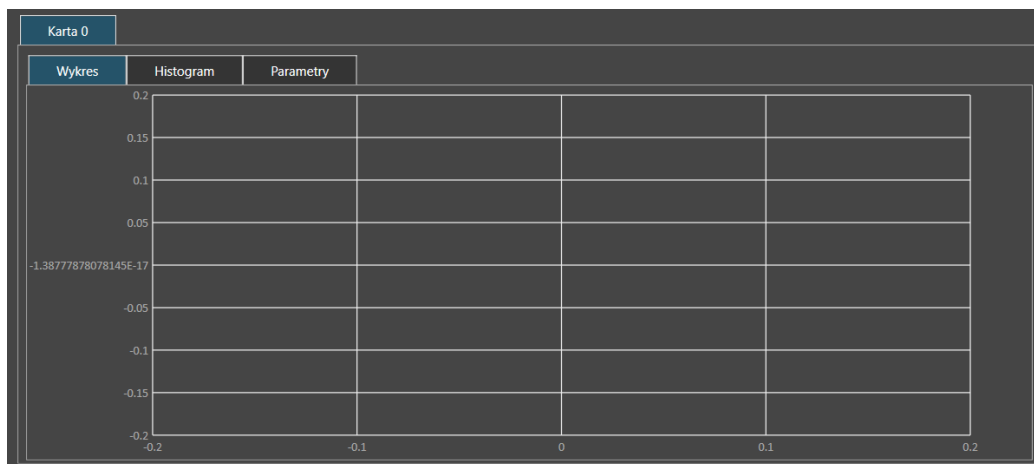
Rysunek 4: Zapis oraz wczytanie sygnału

Sekcja z lewej strony składa się z kart, na których możemy generować nasze wykresy:



Rysunek 5: Widok kart

Każda karta zawiera trzy zakładki, pozwalające zobaczyć wykres, histogram oraz wyliczone parametry sygnału:



Rysunek 6: Wykres



Rysunek 7: Histogram

Po lewej stronie od histogramu znajduje się suwak, dzięki któremu możemy ustawić liczbę przedziałów w zakresie 1-20.

Rysunek 8: Parametry sygnału

## 3 Eksperymenty i wyniki

### 3.1 Generowanie sygnału sinusoidalnego

Celem eksperymentu było wygenerowanie sygnału sinusoidalnego. Funkcja opisująca sygnał sinusoidalny ma postać:

$$x(t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}(t - t_1)\right)$$

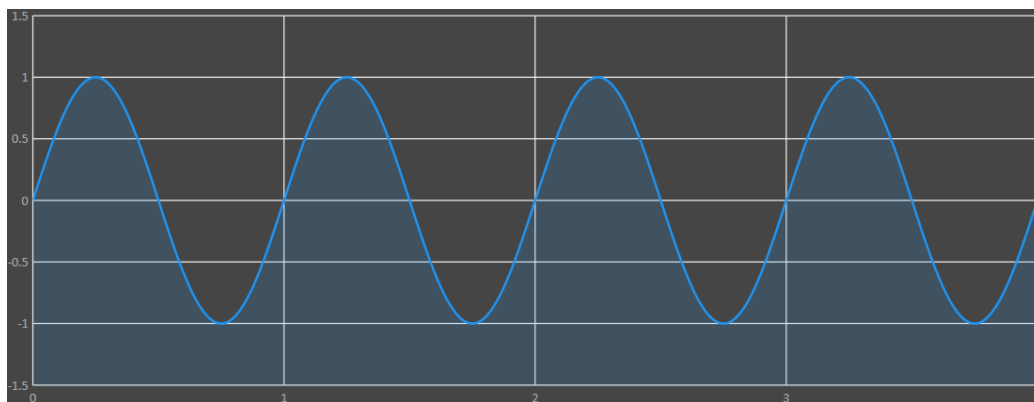
#### 3.1.1 Założenia

Wartości parametrów służące do wygenerowania sygnału:

- Amplituda = 1
- Czas początkowy = 0s
- Czas trwania sygnału = 4s
- Okres podstawowy = 1s
- Częstotliwość próbkowania = 500Hz

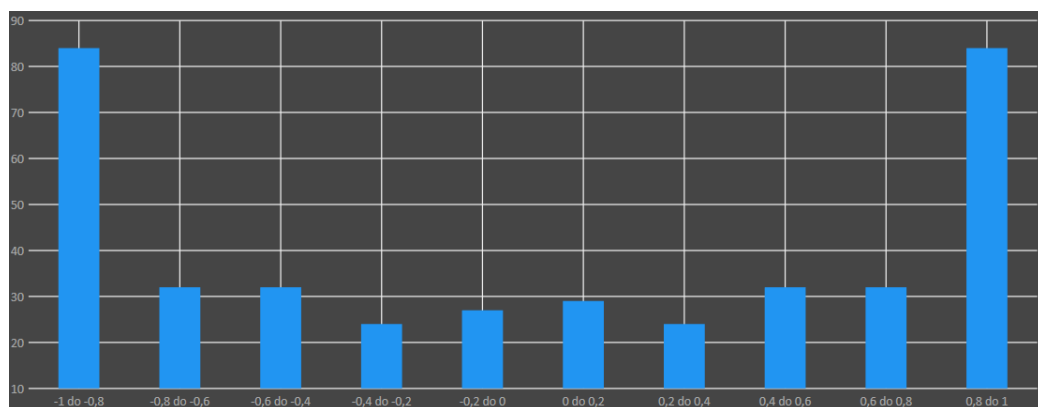
#### 3.1.2 Rezultat

Wygenerowany został następujący sygnał:



Rysunek 9: Wykres sygnału sinusoidalnego





Rysunek 10: Histogram sygnału sinusoidalnego

Wartość średnia sygnału:	2.80331313717852E-17
Wartość średnia bezwzględna sygnału:	0.636410319075481
Wartość skuteczna sygnału:	0.707106781186547
Wariancja sygnału:	0.5
Moc średnia sygnału:	0.5

Rysunek 11: Wyliczone parametry dla sygnału sinusoidalnego

## 3.2 Generowanie sygnału prostokątnego

Celem eksperymentu było wygenerowanie sygnału prostokątnego. Funkcja opisująca sygnał sinusoidalny ma postać:

$$x(t) = \begin{cases} A & \text{dla } t \in [kT + t_1, k_w T + kT + t_1) \\ 0 & \text{dla } t \in [k_w T - kT + t_1, T + kT + t_1) \end{cases} \text{ dla } k \in C$$

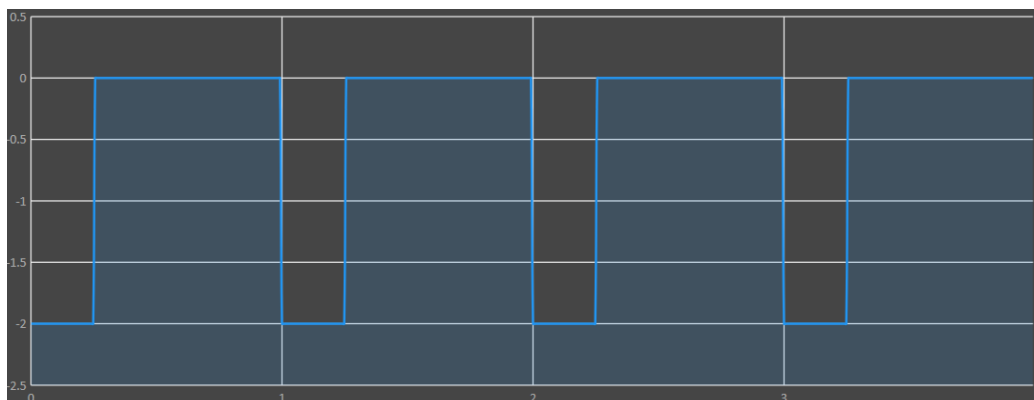
### 3.2.1 Założenia

Wartości parametrów służące do wygenerowania sygnału:

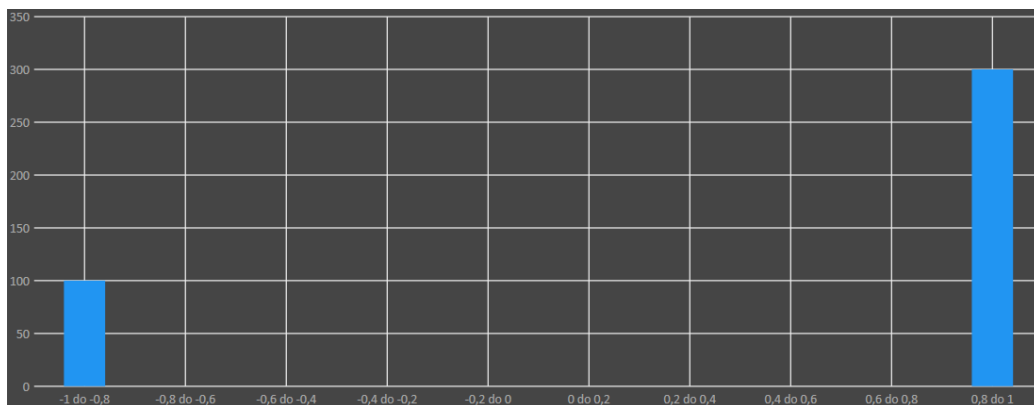
- Amplituda = -2
- Czas początkowy = 0s
- Czas trwania sygnału = 4s
- Okres podstawowy = 1s
- Współczynnik wypełnienia = 0.25
- Częstotliwość próbkowania = 500Hz

### 3.2.2 Rezultat

Wygenerowany został następujący sygnał:



Rysunek 12: Wykres sygnału prostokątnego



Rysunek 13: Histogram sygnału prostokątnego

Wartość średnia sygnału:	-0.5
Wartość średnia bezwzględna sygnału:	0.5
Wartość skuteczna sygnału:	1
Wariancja sygnału:	0.75
Moc średnia sygnału:	1

Rysunek 14: Wyliczone parametry dla sygnału prostokątnego

### 3.3 Generowanie sygnału trójkątnego

Celem eksperymentu było wygenerowanie sygnału trójkątnego. Funkcja opisująca sygnał sinusoidalny ma postać:

$$x(t) = \begin{cases} \frac{A}{k_w T} (t - kT - t_1) & \text{dla } t \in [kT + t_1, k_w T + kT + t_1) \\ \frac{-A}{T(1-k_w)} (t - kT - t_1) + \frac{A}{1-k_w} & \text{dla } t \in [k_w T + kT + t_1, (k+1)T + kT + t_1) \end{cases} \quad \text{dla } k \in \mathbb{Z}$$

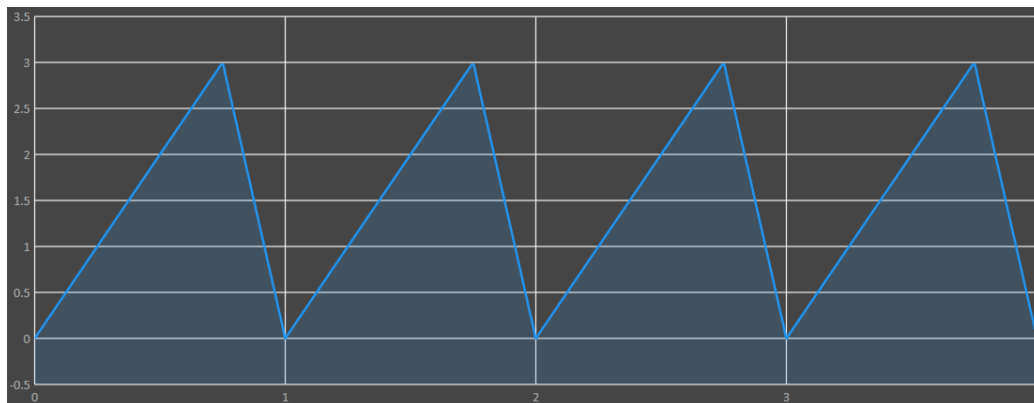
#### 3.3.1 Założenia

Wartości parametrów służące do wygenerowania sygnału:

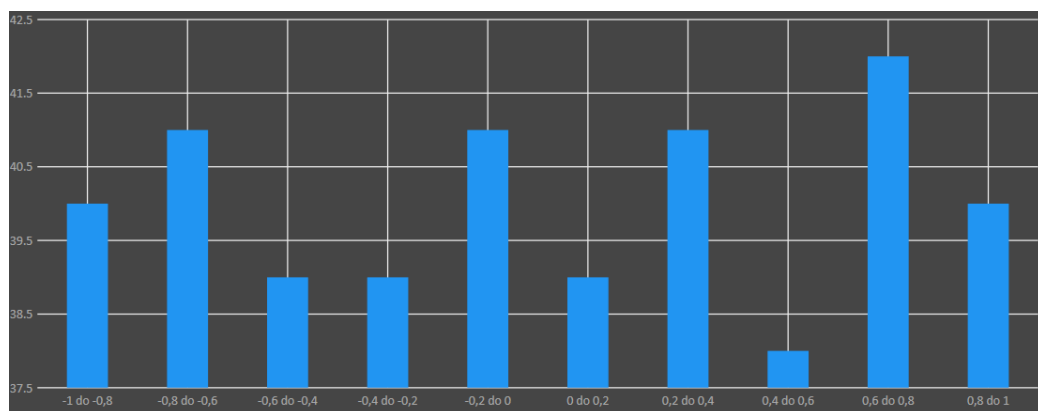
- Amplituda = 3
- Czas początkowy = 0s
- Czas trwania sygnału = 4s
- Okres podstawowy = 1s
- Współczynnik wypełnienia = 0.75
- Częstotliwość próbkowania = 500Hz

#### 3.3.2 Rezultat

Wygenerowany został następujący sygnał:



Rysunek 15: Wykres sygnału trójkątnego



Rysunek 16: Histogram sygnału trójkątnego

Wartość średnia sygnału:	1.5
Wartość średnia bezwzględna sygnału:	1.5
Wartość skuteczna sygnału:	1.7322817322826
Wariancja sygnału:	0.7508
Moc średnia sygnału:	3.0008

Rysunek 17: Wyliczone parametry dla sygnału trójkątnego

## 3.4 Generowanie szumu impulsowego

Celem eksperymentu było wygenerowanie szumu impulsowego. Jest on sygnałem dyskretnym, którego amplituda przyjmuje dwie wartości 0 oraz A.

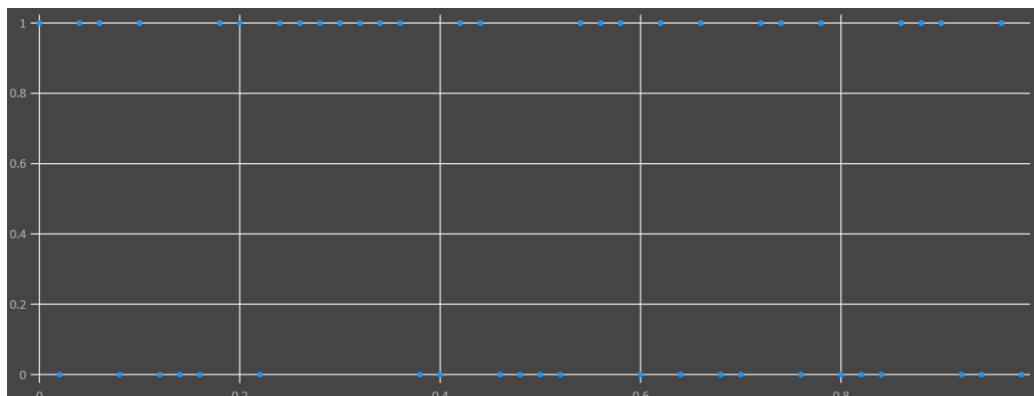
### 3.4.1 Założenia

Wartości parametrów służące do wygenerowania szumu:

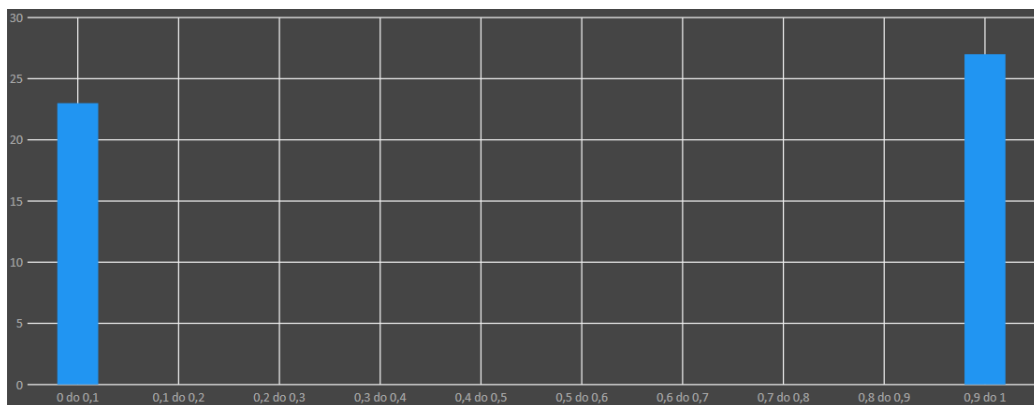
- Amplituda = 1
- Czas początkowy = 0s
- Czas trwania sygnału = 1s
- Prawodopobieństwo = 0.5
- Częstotliwość próbkowania = 50Hz

### 3.4.2 Rezultat

Wygenerowany został następujący sygnał:



Rysunek 18: Wykres szumu impulsowego



Rysunek 19: Histogram szumu impulsowego

Wartość średnia sygnału:	0.54
Wartość średnia bezwzględna sygnału:	0.54
Wartość skuteczna sygnału:	0.734846922834953
Wariancja sygnału:	0.2484
Moc średnia sygnału:	0.54

Rysunek 20: Wyliczone parametry dla szumu impulsowego

### 3.5 Dodawanie sygnału sinusoidalnego oraz sygnału trójkątnego

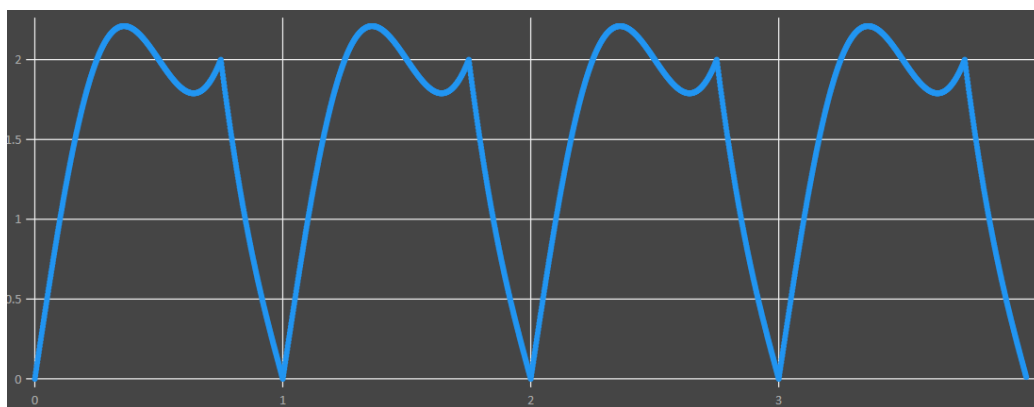
Celem eksperymentu było wygenerowanie sygnału będącego wynikiem dodawania sygnału sinusoidalnego i sygnału trójkątnego.

#### 3.5.1 Założenia

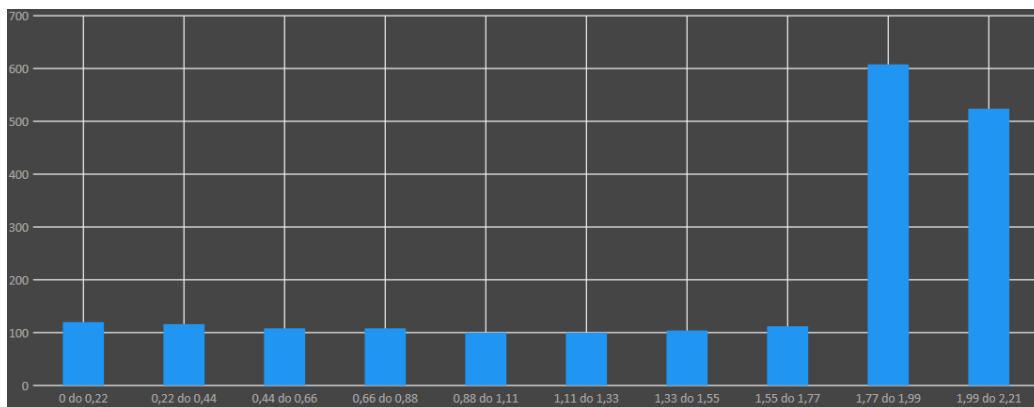
Funkcja powstała w wyniku dodawania sygnałów z podpunktów 3.1 oraz 3.3.

#### 3.5.2 Rezultat

Wygenerowany został następujący sygnał:



Rysunek 21: Wykres dla sygnału otrzymanego po dodawaniu



Rysunek 22: Histogram dla sygnału otrzymanego po dodawaniu



Wartość średnia sygnału:	1.5
Wartość średnia bezwzględna sygnału:	1.5
Wartość skuteczna sygnału:	1.63995483599714
Wariancja sygnału:	0.43945186411041
Moc średnia sygnału:	2.68945186411041

Rysunek 23: Wyliczone parametry dla sygnału otrzymanego po dodawaniu

## 3.6 Odejmoanie sygnału trójkątnego od sygnału prostokątnego

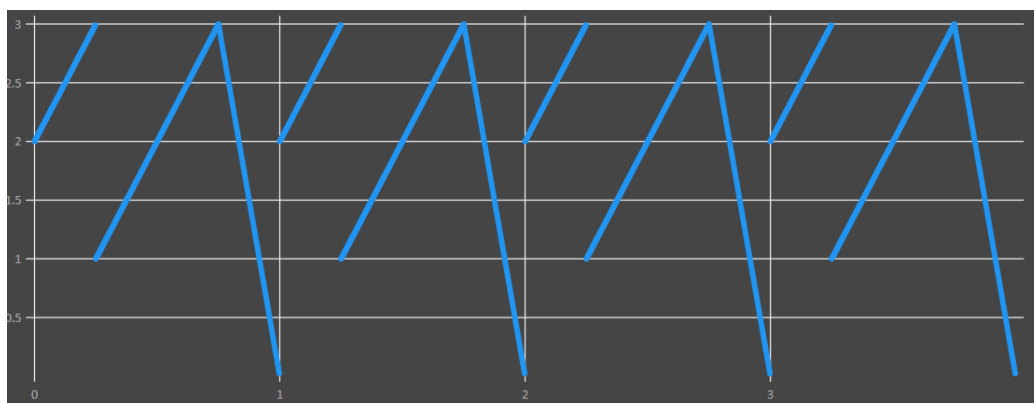
Celem eksperymentu było wygenerowanie sygnału będącego wynikiem odejmowania sygnału trójkątnego od sygnału prostokątnego..

### 3.6.1 Założenia

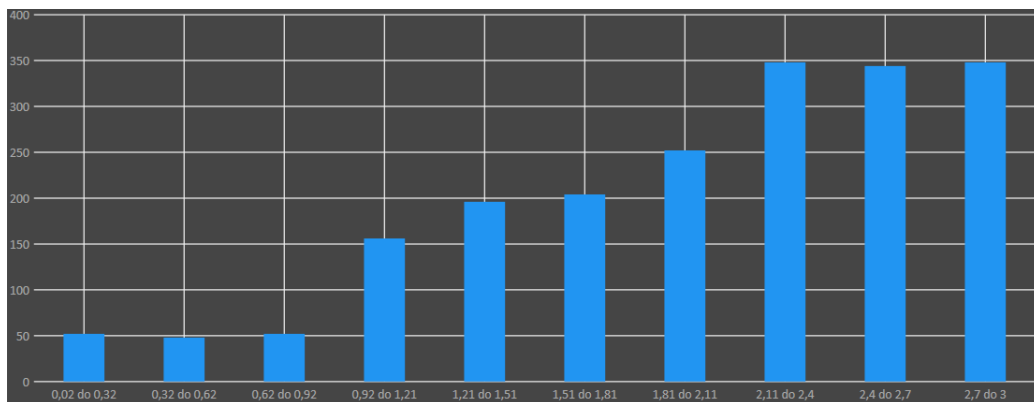
Funkcja powstała w wyniku odejmowania sygnałów z podpunktu 3.3 od sygnału 3.2.

### 3.6.2 Rezultat

Wygenerowany został następujący sygnał:



Rysunek 24: Wykres dla sygnału otrzymanego po odejmowaniu



Rysunek 25: Histogram dla sygnału otrzymanego po odejmowaniu

Wartość średnia sygnału:	2
Wartość średnia bezwzględna sygnału:	2
Wartość skuteczna sygnału:	2.12038487072513
Wariancja sygnału:	0.496032
Moc średnia sygnału:	4.49603200000001

Rysunek 26: Wyliczone parametry dla sygnału otrzymanego po odejmowaniu

## 4 Wnioski

Aplikacja została napisana zgodnie z instrukcją do zadania [1]. Program poprawnie implementuje generowanie wymaganych sygnałów, operacje na nich oraz umożliwia zapis i odczyt danych. Aplikacja została napisana w sposób, aby umożliwić nam rozszerzenie jej o kolejne funkcjonalności.

## Bibliografia

- [1] Instrukcja do zadania 1. <https://ftims.edu.p.lodz.pl/mod/url/view.php?id=6495>.
- [2] Windows Presentation Foundation. <https://docs.microsoft.com/pl-pl/dotnet/framework/wpf/>.
- [3] Biblioteka LiveCharts. <https://lvcharts.net/>.