

**Zadanie nr 2 - Próbkowanie i  
kwantyzacja**  
Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Julia Szymańska, 224441      Przemysław Zdrzałik, 224466

21.04.2021r.

# 1 Cel zadania

Celem ćwiczenia jest budowa programu umożliwiającego wykonanie procesu konwersji analogowo-cyfrowej (A/C) i cyfrowo-analogowej (C/A) sygnałów. W programie dostępna jest:

- Konwersja A/C - próbkowanie równomierne
- Konwersja A/C - kwantyzacja:
  - Kwantyzacja równomierna z obcięciem
  - Kwantyzacja równomierna z zaokrągleniem
- Konwersja C/A - rekonstrukcja sygnału:
  - Ekstrapolacja zerowego rzędu
  - Interpolacja pierwszego rzędu
  - Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc

W programie możliwe jest również porównanie sygnału zrekonstruowanego z sygnałem oryginalnym, w tym celu obliczane są cztery miary:

- Błąd średniokwadratowy - MSE
- Stosunek sygnał - szum - SNR
- Szczytowy stosunek sygnał - szum - PSNR
- Maksymalna różnica - MD

# 2 Wstęp teoretyczny

W programie konwersje oraz miary do porównania sygnałów są obliczane na podstawie wzorów znajdujących się w instrukcji do zadania drugiego na platformie Wikamp [1].

# 3 Eksperymenty i wyniki

## 3.1 Eksperyment nr 1 - generowanie sygnału

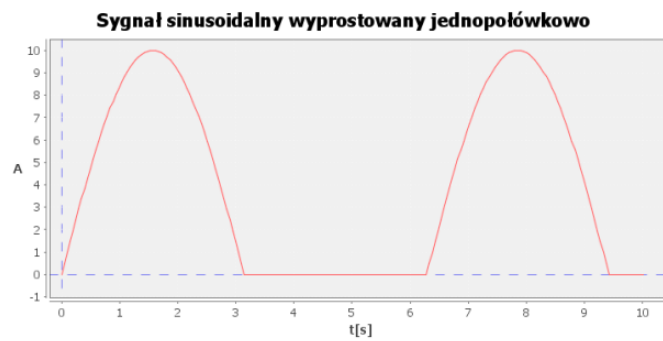
Eksperyment 1 polegał na wygenerowaniu sygnału sinusoidalnego wyprostownego jednopółkowo na podstawie podanych parametrów oraz wyświetleniu wykresu i histogramu dla sygnału.

### 3.1.1 Założenia

Funkcja opisująca sygnał:

$$x(t) = \frac{1}{2}A\{\sin[\frac{2\pi}{T}(t - t_1)] + |\sin[\frac{2\pi}{T}(t - t_1)]|\} \quad (1)$$

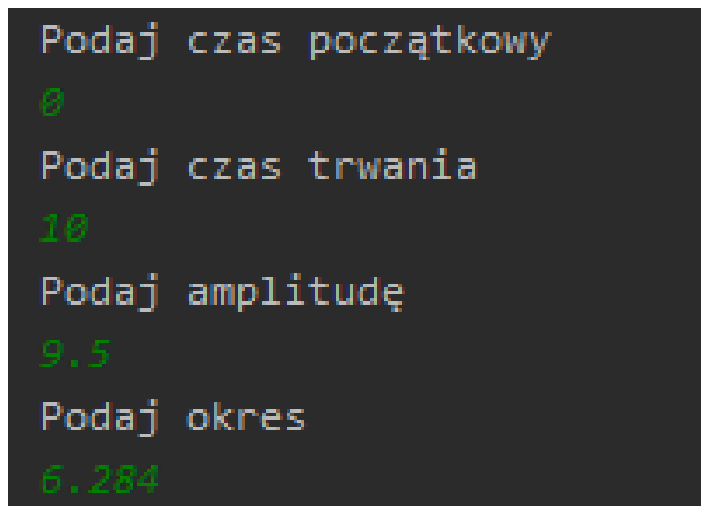
Przewidywany wykres sygnału [1]:



Rysunek 1: Wykres przewidywany dla eksperymentu pierwszego.

### 3.1.2 Przebieg

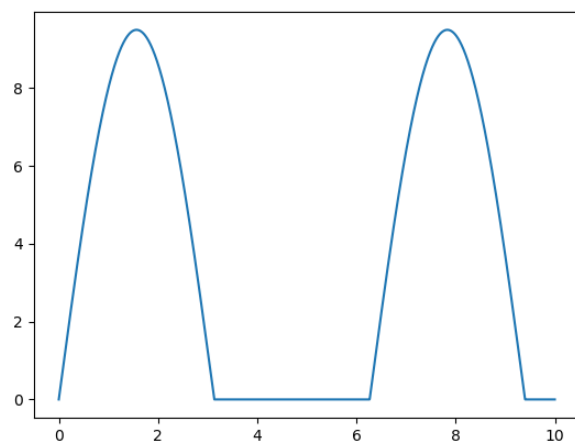
Do wygenerowania wykresu zostały podane poniższe parametry:

A screenshot of a terminal window with a dark background. It displays four prompts in a light blue monospace font, each followed by a user input in green. The prompts and inputs are: 'Podaj czas początkowy' with input '0', 'Podaj czas trwania' with input '10', 'Podaj amplitudę' with input '9.5', and 'Podaj okres' with input '6.284'.

```
Podaj czas początkowy
0
Podaj czas trwania
10
Podaj amplitudę
9.5
Podaj okres
6.284
```

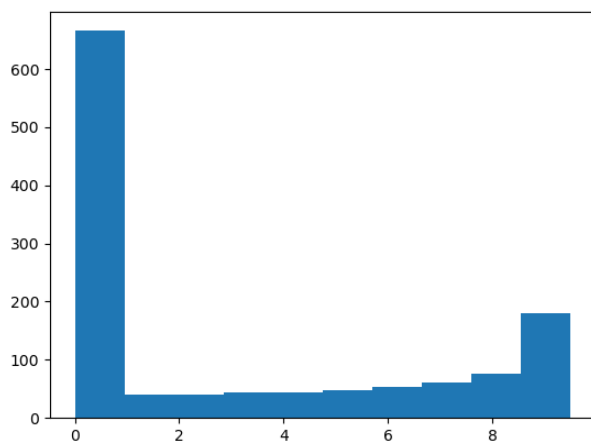
Rysunek 2: Parametry dla eksperymentu pierwszego.

Wygenerowany wykres sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopo-  
łódkowo:



Rysunek 3: Wykres wygenerowanego sygnału dla eksperymentu pierwszego.

Histogram dla wygenerowanego sygnału:



Rysunek 4: Histogram dla wygenerowanego wykresu dla eksperymentu pierw-  
szego.

### 3.1.3 Rezultat

Dla wygenerowanego wykresu zostały obliczone jego parametry.

```
Wartosc srednia: 1.89419735897435
Wartosc srednia bezwzgledna: 1.89419735897435
Wartosc skuteczna: 3.7594081969000928
Wariancja: 9.205054468596623
Moc srednia: 14.133149990919607
```

Rysunek 5: Obliczone parametry wygenerowanego sygnału.

### 3.1.4 Wnioski

Założenia postawione przed wykonaniem eksperymentu 1 sprawdziły się, ponieważ wykres przewidywany oraz wykres wygenerowany przez program są identyczne.

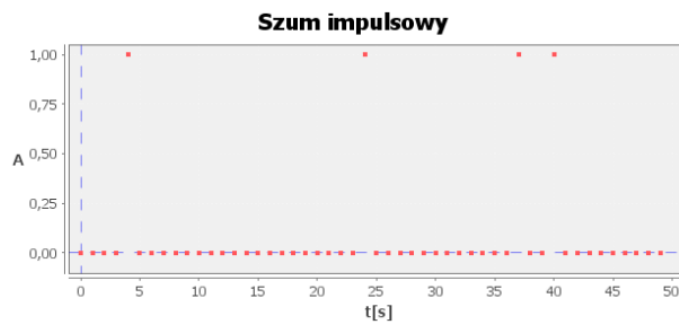
## 3.2 Eksperyment nr 2 - generowanie impulsu

Eksperyment 2 polegał na wygenerowaniu szumu impulsowego na podstawie podanych parametrów oraz wyświetleniu wykresu i histogramu dla szumu.

### 3.2.1 Założenia

Szum impulsowy przyjmuje dwie wartości: wartość 0, wartość A - różna od zera. Przy czym wartość A występuje z zadaniem p - prawdopodobieństwem, podanym jako parametr.

Przewidywany wykres szumu [1]:



Rysunek 6: Wykres przewidywany dla eksperymentu drugiego.

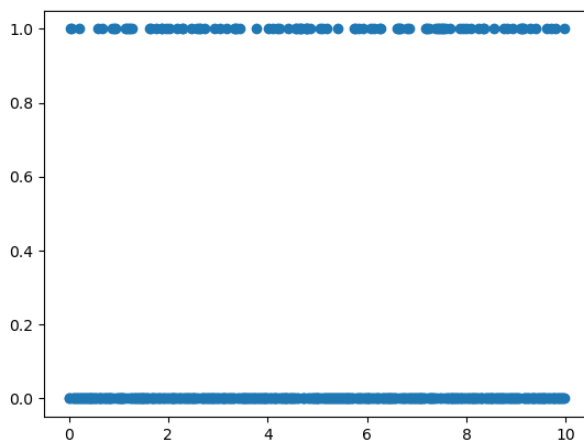
### 3.2.2 Przebieg

Do wygenerowania wykresu zostały podane poniższe parametry:

```
Podaj czas początkowy
0
Podaj czas trwania
10
Podaj amplitudę
1
Podaj prawdopodobieństwo wystąpienia wartości amplitudy
0.2
Podaj częstotliwość próbkowania
50
```

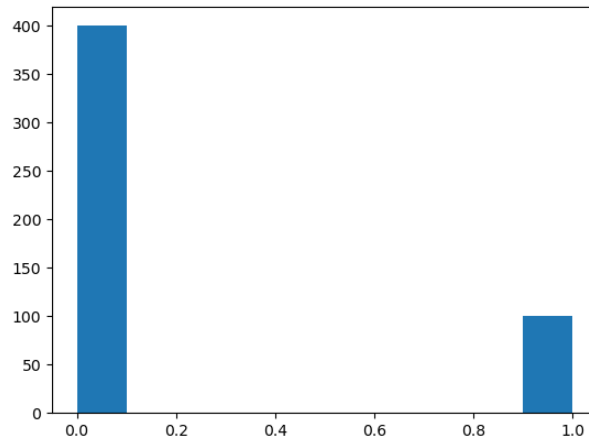
Rysunek 7: Parametry dla eksperymentu drugiego.

Wygenerowany wykres szumu impulsowego:



Rysunek 8: Wykres wygenerowanego szumu dla eksperymentu drugiego.

Histogram dla wygenerowanego szumu:



Rysunek 9: Histogram dla wygenerowanego szumu dla eksperymentu drugiego.

### 3.2.3 Rezultat

Dla wygenerowanego wykresu zostały obliczone jego parametry.

```
Wartosc srednia: 0.2
Wartosc srednia bezwzgledna: 0.2
Wartosc skuteczna: 0.4472135954999579
Wariancja: 0.16000000000000067
Moc srednia: 0.2
```

Rysunek 10: Obliczone parametry wygenerowanego szumu.

### 3.2.4 Wnioski

Założenia postawione przed wykonaniem eksperymentu 2 sprawdziły się, ponieważ wykres przewidywany oraz wykres wygenerowany przez program są identyczne.

## 3.3 Eksperyment nr 3 - wykonanie operacji na sygnałach

Eksperyment 3 polegał na dodaniu do siebie wcześniej wygenerowanego sygnału sinusoidalnego i sygnału prostokątnego.



### 3.3.1 Założenia

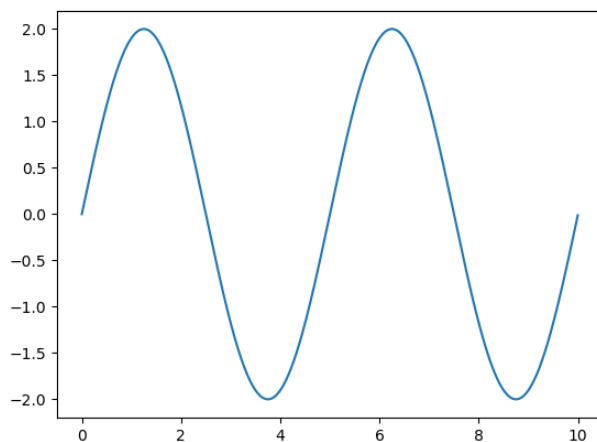
Parametry wejściowe oraz obliczone dla wcześniej wygenerowanego sygnału sinusoidalnego:

```
3
Podaj czas początkowy
0
Podaj czas trwania
10
Podaj amplitudę
2
Podaj okres
5
Czy chcesz zachować wykres sygnału? [y/n] y

Wartosc srednia: 2.0816681711721684e-18
Wartosc srednia bezwzgledna: 1.2728206381509586
Wartosc skuteczna: 1.4142135623730951
Wariancja: 2.0
Moc srednia: 2.0
```

Rysunek 11: Parametry sygnału dla eksperymentu trzeciego.

Wykres dla wcześniej wygenerowanego sygnału sinusoidalnego:



Rysunek 12: Parametry sygnału dla eksperymentu trzeciego.

Parametry wejściowe oraz obliczone dla wcześniej wygenerowanego sygnału prostokątnego:

Wykres dla wcześniej wygenerowanego sygnału prostokątnego:

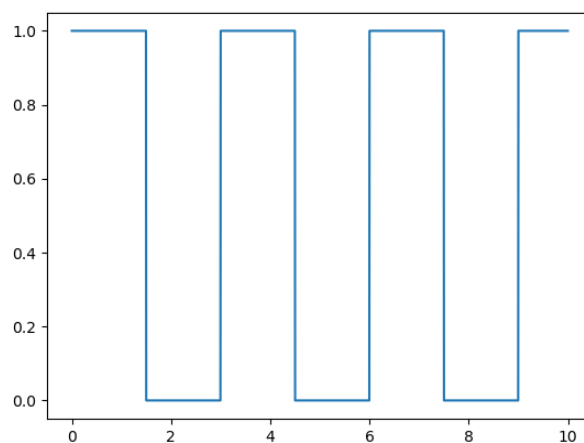
```

6
Podaj czas początkowy
0
Podaj czas trwania
10
Podaj amplitudę
1
Podaj okres
3
Podaj współczynnik wypełnienia
0.5
Czy chcesz zachować wykres sygnału? [y/n]n

Wartosc srednia: 0.4505
Wartosc srednia bezwzgledna: 0.4505
Wartosc skuteczna: 0.6711929677819933
Wariancja: 0.22735620012500418
Moc srednia: 0.4505

```

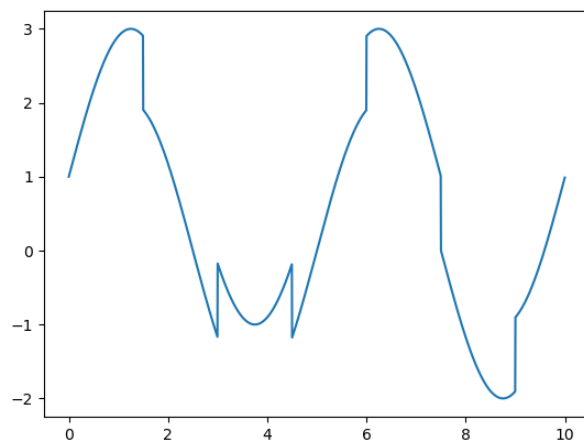
Rysunek 13: Parametry sygnału dla eksperymentu trzeciego.



Rysunek 14: Parametry sygnału dla eksperymentu trzeciego.

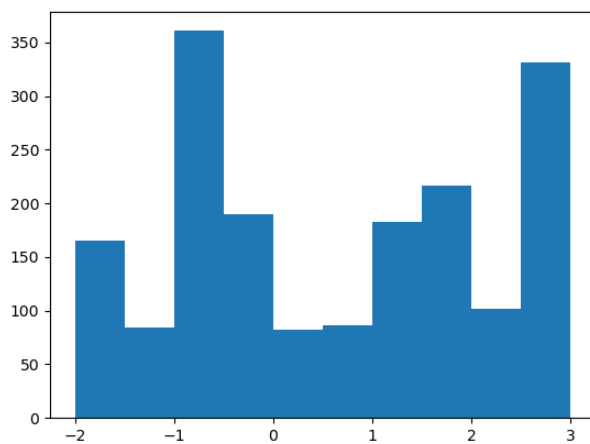
### 3.3.2 Przebieg

Wykres otrzymany po dodaniu powyższych dwóch sygnałów: sygnału sinusoidalnego, sygnału prostokątnego:



Rysunek 15: Wykres otrzymany po dodaniu sygnałów w eksperymencie 3.

Histogram dla wygenerowanego sygnału:



Rysunek 16: Histogram dla wygenerowanego sygnału dla eksperymentu trzeciego.

### 3.3.3 Rezultat

Dla otrzymanego wykresu zostały obliczone jego parametry.

```
Wartosc srednia: 0.5599974708814813  
Wartosc srednia bezwzgledna: 1.313237885060718  
Wartosc skuteczna: 1.6169678670618892  
Wariancja: 2.2697849975613607  
Moc srednia: 2.614585083110675
```

Rysunek 17: Obliczone parametry otrzymanego sygnału.

## 4 Wnioski

Zbudowany program umożliwia generację wybranych sygnałów, wyświetlenie ich parametrów, wykresów, a także histogramów, zapis/odczyt ich do/z plików, a także wykonanie operacji na dwóch zapisanych do plików sygnałach. Wygenerowane sygnały zgadzają się z przewidywanymi wynikami. Program działa poprawnie, cel zadania został osiągnięty.

## Literatura

- [1] Wikamp, Instrukcja do zadania pierwszego, Dostępny w: [https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/13449/mod\\_resource/content/0/zadanie2.pdf](https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/13449/mod_resource/content/0/zadanie2.pdf)