

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

Paweł Purgat, 203975      Bartłomiej Ciach, 203860

27.04.2018

# 1 Cel zadania

Celem zadania było zapoznanie się z konwersją analogowo-cyfrową oraz cyfrowo-analogową. W ćwiczeniu zaimplementowane zostały wybrane metody konwersji.

# 2 Wstęp teoretyczny

W zadaniu zostały wykonane następujące procesy:

- Konwersja analogowo - cyfrowa
  - Próbkowanie równomierne
  - Kwantyzacja równomierna z zaokrągleniem
- Konwersja cyfrowo - analogowa
  - Ekstrapolacja zerowego rzędu
  - Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc.

Dla przetwarzanych sygnałów zostały również policzone poniższe miary:

- Błąd średniokwadratowy
- Stosunek sygnał - szum
- Szczytowy stosunek sygnał - szum
- Maksymalna różnica

Do wykonania zadania została użyta instrukcja udostępniona na portalu WIKAMP [1].

# 3 Eksperymenty i wyniki

W ramach zadania na wygenerowanych sygnałach ciągłych i dyskretnych zostały przeprowadzone procesy konwersji analogowo - cyfrowej oraz cyfrowo - analogowej na przykładzie sygnału sinusoidalnego. Wyniki eksperymentów zostały przedstawione poniżej (na wykresach kolorem niebieskim zaznaczono wykres sygnału przed konwersją, na czerwono zaznaczony jest sygnał po konwersji).

## 3.1 Eksperyment nr 1

Konwersja cyfrowo - analogowa.

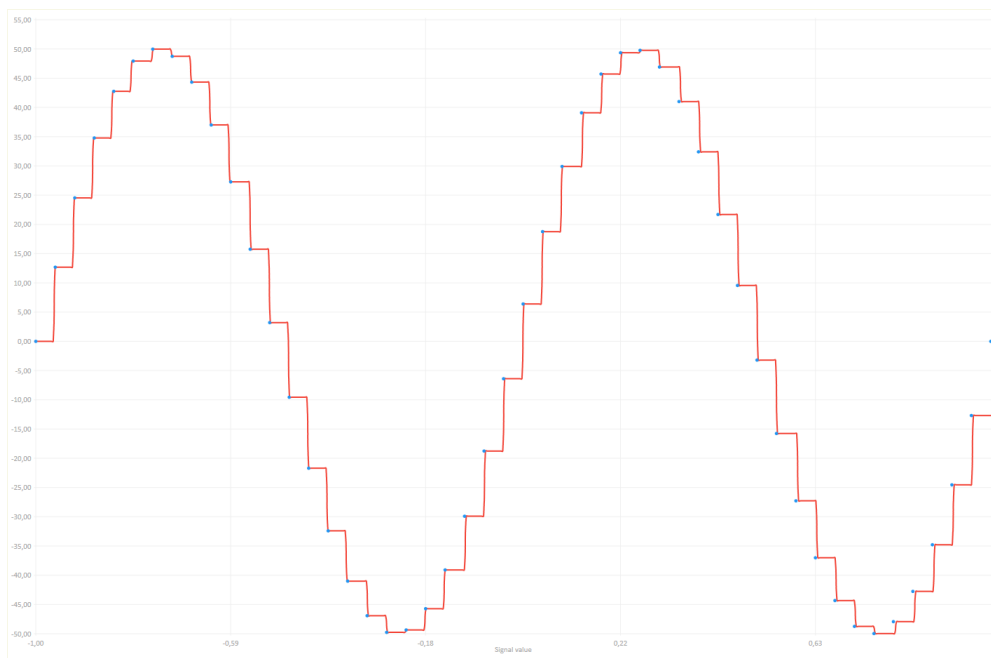
### 3.1.1 Założenia

Eksperyment nr 1 polegał na generacji sygnału w postaci cyfrowej (dyskretnej) oraz późniejszej jego konwersji do postaci analogowej (ciągłej) przy pomocy opisanych metod.

### 3.1.2 Przebieg

Po wygenerowaniu sygnału dyskretnego przy pomocy metod ekstrapolacji zerowego rzędu oraz rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc odtworzony został sygnał ciągły.

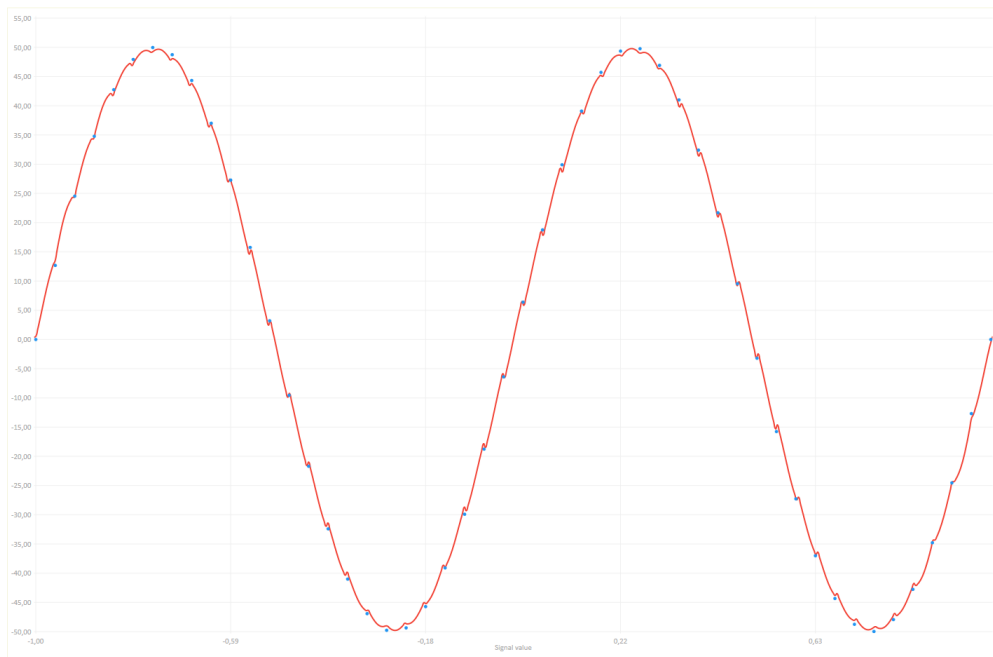
### 3.1.3 Rezultat



Rysunek 1: Wykres otrzymany po ekstrapolacji zerowego rzędu.

Tabela 1: Obliczone miary dla ekstrapolacji zerowego rzędu.

<b>Błąd średniokwadratowy</b>	<b>27,36</b>
<b>Maksymalna różnica</b>	<b>12,68</b>
<b>Stosunek sygnał - szum</b>	<b>173,62</b>
<b>Szczytowy stosunek sygnał - szum</b>	<b>2,62</b>



Rysunek 2: Wykres otrzymany po rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc przy uwzględnieniu 5 sąsiadujących próbek.

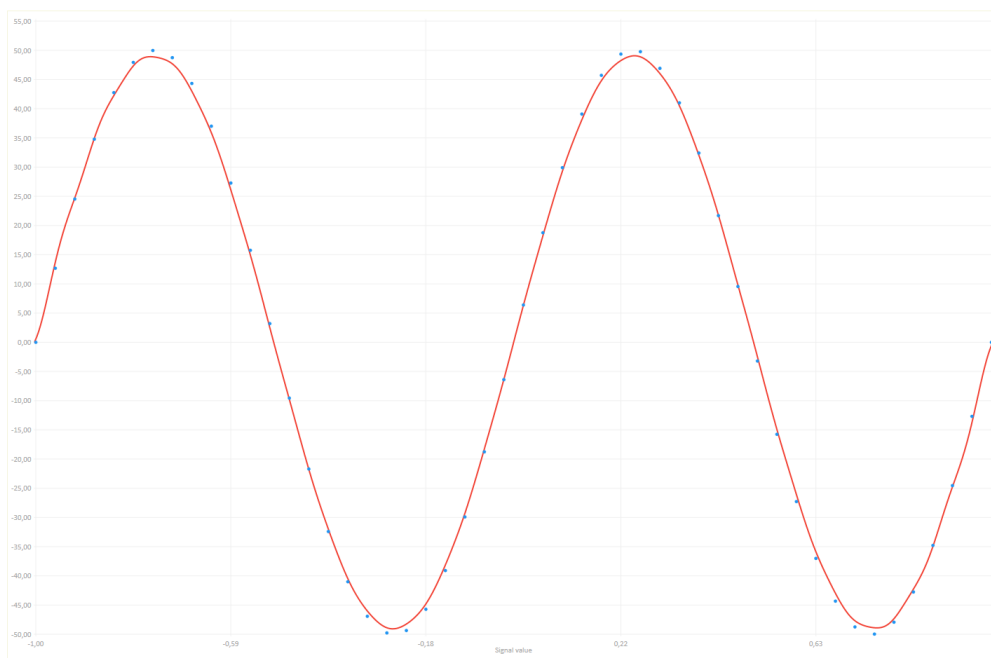
Tabela 2: Obliczone miary dla rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc przy uwzględnieniu 5 sąsiadujących próbek.

<b>Błąd średniokwadratowy</b>	<b>0,40</b>
<b>Maksymalna różnica</b>	<b>1,70</b>
<b>Stosunek sygnał - szum</b>	<b>150,22</b>
<b>Szczytowy stosunek sygnał - szum</b>	<b>21,02</b>

## 3.2 Eksperyment nr 2

### 3.2.1 Założenia

Eksperyment nr 2 polegał na generacji sygnału w postaci analogowej (ciągłej) oraz późniejszej jego konwersji do postaci cyfrowej (dyskretnej) przy pomocy opisanych metod.



Rysunek 3: Wykres otrzymany po rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc przy uwzględnieniu 50 sąsiadujących próbek.

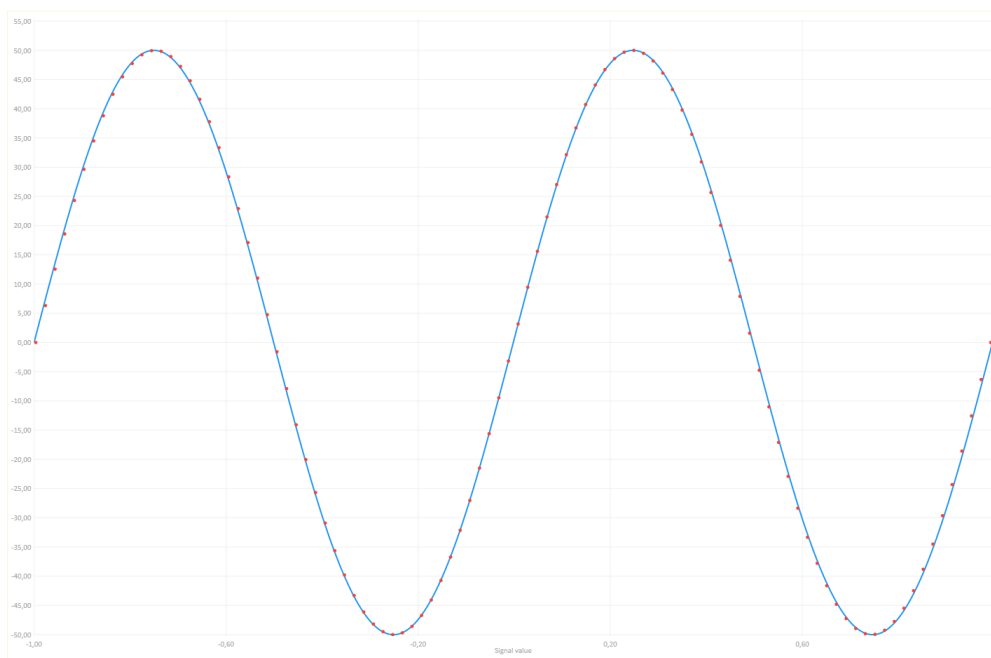
Tabela 3: Obliczone miary dla rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc przy uwzględnieniu 50 sąsiadujących próbek.

<b>Błąd średniokwadratowy</b>	<b>0,55</b>
<b>Maksymalna różnica</b>	<b>1,34</b>
<b>Stosunek sygnał - szum</b>	<b>156,65</b>
<b>Szczytowy stosunek sygnał - szum</b>	<b>19,58</b>

### 3.2.2 Przebieg

Wygenerowany sygnał ciągły został poddany konwersji analogowo - cyfrowej przy pomocy próbkowania równomiernego oraz kwantyzacji równomiernej z zaokrągleniem.

### 3.2.3 Rezultat



Rysunek 4: Wykres otrzymany po próbkowaniu równomiernym.

Tabela 4: Obliczone miary dla próbkowania równomiernego.

<b>Błąd średniokwadratowy</b>	<b>0,00</b>
<b>Maksymalna różnica</b>	<b>0,00</b>
<b>Stosunek sygnał - szum</b>	<b>143,97</b>
<b>Szczytowy stosunek sygnał - szum</b>	<b>315,23</b>

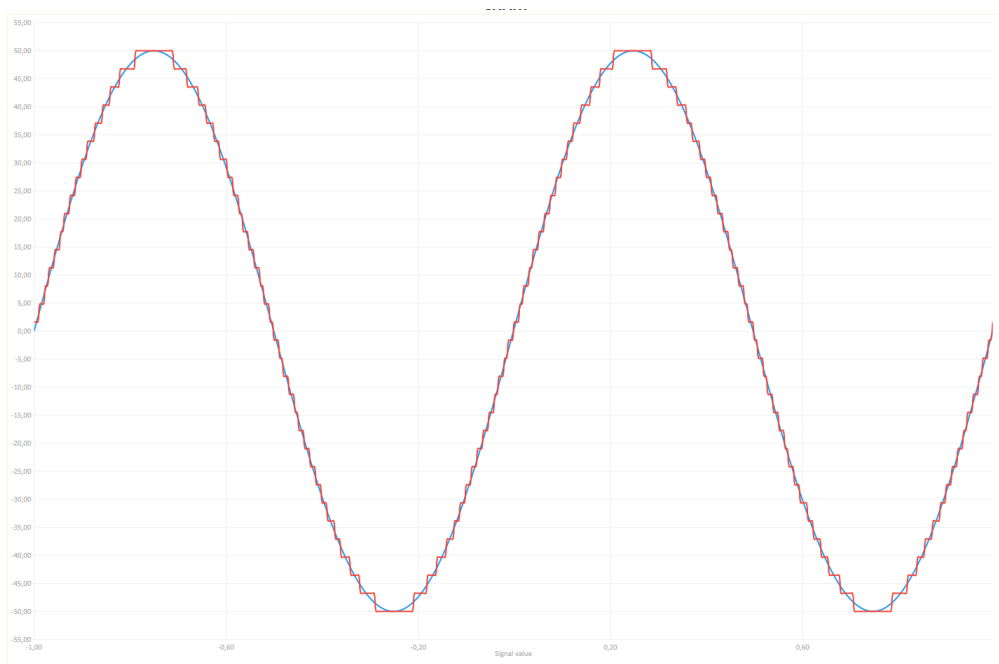
Tabela 5: Obliczone miary dla kwantyzacji równomiernej z zaokrągleniem na 4 bitach.

<b>Błąd średniokwadratowy</b>	<b>3,40</b>
<b>Maksymalna różnica</b>	<b>3,33</b>
<b>Stosunek sygnał - szum</b>	<b>164,56</b>
<b>Szczytowy stosunek sygnał - szum</b>	<b>11,68</b>

### 3.3 Eksperyment nr 3

#### 3.3.1 Założenia

Eksperyment nr 3 polegał na zaprezentowaniu zjawiska aliasingu przy próbkowaniu.



Rysunek 5: Wykres otrzymany po kwantyzacji równomiernej z zaokrągleniem na 4 bitach.

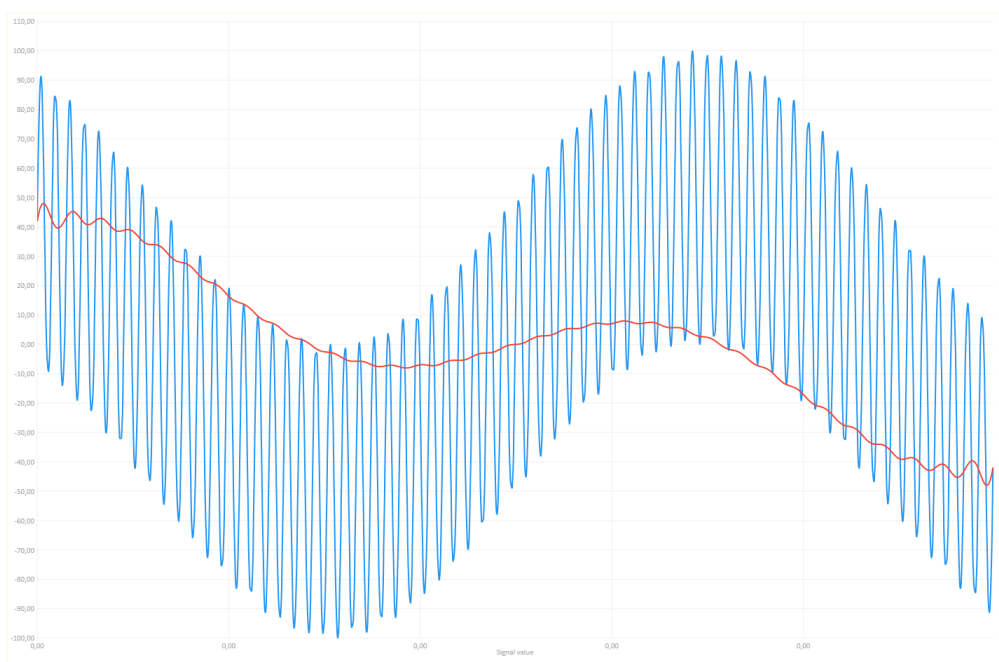
### 3.3.2 Przebieg

Został wygenerowany sygnał ciągły składający się z dwóch sygnałów sinusoidalnych o częstotliwościach 440Hz oraz 22000Hz. Częstotliwość próbkowania wynosiła 22050Hz. Po operacji próbkowania, sygnał został zrekonstruowany przy pomocy funkcji sinc.

### 3.3.3 Rezultat

Tabela 6: Obliczone miary dla rekonstrukcji sygnału próbkowanego.

<b>Błąd średniokwadratowy</b>	<b>2848,87</b>
<b>Maksymalna różnica</b>	<b>99,24</b>
<b>Stosunek sygnał - szum</b>	<b>15,17</b>
<b>Szczytowy stosunek sygnał - szum</b>	<b>-17,54</b>



Rysunek 6: Wykres zrekonstruowany na podstawie próbkowania sygnału.

## 4 Wnioski

- Ekstrapolacja zerowego rzędu generuje widoczne zniekształcenie w stosunku do oryginalnego sygnału. Jej dokładność zależy od częstotliwości próbkowania sygnału oryginalnego.
- Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc jest dokładniejsza niż ekstrapolacja zerowego rzędu, jednak jej dokładność zależy od liczby próbek, które bierzemy pod uwagę przy obliczaniu wartości sygnału w danym punkcie.
- Zjawisko aliasingu możemy zaobserwować, gdy sygnał posiada składowe o częstotliwości większej od połowy częstotliwości próbkowania.
- Zjawisko aliasingu powoduje, że rekonstrukcja próbkowanego sygnału nie oddaje sygnału pierwotnego.

## 5 Bibliografia

[1] Instrukcja do zadania 2, Próbkowanie i kwantyzacja