

Zadanie nr 1 - Generacja sygnału i szumu

Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Dawid Jakubik, 224307 Hubert Gawłowski, 224298

22.04.2021

1 Cel zadania

Celem zadania było zapoznanie się z procesem konwersji A/C oraz C/A sygnałów jednocześnie poznając kilka metod na przeprowadzenie obu procesów jak i zaimplementowanie ich w aplikacji.

2 Wstęp teoretyczny

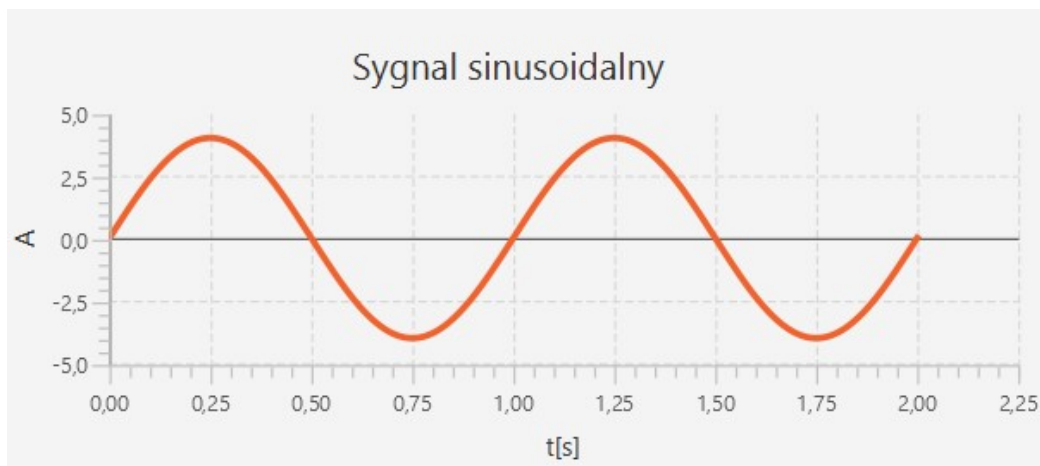
Sygnały, które podlegają kwantyzacji oraz rekonstrukcji generowane są na podstawie wzorów znajdujących się w instrukcji do zadania nr 1 [1]. W instrukcji [2] znajdują się wzory oraz opisy metod konwersji A/C oraz C/A użyte w celu kwantyzacji, rekonstrukcji oraz do obliczenia błędu średniokwadratowego, stosunku sygnał-szum, szczytowego stosunku sygnał-szum oraz maksymalnej różnicy.

3 Eksperymenty i wyniki

W każdym z eksperymentów jako sygnał ciągły posłużył nam sygnał sinusoidalny o następujących parametrach:

- Amplituda: 4
- Czas początkowy: 0s
- Czas trwania sygnału: 2s
- Okres: 1s

Wygląda on następująco:



Rysunek 1: Sygnał sinusoidalny wykorzystywany w eksperymentach

3.1 Eksperyment nr 1 Kwantyzacja równomierna z obcięciem

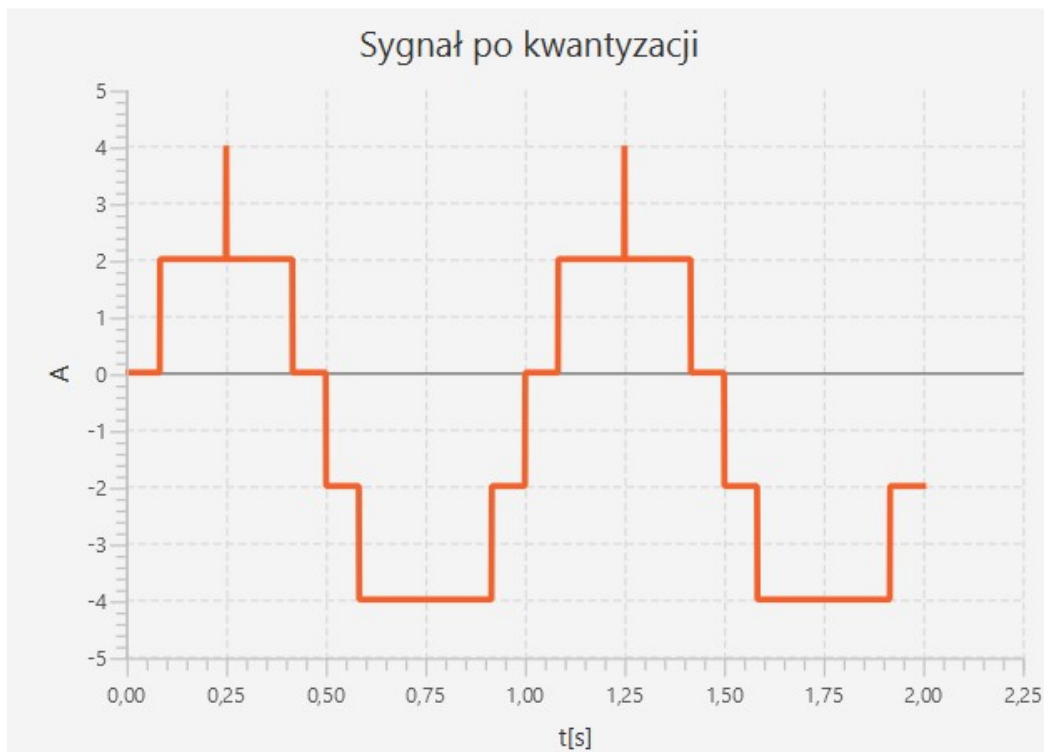
Celem eksperymentu było przeprowadzenie kwantyzacji sygnału ciągłego z obcięciem.

3.1.1 Założenia

- Częstotliwość próbkowania: 15 Hz
- Liczba poziomów kwantyzacji: 5

3.1.2 Przebieg

Skwantyzowana postać sygnału prezentuje się następująco:



Rysunek 2: Kwantyzacja równomierna z obcięciem sygnału sinusoidalnego

3.1.3 Rezultat

Obliczone miary dla procesu kwantyzacji:

Błąd średniokwadratowy: 1.4122884242731146
 Stosunek sygnał - szum: 7.529219142742959
 Szczytowy stosunek sygnał - szum: 4.521365918652345
 Maksymalna różnica: 1.9999999999999991

Rysunek 3: Miary obliczone dla kwantyzacji równomiernej z obcięciem sygnału sinusoidalnego

3.2 Eksperyment nr 2 : Kwantyzacja równomierna z zaokrągleniem

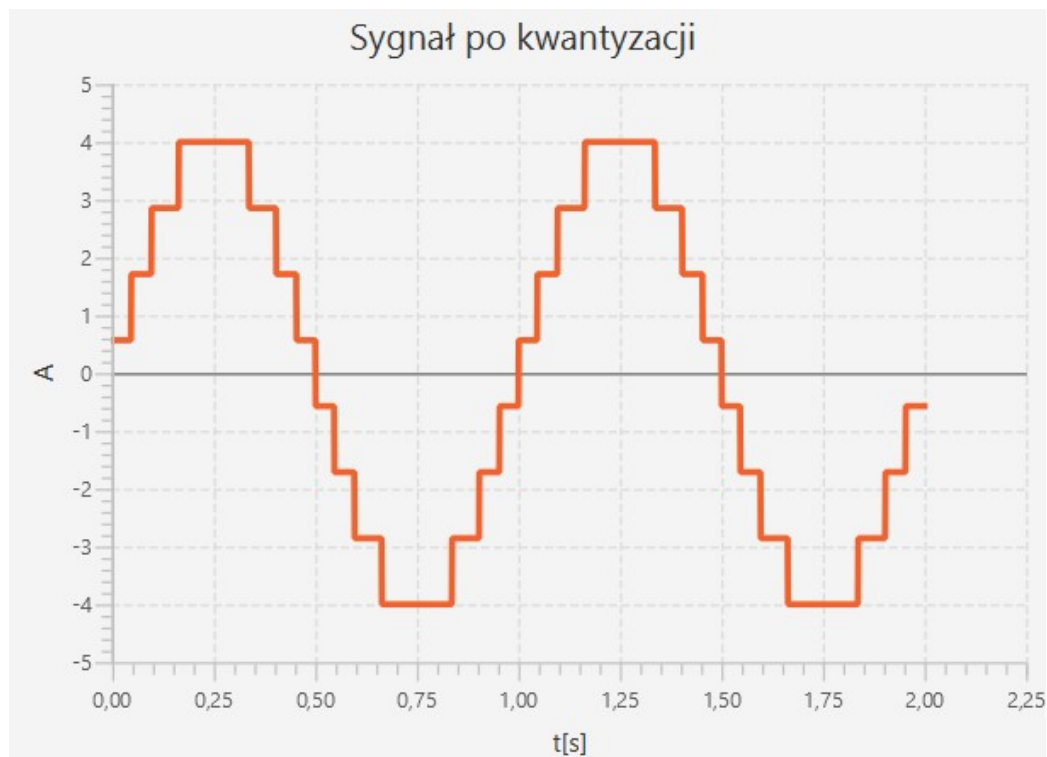
Celem eksperymentu było przeprowadzenie kwantyzacji sygnału ciągłego z zaokrągleniem.

3.2.1 Założenia

- Częstotliwość próbkowania: 20 Hz
- Liczba poziomów kwantyzacji: 8

3.2.2 Przebieg

Skwantyzowana postać sygnału prezentuje się następująco:



Rysunek 4: Kwantyzacja równomierna z zaokrągleniem sygnału sinusoidalnego

3.2.3 Rezultat

Obliczone miary dla procesu kwantyzacji:

Błąd średniokwadratowy: 0.09676544557541213
Stosunek sygnał - szum: 19.17129739997205
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 16.16339690579779
Maksymalna różnica: 0.5714285714285712

Rysunek 5: Miary obliczone dla kwantyzacji równomiernej z zaokrągleniem sygnału sinusoidalnego

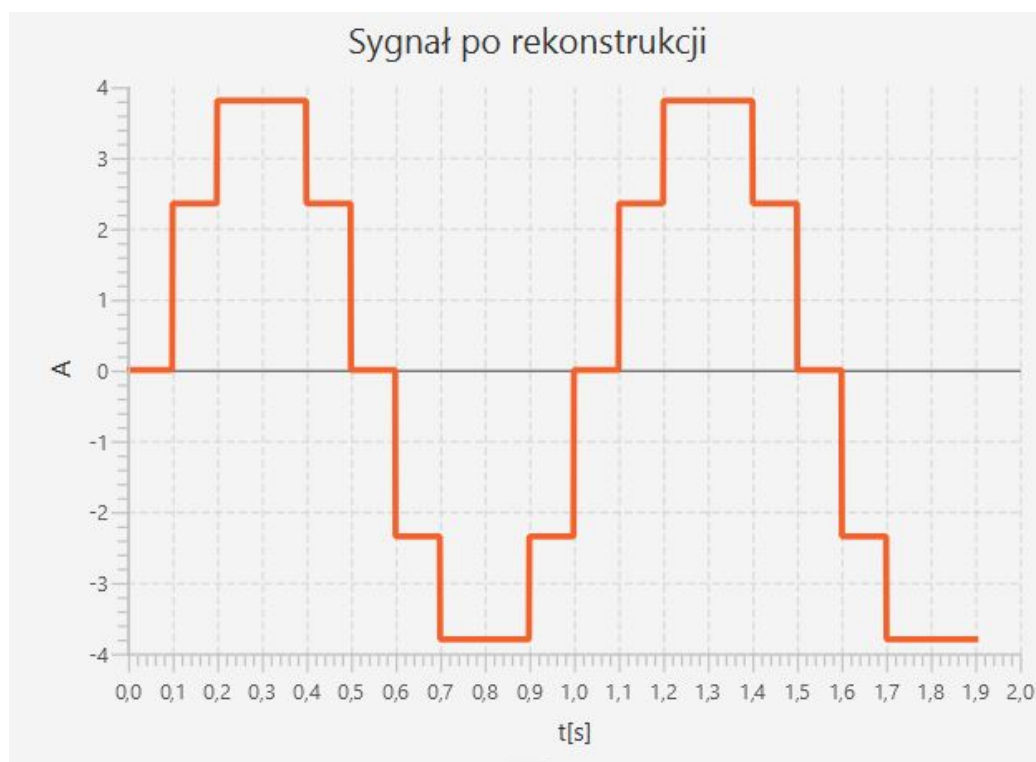
3.3 Eksperyment nr 3: Ekstrapolacja zerowego rzędu

3.3.1 Założenia

Eksperyment nr 3 polegał na ekstrapolacji zerowego rzędu spróbkowanego sygnału ciągłego.

3.3.2 Przebieg

Wygenerowany sygnał prezentuje się następująco:



Rysunek 6: Wykres Ekstrapolacji zerowego rzędu sygnału sinusoidalnego

3.3.3 Rezultat

Obliczone parametry dla otrzymanego w rezultacie sygnału ciągłego:

Błąd średniokwadratowy: 0.992142439556234
Stosunek sygnał - szum: 9.132940076385834
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 5.836922896054235
Maksymalna różnica: 2.351141009169683

Rysunek 7: Obliczone miary dla Ekstrapolacji zerowego rzędu sygnału sinusoidalnego

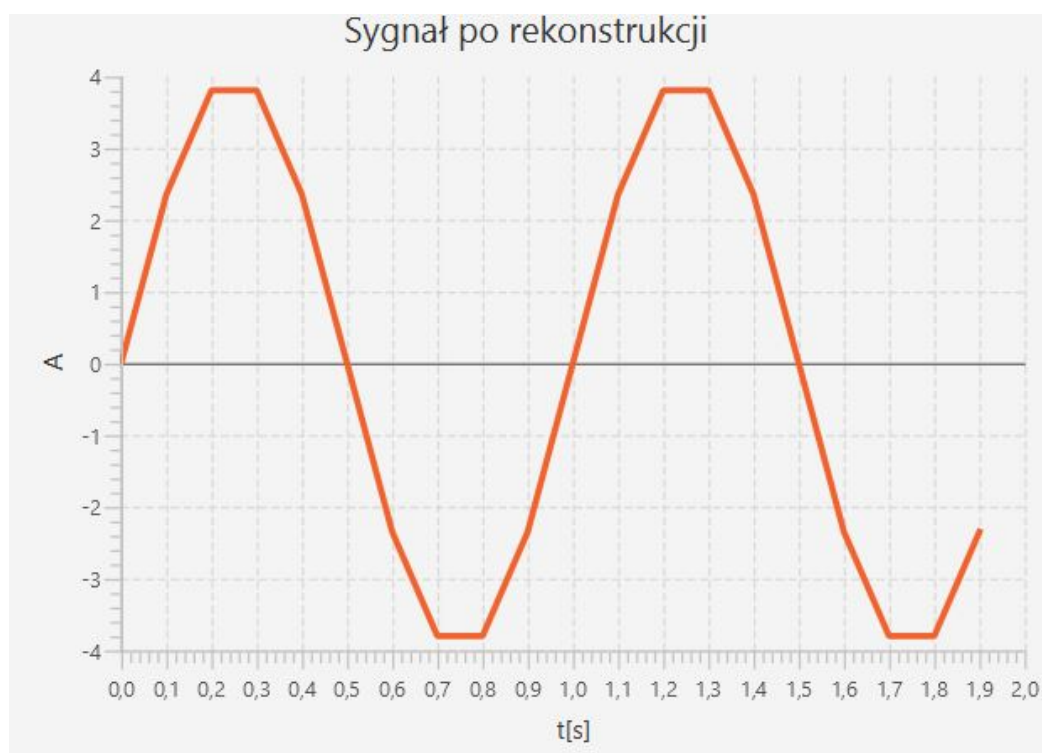
3.4 Eksperyment nr 4: Interpolacja pierwszego rzędu

3.4.1 Założenia

Eksperyment nr 4 polegał na Interpolacji pierwszego rzędu spróbkowanego sygnału ciągłego.

3.4.2 Przebieg

Wygenerowany sygnał prezentuje się następująco:



Rysunek 8: Wykres Interpolacji pierwszego rzędu sygnału sinusoidalnego

3.4.3 Rezultat

Obliczone parametry dla otrzymanego w rezultacie sygnału ciągłego:

Błąd średniokwadratowy: 0.01064052061782601
Stosunek sygnał - szum: 28.643172612304117
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 25.533034392976305
Maksymalna różnica: 0.19577393481938588

Rysunek 9: Obliczone miary dla Interpolacja pierwszego rzędu sygnału sinusoidalnego

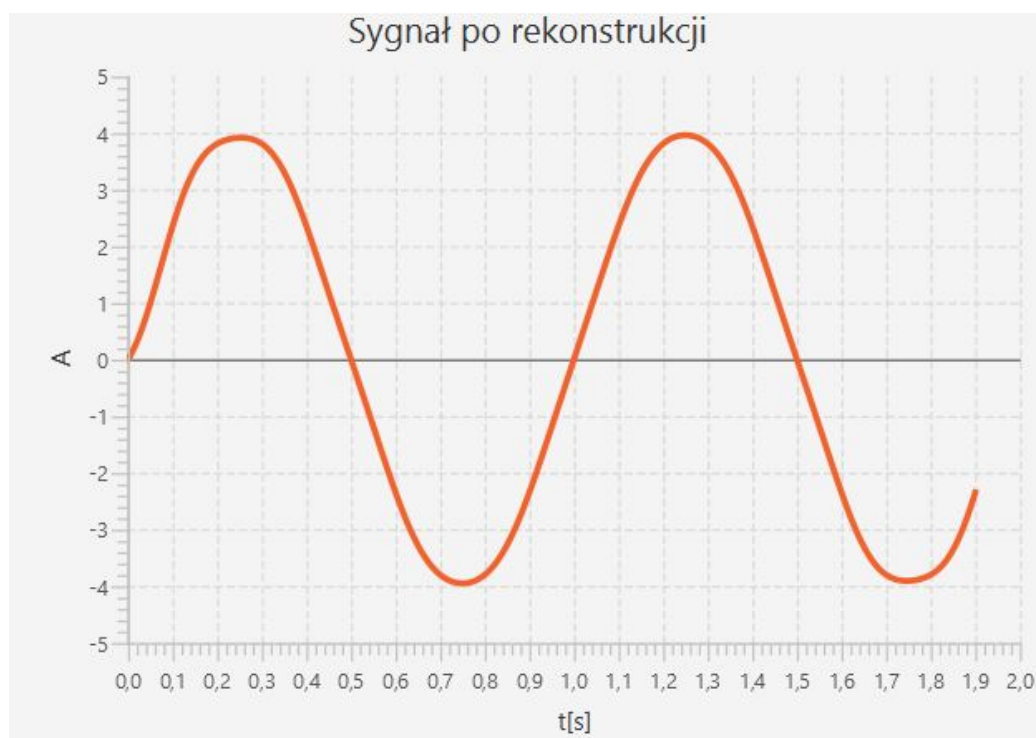
3.5 Eksperyment nr 5: Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc

3.5.1 Założenia

Eksperyment nr 3 polegał na rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc próbkowanego sygnału ciągłego.

3.5.2 Przebieg

Wygenerowany sygnał prezentuje się następująco:



Rysunek 10: Wykres rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc sygnału sinusoidalnego

3.5.3 Rezultat

Obliczone parametry dla otrzymanego w rezultacie sygnału ciągłego:

Błąd średniokwadratowy: 0.003935845907864877
Stosunek sygnał - szum: 33.25549299493062
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 30.02239097670469
Maksymalna różnica: 0.2514321164280394

Rysunek 11: Obliczone miary dla rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc sygnału sinusoidalnego

4 Wnioski

- Każdy sygnał ciągły można zdyskretyzować poprzez próbkowanie a następnie te próbki skwantyzować by ograniczyć dokładność zapisu oraz ilość pamięci potrzebnej do zapisu sygnału zdyskretyzowanego.
- Program poprawnie kwantyzuje oraz rekonstruuje sygnały.
- Program pozwala obliczenie 4 miar dla każdego skwantyzowanego sygnału.
- Najbardziej przypominający kształtem sygnał zrekonstruowany powstaje po rekonstrukcji z wykorzystaniem funkcji sinc.
- Kwantyzacja pozwala w efektywny sposób przedstawić sygnał w postaci cyfrowej
- Im większa częstotliwość próbkowania, tym jakość rekonstrukcji jest lepsza
- Im więcej poziomów kwantyzacji, tym błąd kwantyzacji jest mniejszy.

Literatura

- [1] Instrukcja do zadania 1 na stronie przedmiotu. [przeglądany 28.04.2021], Dostępny w: <https://ftims.edu.p.lodz.pl/file.php/154/zadanie120101011.pdf>

[2] Instrukcja do zadania 2 na stronie przedmiotu. [przełączany 28.04.2021], Dostępny w:
<https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/13449/modresource/content/0/zadanie2.pdf>