

Cyfrowe przetwarzanie sygnału

Zadanie 2

Mateusz Woskowicz 208345

Szymon Marciniak 203937

1. Wstęp

Celem sprawozdania jest podsumowanie prac nad programem, którego zadaniem jest przeprowadzanie procesu konwersji analogowo-cyfrowej (A/C) oraz cyfrowo-analogowej (C/A) sygnałów.

2. Dostępne konwersje oraz miary

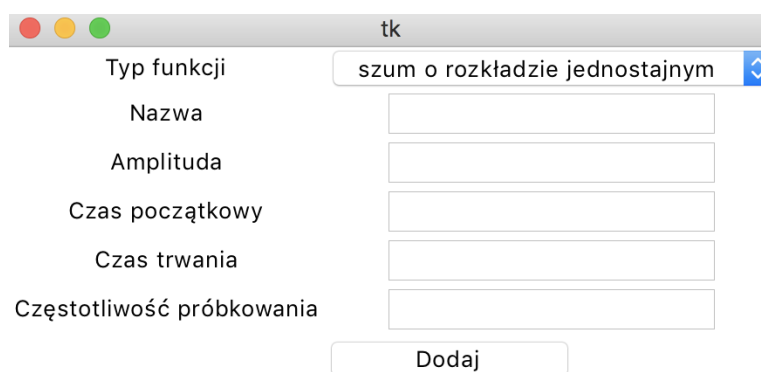
- Konwersja A/C – próbkowanie równomierne
- Konwersja A/C – kwantyzacja
 - Kwantyzacja równomierna z obcięciem
 - Kwantyzacja równomierna z zaokrągleniem
- Konwersja C/A – rekonstrukcja sygnału
 - Ekstrapolacja zerowego rzędu (Zero Order Hold)
 - Interpolacja pierwszego rzędu (First Order Hold)
 - Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sin

Program, prócz przeprowadzania i wizualizacji konwersji, oblicza także odpowiednie miary podobieństwa sygnałów, tak by umożliwić ocenę skutków konkretnej konwersji. Dostępne miary:

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

3. Obsługa programu

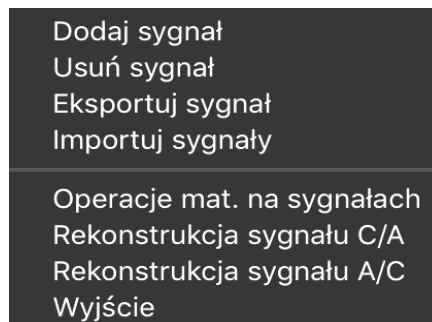
Z menu kontekstowego programu należy wybrać opcję „Dodaj sygnał”. Następnie należy z listy sygnałów wybrać pożądany przez nas sygnał, wpisując wymagane parametry. Po wciśnięciu przycisku „Dodaj”, zostanie on dodany do listy wszystkich sygnałów.



Typ funkcji	szum o rozkładzie jednostajnym
Nazwa	<input type="text"/>
Amplituda	<input type="text"/>
Czas początkowy	<input type="text"/>
Czas trwania	<input type="text"/>
Częstotliwość próbkowania	<input type="text"/>

Dodaj

W celu przeprowadzenia konwersji należy wybrać odpowiedni przycisk w menu kontekstowym. Wszystkie opcje menu kontekstowego pokazane są na poniższym zrzucie ekranu:



W celu wyboru rekonstrukcji C/A danego sygnału, należy kliknąć na „Rekonstrukcja sygnału C/A”. Pojawia się menu, w którym należy wybrać interesujący nas sygnał, typ rekonstrukcji oraz gęstość.

Aplikacja do generowania sygnałów

Sygnał sinusoidalny

Działanie Ekstrapolacja ZOH

Gęstość

Wykonaj

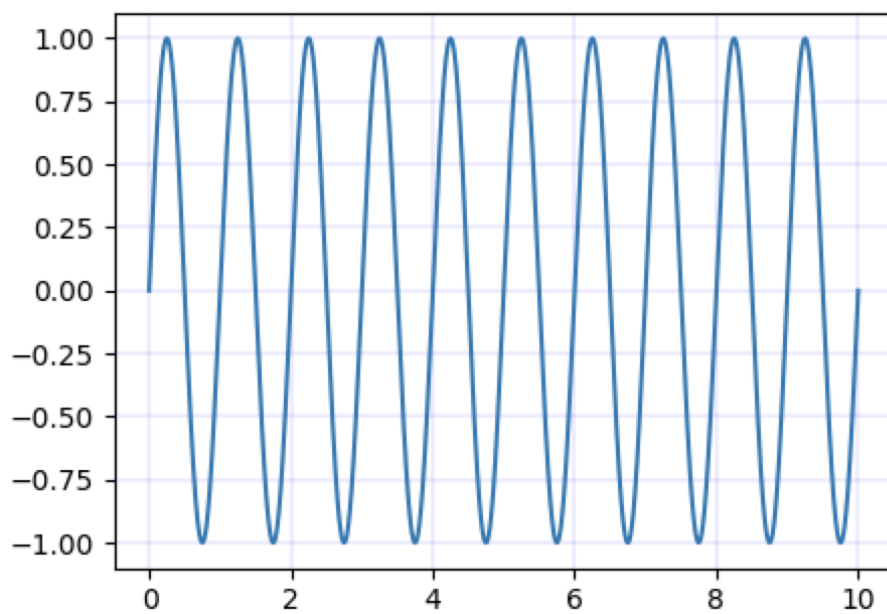
Analogiczna sytuacja ma miejsce podczas kwantyzacji sygnału, wybierając opcję „Rekonstrukcja sygnału A/C”. Z tym, że zamiast częstotliwości podajemy poziom kwantyzacji.

Program oblicza standardowe miary dla każdego sygnału, m.in. wartość średnią, wariancję, moc średnią. Dodatkowo dla sygnałów poddanych konwersji obliczane są miary podobieństwa wymienione w punkcie 2.

4. Badanie zachowania kwantyzacji w zależności od przyjętego poziomu

Sygnał wejściowy jest sygnałem sinusoidalnym o następujących parametrach:

- amplituda: 1
- czas początkowy: 0
- czas trwania: 10s
- okres podstawowy: 1
- częstotliwość próbkowania: 1000 Hz



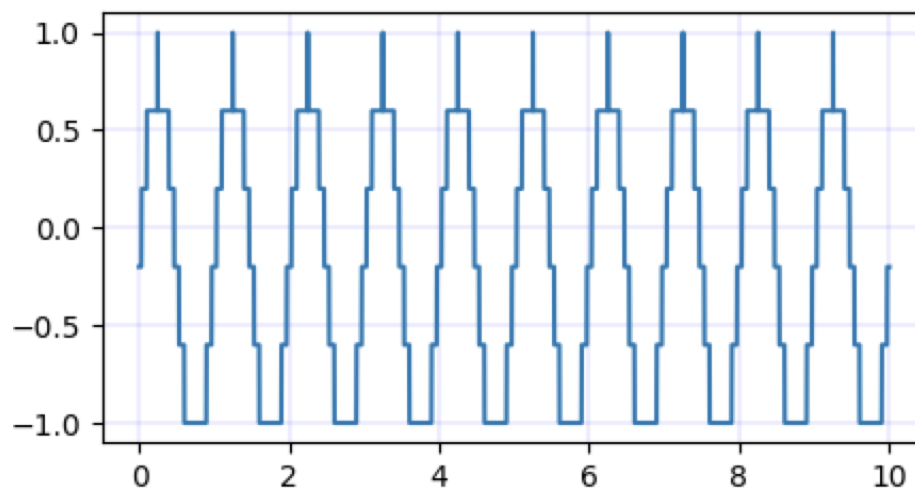
Poziom kwantyzacji: 6

Błąd sredniokwadratowy: 0.056

Stosunek sygnał - szum: 9.489

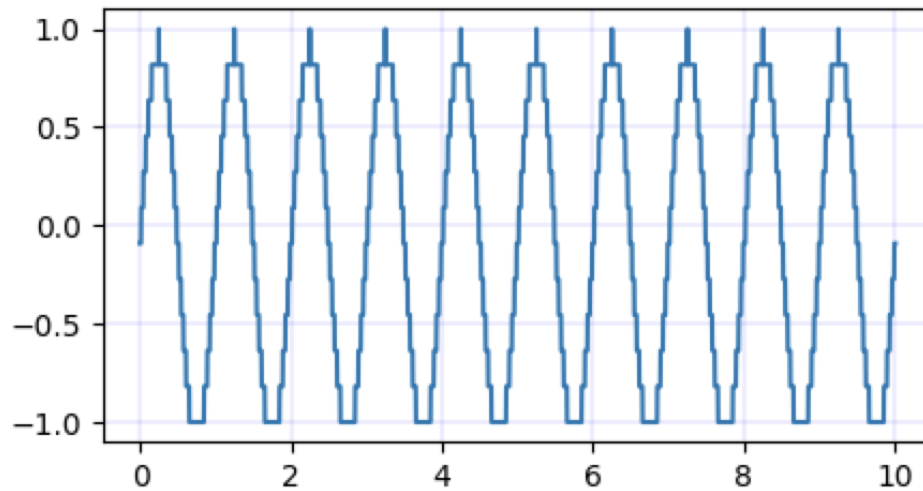
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 12.499

Maksymalna różnica: 0.4



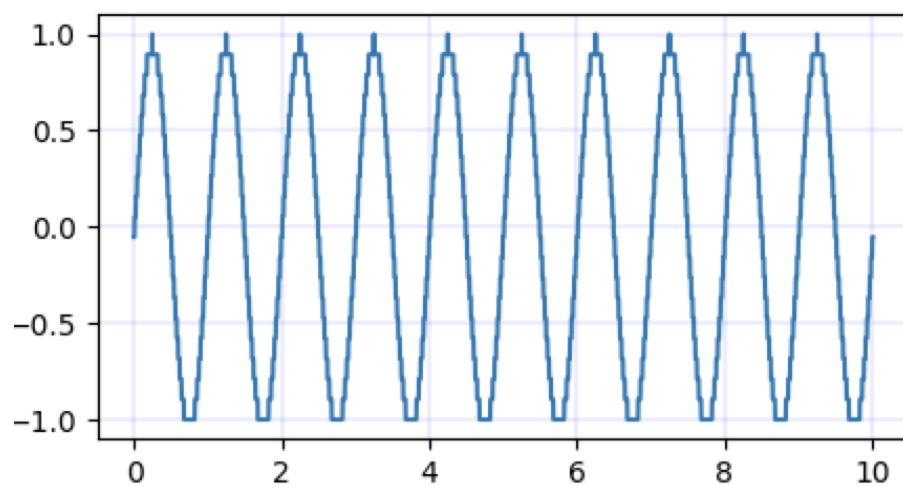
Poziom kwantyzacji: 12

Błąd sredniokwadratowy: 0.011
Stosunek sygnał - szum: 16.415
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 19.425
Maksymalna różnica: 0.182



Poziom kwantyzacji: 20

Błąd sredniokwadratowy: 0.004
Stosunek sygnał - szum: 21.201
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 24.212
Maksymalna różnica: 0.105



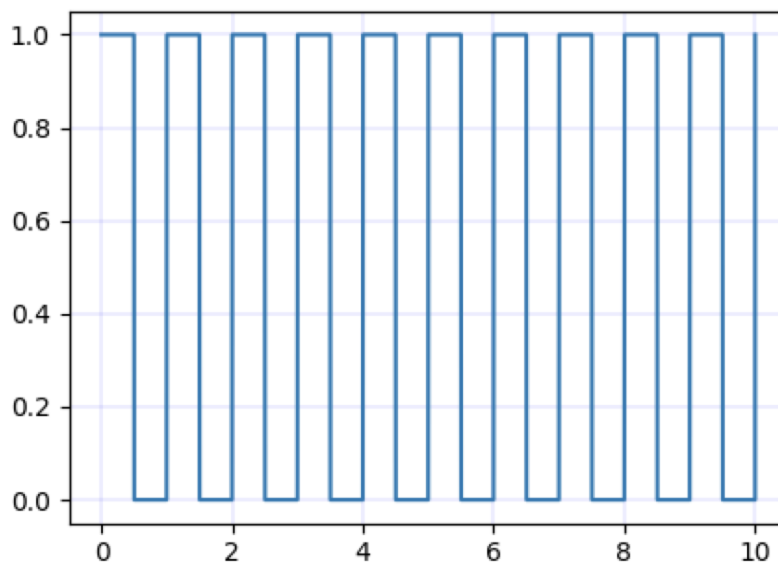
4.1 Wnioski

- Im większy poziom kwantyzacji, tym mniejszy jest błąd średniokwadratowy oraz maksymalna różnica.
- Stosunek sygnał-szum zachowuje się odwrotnie, rosnąc wraz z większym poziomem kwantyzacji.
- Miary prawdopodobieństwa każdego z wykresów pozwalają stwierdzić, iż konwersja działa w sposób prawidłowy.

5. Badanie zachowania interpolacji sinus w zależności od przyjętej częstotliwości

Sygnał wejściowy jest sygnałem prostokątnym o następujących parametrach:

- amplituda: 1
- czas początkowy: 0
- czas trwania: 10s
- okres podstawowy: 1
- współczynnik wypełnienia: 0.5
- częstotliwość próbkowania: 1000 Hz



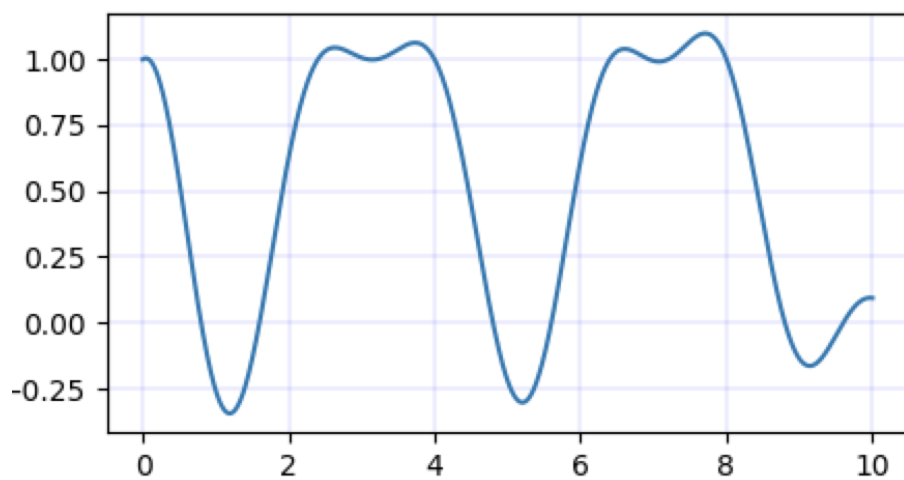
Gęstość: 500

Błąd sredniokwadratowy: 0.385

Stosunek sygnał - szum: 2.423

Szczytowy stosunek sygnał - szum: 4.551

Maksymalna różnica: 1.002



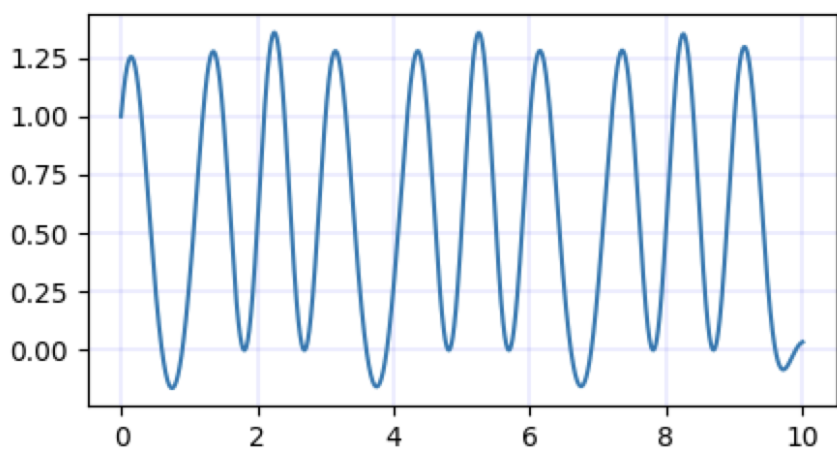
Gęstość: 300

Błąd sredniokwadratowy: 0.423

Stosunek sygnał - szum: 1.811

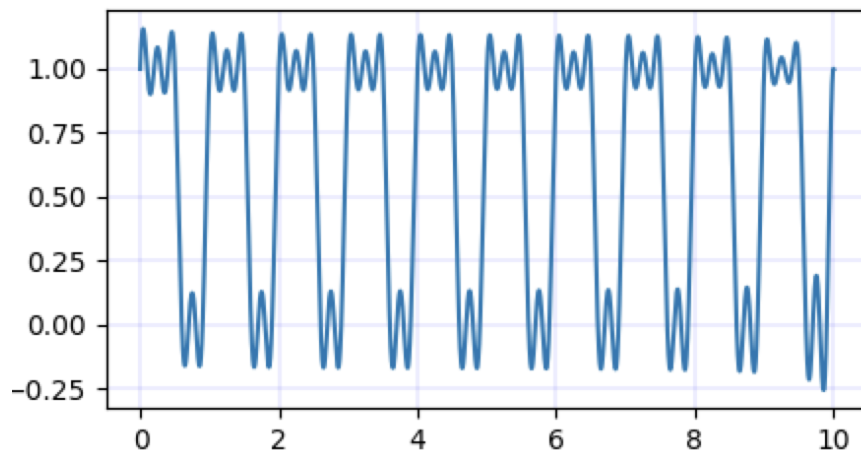
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 5.069

Maksymalna różnica: 1.093



Gęstość: 100

Błąd sredniokwadratowy: 0.488
Stosunek sygnał - szum: 0.947
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 3.752
Maksymalna różnica: 1.156



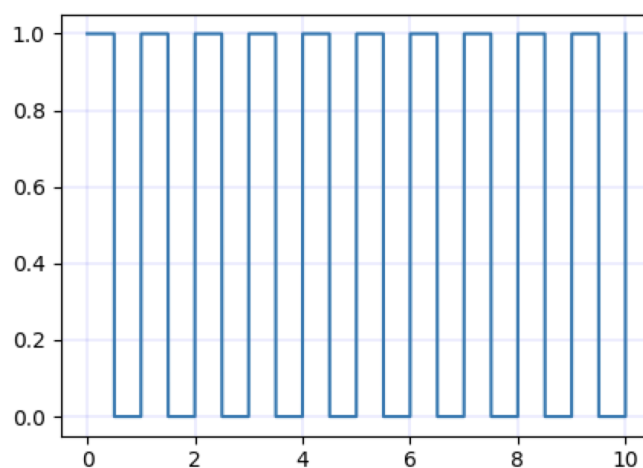
5.1 Wnioski

- Im mniejszy przedział próbkowania, tym większe podobieństwo sygnału zrekonstruowanego do oryginalnego.
- Dla sygnału prostokątnego osiągnęliśmy mniejszą dokładność ekstrapolacji niż dla sygnałów okresowych.

6. Badanie zachowania ekstrapolacji ZOH w zależności od przyjętej częstotliwości

Sygnał wejściowy jest sygnałem prostokątnym o następujących parametrach:

- amplituda: 1
- czas początkowy: 0
- czas trwania: 10s
- okres podstawowy: 1
- współczynnik wypełnienia: 0.5
- częstotliwość próbkowania: 1000 Hz



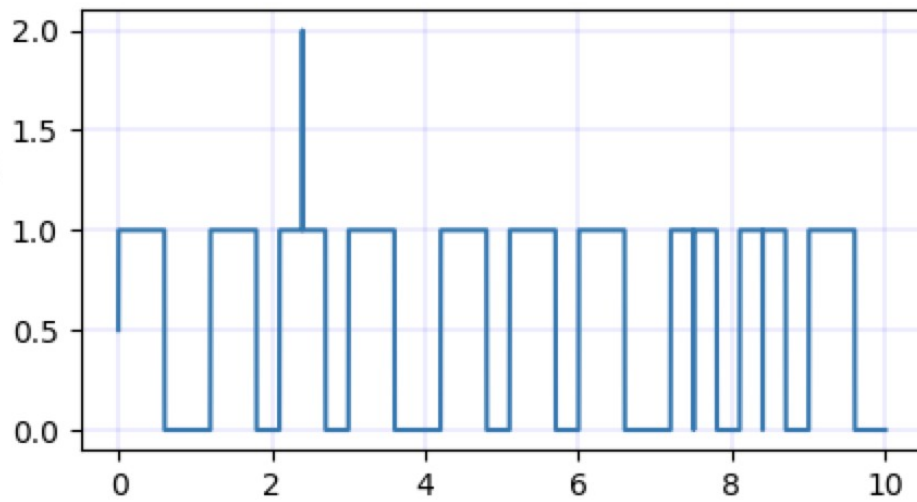
Gęstość: 300

Błąd sredniokwadratowy: 0.57

Stosunek sygnał - szum: 2.129

Szczytowy stosunek sygnał - szum: 7.103

Maksymalna różnica: 1.0



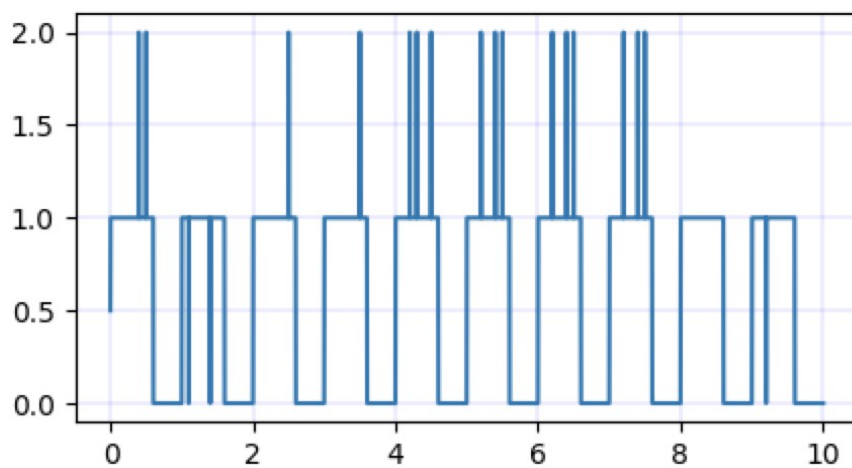
Gęstość: 100

Błąd sredniokwadratowy: 0.541

Stosunek sygnał - szum: 1.843

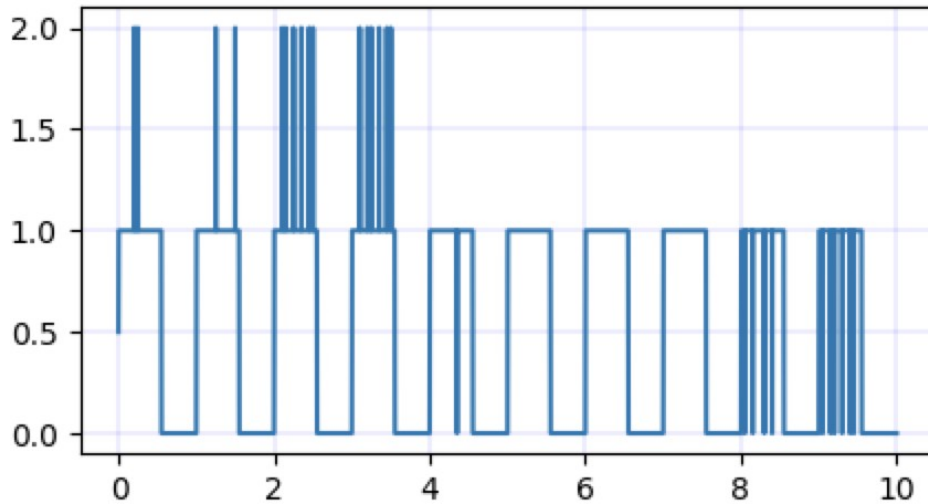
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 7.006

Maksymalna różnica: 1.0



Gęstość: 50

Błąd sredniokwadratowy: 0.456
Stosunek sygnał - szum: 0.908
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 6.488
Maksymalna różnica: 1.0



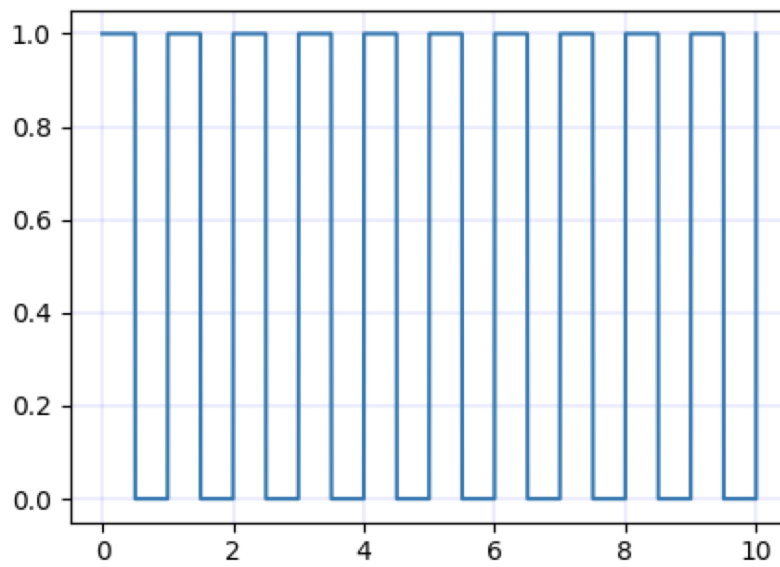
6.1 Wnioski

- Metoda ZOH nie jest w stanie poprawnie zrekonstruować sygnału. Prezentowane wyniki można uznać za niezadowalające.

7. Badanie zachowania próbkowania FOH w zależności od przyjętej częstotliwości

Sygnał wejściowy jest sygnałem prostokątnym o następujących parametrach:

- amplituda: 1
- czas początkowy: 0
- czas trwania: 10s
- okres podstawowy: 1
- współczynnik wypełnienia: 0.5
- częstotliwość próbkowania: 1000 Hz



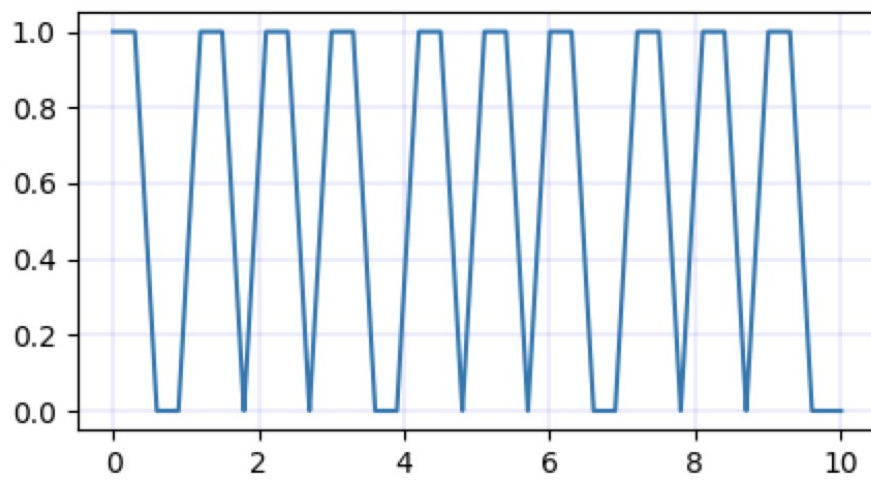
Gęstość: 300

Błąd sredniokwadratowy: 0.57

Stosunek sygnał - szum: 2.218

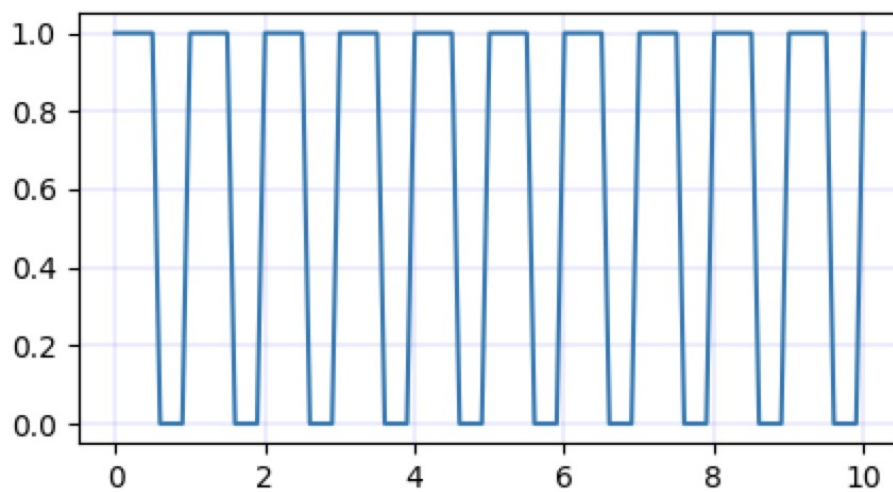
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 4.175

Maksymalna różnica: 1.0



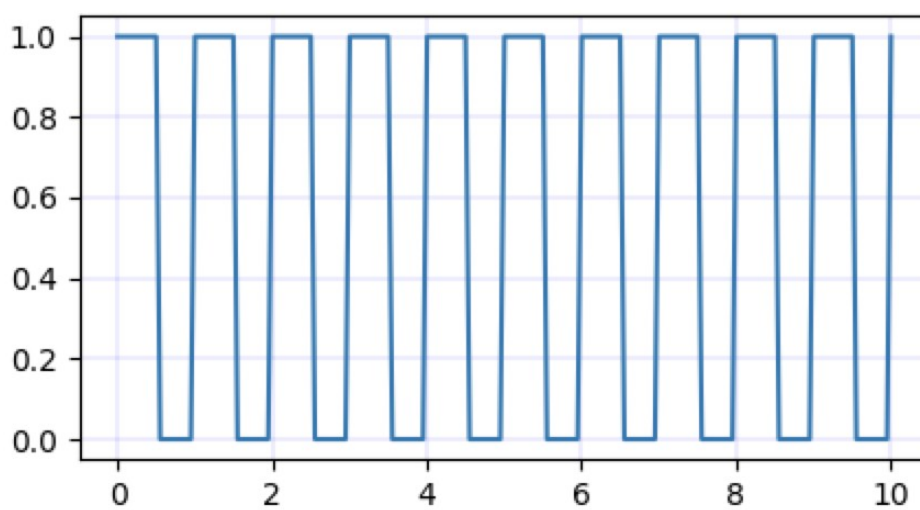
Gęstość: 100

Błąd sredniokwadratowy: 0.541
Stosunek sygnał - szum: 1.871
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 4.023
Maksymalna różnica: 1.0



Gęstość: 50

Błąd sredniokwadratowy: 0.456
Stosunek sygnał - szum: 0.92
Szczytowy stosunek sygnał - szum: 3.49
Maksymalna różnica: 1.0



7. 1 Wnioski

- Ekstrapolacja FOH lepiej radzi sobie z rekonstrukcją sygnału nieokresowego niż przedstawiona wcześniej ekstrapolacja ZOH.
- Im mniejszy przedział próbkowania, tym większe podobieństwo sygnału zrekonstruowanego do oryginalnego.

8. Implementacja

Program zaimplementowany jest w języku Python, z użyciem bibliotek *Tkinter*, *matplotlib* oraz *numpy*. Funkcje odpowiadające za próbkowanie można znaleźć w pliku *sampling.py*, natomiast za kwantyzacja – w pliku *quantization.py*. Obliczenia miar podobieństwa znajdują się w pliku *sampling_quant_utils.py*. Podobnie jak w zadaniu pierwszym, każdy wygenerowany sygnał jest nową instancją klasy *CPSSignal*.