

# **Zadanie nr 3 - Splot, filtracja i korelacja sygnałów**

## **Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów**

Jakub Wąchała, 216914      Radosław Grela, 216769

17.05.2020

# 1 Cel zadania

Celem zadania jest oswojenie się z zagadnieniami dotyczącymi splotu, filtracji i korelacji sygnałów. Zadanie polega na implementacji wybranych wariantów filtracji, funkcji okien, które są często wykorzystywane w praktyce cyfrowej filtracji sygnałów.

## 2 Wstęp teoretyczny

Program ten jest wzbogaconą o powyższe funkcjonalności wersją programu z zadania 1. i 2. Umożliwia wykonanie operacji splotu, korelację sygnałów dyskretnych, tworzenie filtrów o ustalonej wartości ( $M$  - rząd filtru,  $f_0$  - odcięcia filtru,  $f_d$  - częstotliwość próbkowania sygnału) z wykorzystaniem okien.

- Splot - jedna z najważniejszych operacji, która wykorzystywana jest podczas filtracji sygnałów dyskretnych. Polega na przetwarzaniu dwóch sygnałów dyskretnych co w konsekwencji daje nam jeden sygnał dyskretny.
- Korelacja sygnałów - bardzo ważna rzecz w przetwarzaniu sygnałów. Używana gdy porównujemy ze sobą dwa sygnały np. sygnał oryginalny z sygnałem oryginalnym, ale przesuniętym na osi. Tak samo jak operacja splotu - podając dwa sygnały otrzymujemy jeden.
- Filtracja - jedna z podstawowych operacji w cyfrowym przetwarzaniu sygnałów. W jej procesie widmo sygnału podlega modyfikacji tj. odfiltrowanie składowych sygnału, których częstotliwości znajdują się w paśmie zaporowym, natomiast te, które znajdują się w paśmie przepustowym (pozostała część) nie są zmieniane lub ulegają małemu tłumieniu.
- Okno - postać odpowiedzi impulsowej filtru SOI??????

### 2.1 Dodatkowo zaimplementowane warianty:

1. Wykorzystane okna
  - okno prostokątne
  - (O2) okno Hanninga
2. Wykorzystane filtry
  - filtr dolnoprzepustowy

- (F1) filtr środkowoprzepustowy

### 3. Operacja splotu

#### 4. Korelacja sygnałów dyskretnych

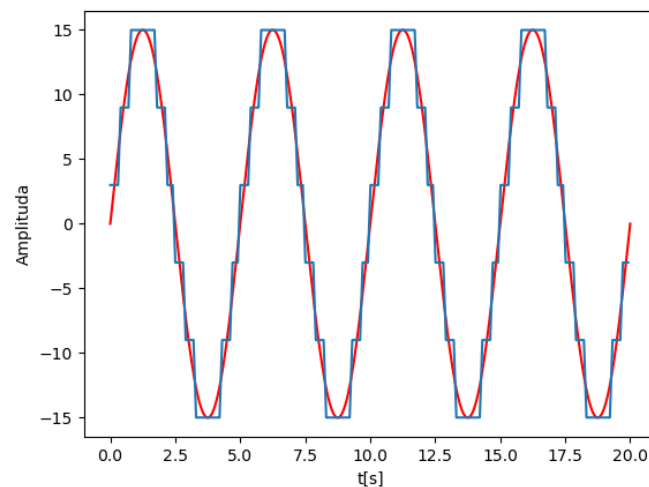
- korelacja bezpośrednia
- korelacja z użyciem splotu

## 3 Eksperymenty i wyniki

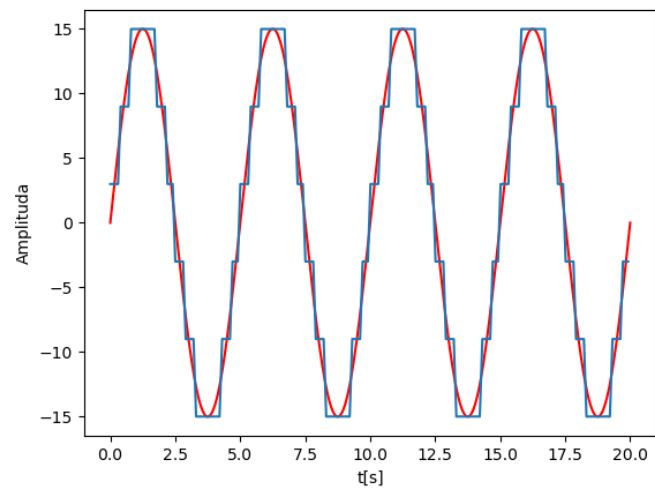
Eksperymenty zostały przez nas podzielone na: operacje splotu, operacje korelacji, operacje filtracji z wykorzystaniem okna. Skorzystamy z funkcji trójkątnej i sinusoidalnej z parametrami:

- amplituda: 5
- okres: 1
- czas początkowy: 0
- czas trwania: 10

### 3.1 Operacje splotu

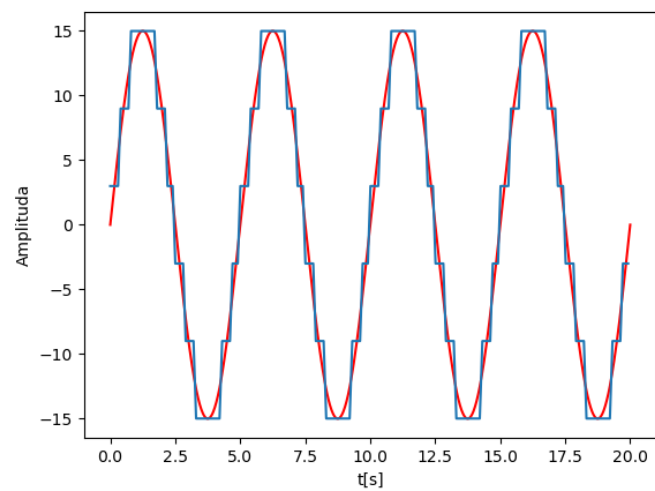


Rysunek 1: Operacja splotu funkcji sinusoidalnej

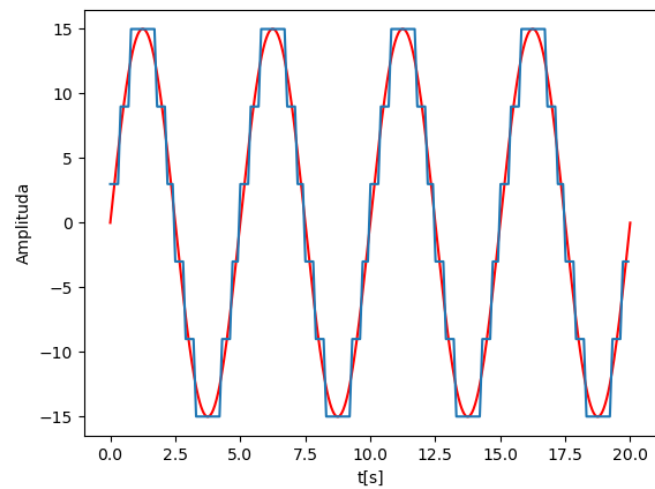


Rysunek 2: Operacja splotu funkcji trójkątnej

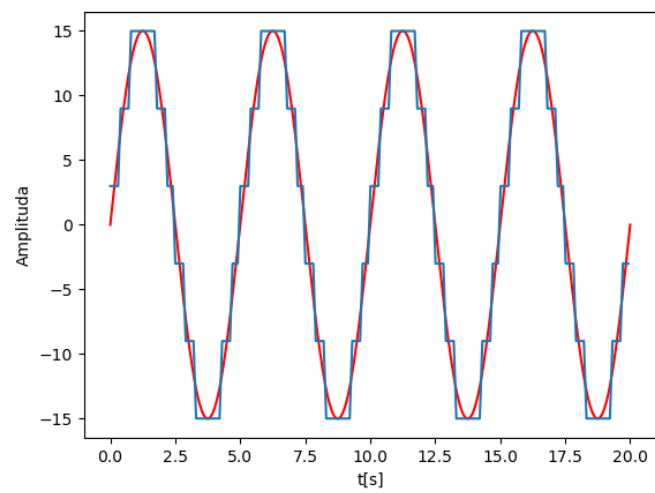
### 3.2 Operacje korelacji



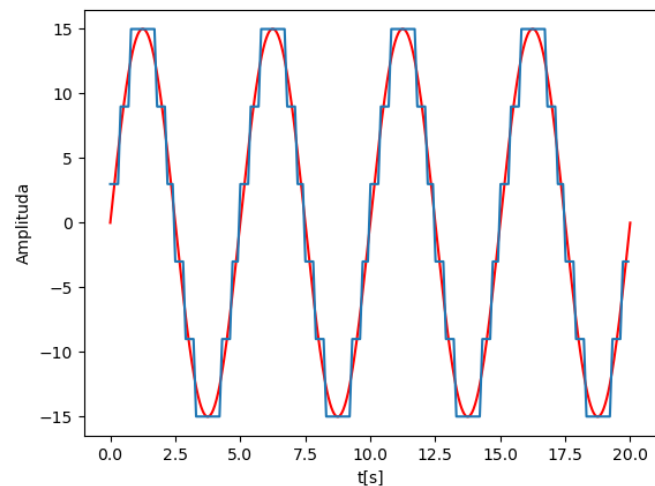
Rysunek 3: Operacja korelacji bezpośredniej dla funkcji sinusoidalnej



Rysunek 4: Operacja korelacji przez splot dla funkcji sinusoidalnej



Rysunek 5: Operacja korelacji bezpośredniej dla funkcji trójkątnej



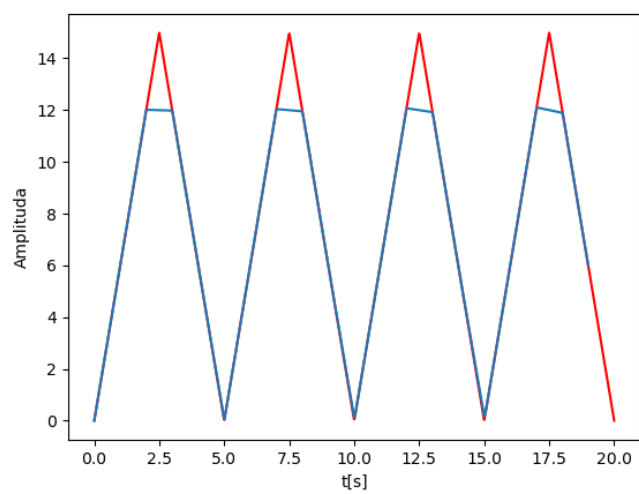
Rysunek 6: Operacja korelacji przez splot dla funkcji trójkątnej

### 3.3 Operacje filtracji z wykorzystaniem okna

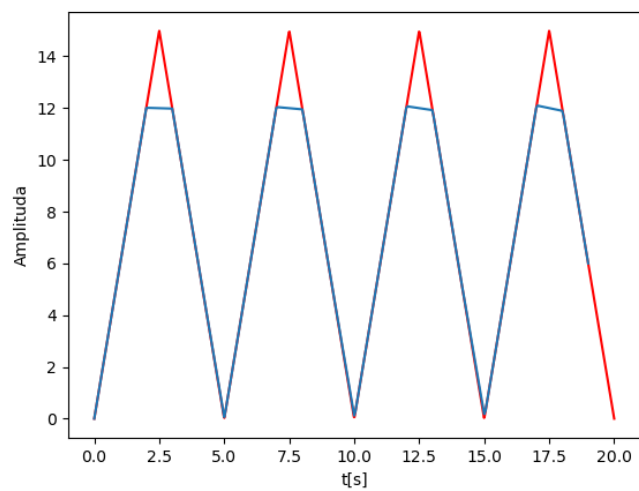
Celem eksperymentu jest przedstawienie wyników procesu filtracji z wykorzystaniem okna. O parametrach:

- Rząd filtru ( $M$ ): 51
- Częstotliwość odcięcia filtru ( $f_0$ ): 15
- Częstotliwość próbkowania sygnału( $f_d$ ): 200

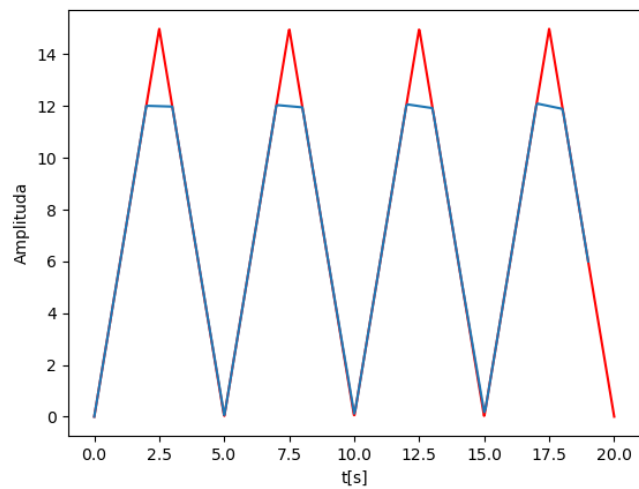
### 3.3.1 Rezultat



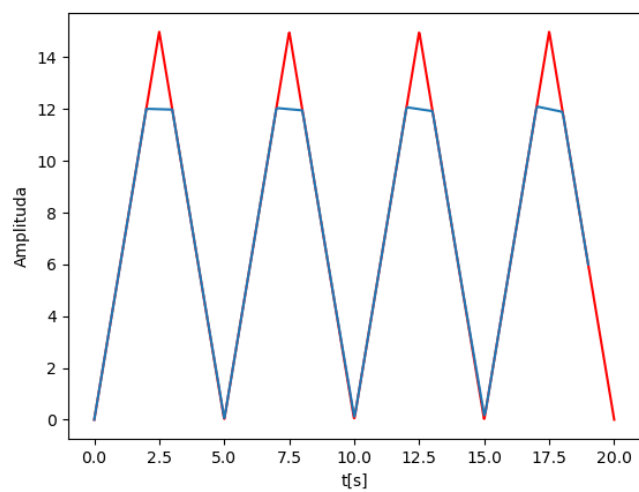
Rysunek 7: Filtr dolnoprzepustowy dla funkcji sinusoidalnej



Rysunek 8: Filtr dolnoprzepustowy dla funkcji trójkątnej



Rysunek 9: Filtr środkowoprzepustowy z oknem Hanninga dla funkcji sinusoidalnej



Rysunek 10: Filtr środkowoprzepustowy z oknem Hanninga dla funkcji trójkątnej

## 4 Wnioski

- Prezentowane wyniki są dowodem na poprawne wykonanie zadania tj. poprawność konwersji A/C (kwantyzacji równomiernej z zaokrągleniem



oraz próbkowania), C/A (interpolacji pierwszego rzędu, ekstrapolacji zerowego rzędu, rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinus) wraz z ich miarami. Widzimy, że im większa częstotliwość (większa ilość próbek na sekundę) tym wykres zostaje zrekonstruowany w sposób bardziej dokładny.

- W przypadku ekstrapolacji widać widoczne zniekształcenie w stosunku do sygnału oryginalnego ponieważ powstaje ona przy użyciu funkcji  $\text{rect}$  (prostokąt), przez co przybiera ona postać schodkową. Lepiej wygląda to w wypadku interpolacji.
- Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinus jest dokładniejsza od ekstrapolacji zerowego rzędu (przyjmując, że porównujemy te same częstotliwości)
- Im większy stopień kwantyzacji tym błąd oraz maksymalna różnica jest mniejsza

## Literatura

- [1] *Zadanie 2 - Próbkowanie i kwantyzacja* Cyfrowe Przetwarzanie Sygnału  
WIKAMP FTIMS