

# **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. [1]

## 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

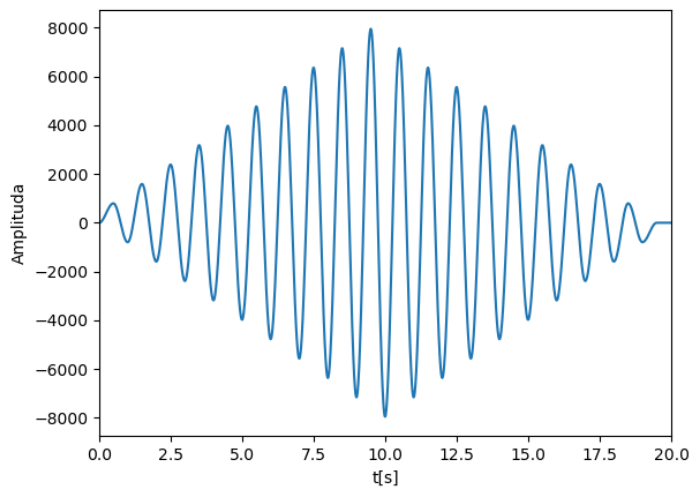
- (F1) filtr środkowoprzepustowy
3. Operacja splotu
  4. Korelacja sygnałów dyskretnych
    - korelacja bezpośrednia
    - korelacja z użyciem splotu

### 3 Eksperymenty i wyniki

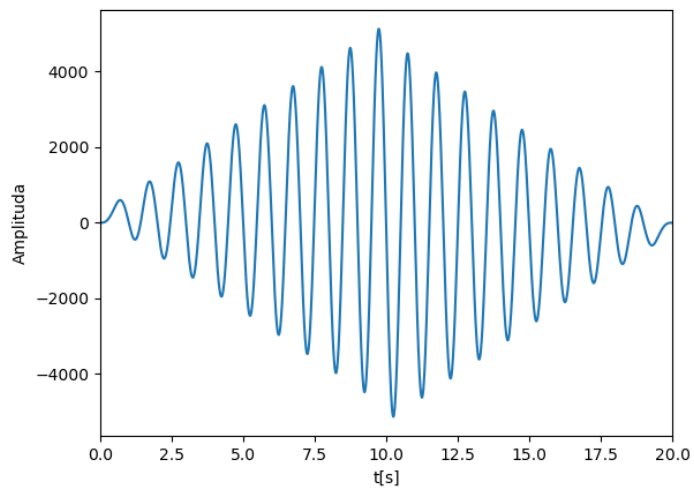
Eksperymenty zostały przez nas podzielone na: operacje splotu, operacje korelacji, operacje filtracji z wykorzystaniem okna. Skorzystamy z funkcji trójkątnej, sinusoidalnej, prostokątnej i sinus. wyprostowanej dwupołwkowo z parametrami:

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

#### 3.1 Operacje splotu

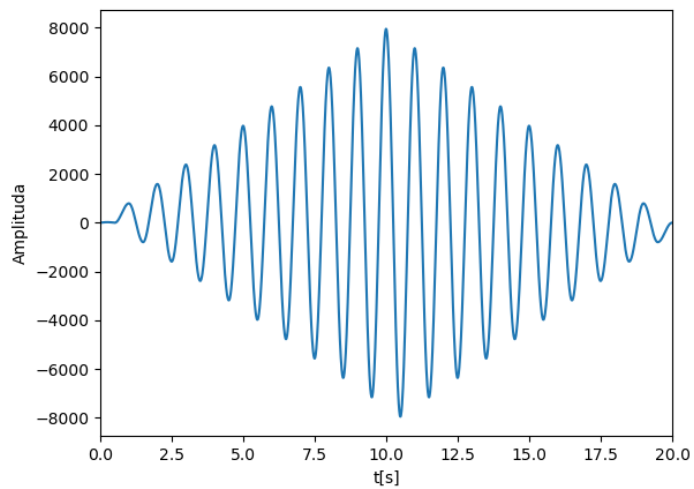


Rysunek 1: Operacja splotu funkcji sinusoidalnej i prostokątnej

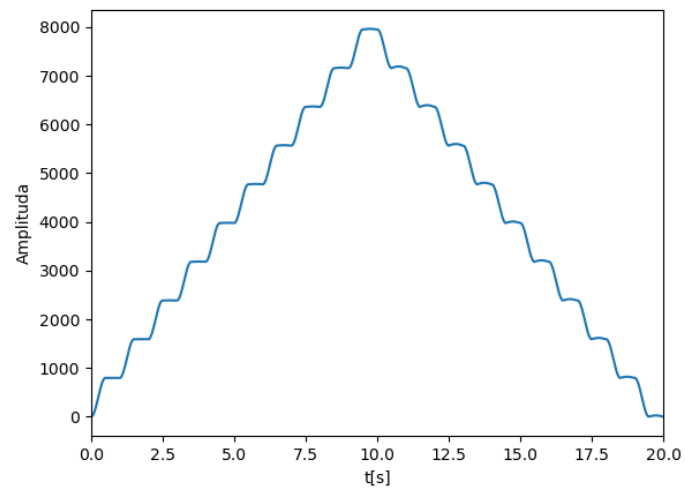


Rysunek 2: Operacja splotu funkcji trójkątnej i sinusoidalnej

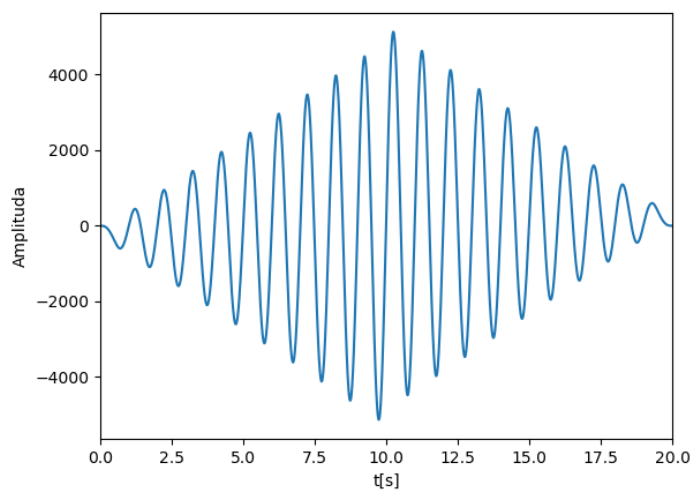
### 3.2 Operacje korelacji



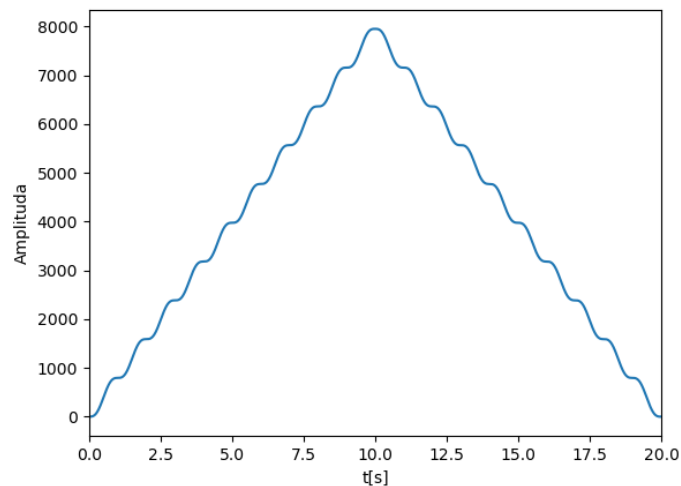
Rysunek 3: Operacja korelacji bezpośredniej dla funkcji sinusoidalnej i prostokątnej



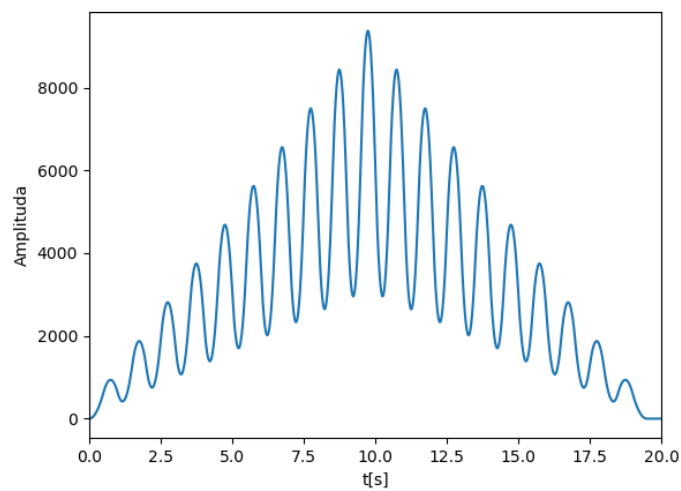
Rysunek 4: Operacja korelacji bezpośredniej dla funkcji prostokątnej i sinus. wyprostowanej dwupołówkowo



Rysunek 5: Operacja korelacji bezpośredniej dla funkcji sinusoidalnej i trójkątnej



Rysunek 6: Operacja korelacji przez splot dla funkcji trójkątnej i sinus. wyprostowanej dwupołówkowo



Rysunek 7: Operacja korelacji przez splot dla funkcji trójkątnej i prostokątnej

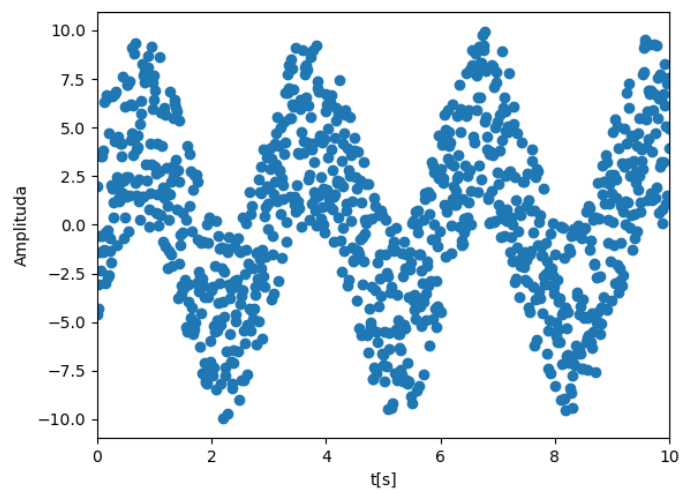
### 3.3 Operacje filtracji z wykorzystaniem okna

Celem eksperymentu jest przedstawienie wyników procesu filtracji sygnałów zaszumionych z i bez wykorzystania okna. O parametrach:

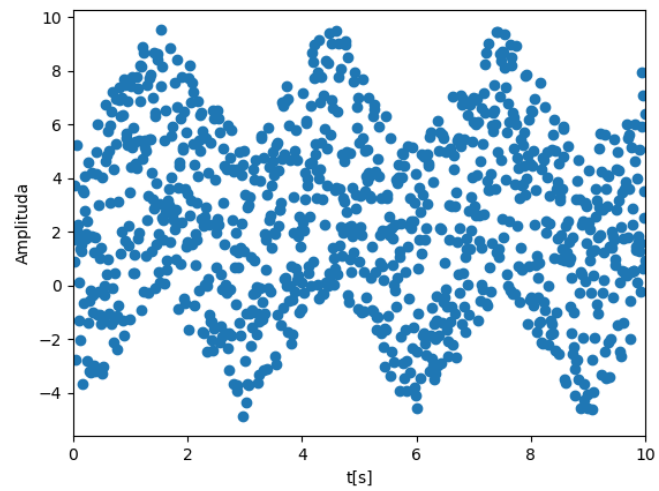
- amplituda: 5

- okres: 3
- czas początkowy: 0
- czas trwania: 10
- Rząd filtru (M): 57
- Częstotliwość odcięcia filtru ( $f_0$ ): 1
- Częstotliwość próbkowania sygnału( $f_d$ ): 250

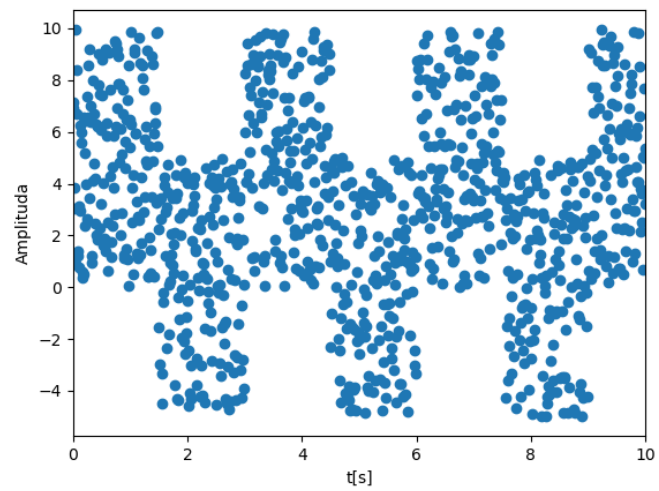
### 3.3.1 Rezultat



Rysunek 8: Zaszumiony sygnał sinusoidalny

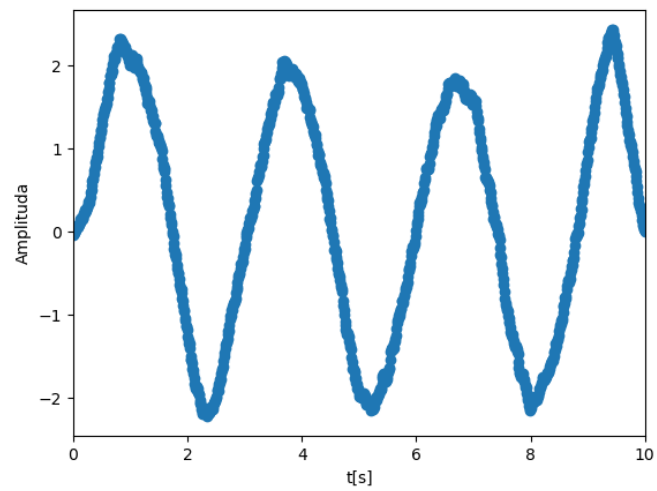


Rysunek 9: Zaszumiony sygnał trojkątny

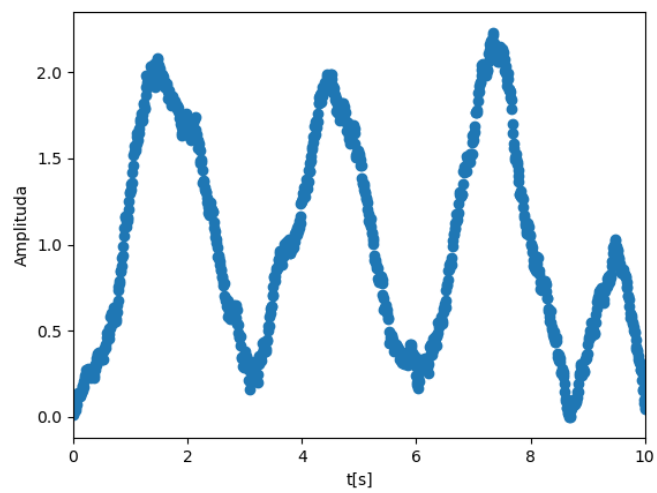


Rysunek 10: Zaszumiony sygnał prostokątny

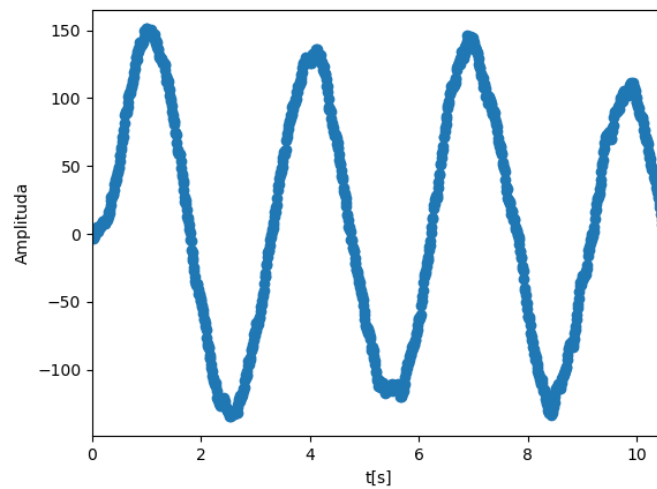




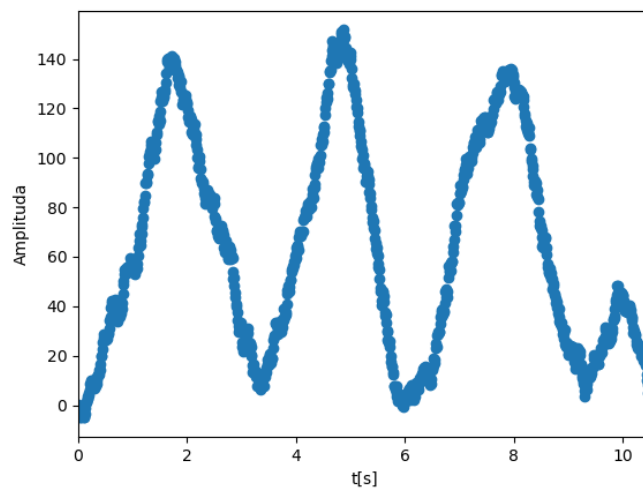
Rysunek 11: Filtr dolnoprzepustowy dla funkcji sinusoidalnej



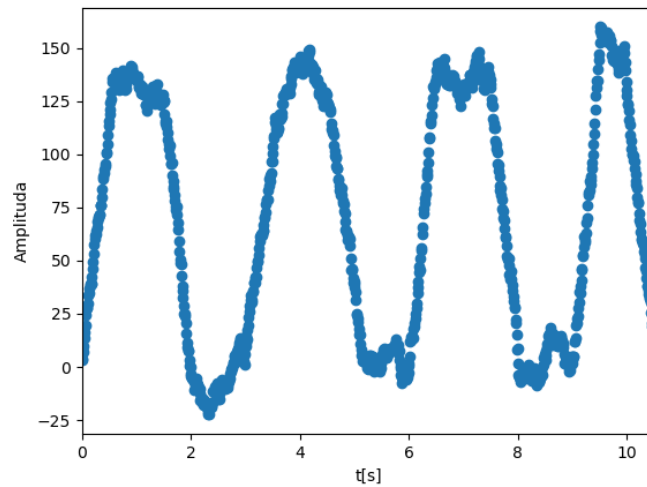
Rysunek 12: Filtr dolnoprzepustowy dla funkcji trójkątnej



Rysunek 13: Filtr środkowoprzepustowy z oknem Hanninga dla funkcji sinusoidalnej



Rysunek 14: Filtr środkowoprzepustowy z oknem Hanninga dla funkcji trójkątnej



Rysunek 15: Filtr środkowoprzepustowy z oknem Hanninga dla funkcji prostokątnej

### 3.4 Antena - pomiar odległości

Jednym ze sposobów wykorzystania otrzymanych rezultatów porównania sygnałów przesuniętych jest pomiar odległości od celu za pomocą radaru. Radar wysyła sygnał, który po odbiciu od obiektu powraca do anteny z opóźnieniem. Wykorzystując właśnie to opóźnienie i korelację sygnału wysłanego i zwrotnego. W poniższej tabeli przedstawiamy wyniki dla obliczonych odległości tj. odległość oryginalną, obliczony dystans oraz różnicę między nimi.

- Liczba pomiarów: 10
- Prędkość rzeczywista: 10
- Prędkość w abstrakcyjnym ośrodku: 1000
- Okres sygnału: 1
- Częstotliwość próbkowania: 100
- Długość buforów: 500

| Oryginalny dystans | Obliczony dystans |
|--------------------|-------------------|
| 0                  | 1.841             |
| 10                 | 8.123             |
| 20                 | 18.162            |
| 30                 | 28.111            |
| 40                 | 38.127            |
| 50                 | 48.092            |
| 60                 | 58.131            |
| 70                 | 68.088            |
| 80                 | 78.096            |
| 90                 | 88.066            |

## 4 Wnioski

- Prezentowane wyniki są dowodem na poprawne wykonanie zadania tj. poprawność wykonania operacji splotu, korelacji bezpośredniej, korelacji z użyciem splotu, wykorzystaniu filtrów, oraz filtrów z oknami.

## Literatura

- [1] Instrukcja do zadania 3 - Splot, filtracja i korelacja sygnałów  
[https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/14039/mod\\_resource/content/1/zad3.pdf](https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/14039/mod_resource/content/1/zad3.pdf)  
[dostęp 19.05.2020]