

**Zadanie nr 4 - Przekształcenia Fouriera,
Walsha-Hadamarda, kosinusowe i
falkowe, szybkie algorytmy
Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów**

Jakub Wąchała, 216914 Radosław Grela, 216769

09.05.2020

1 Cel zadania

Celem zadania jest oswojenie się z zagadnieniami dotyczącymi przekształceń Fouriera, Walsha-Hadamarda, kosinusowych i falkowych oraz szybkich algorytmów. Zadanie polega na implementacji dodatkowych funkcjonalności do naszej aplikacji: rysowanie sygnałów o wartościach zespolonych oraz transformacje dyskretne i falkowe [1]

2 Wstęp teoretyczny

Program ten jest wzbogaconą wersją programu z zadania 1., 2., 3. Umożliwia wykonanie operacji przekształceń, rysowanie sygnałów o wartościach zespolonych oraz transformacje dyskretne i falkowe.

2.1 Zaimplementowane warianty:

1. Tryby prezentacji wykresów:
 - (W1) – górny wykres prezentuje część rzeczywistą amplitudy w funkcji częstotliwości, a wykres dolny część urojoną;
 - (W2) – górny wykres prezentuje moduł liczby zespolonej, a dolny argument liczby w funkcji częstotliwości.
2. Transformacje sygnałów
 - Dyskretna transformacja Fouriera – algorytm z definicji oraz szybka transformacja Fouriera;
 - Transformacja falkowa, wariant DB4

3 Eksperymenty i wyniki

Eksperymenty zostały przez nas podzielone na: prezentacje wykresów W1, W2, transformacje sygnałów.

Skorzystamy z funkcji sinusoidalnej z parametrami:

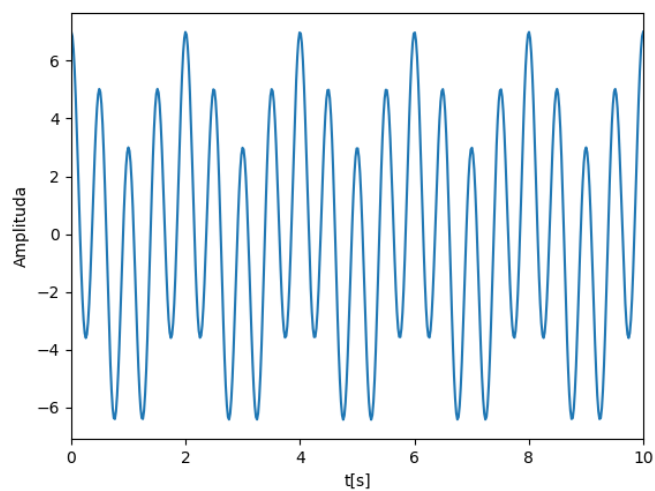
- amplituda: 1
- okres: 1
- czas początkowy: 0
- czas trwania: 10

A także z sygnału S1.

3.1 Sygnał S1

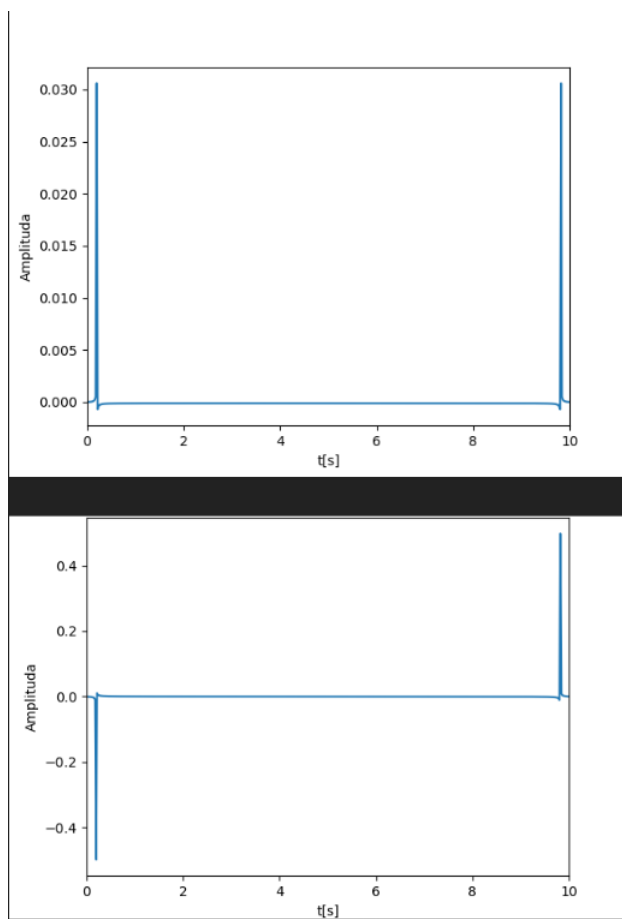
- (S1) - $S(t) = 2 \sin\left(\frac{2\pi}{2}t + \frac{\pi}{2}\right) + 5 \sin\left(\frac{2\pi}{0,5}t + \frac{\pi}{2}\right) f_{pr} = 16$

Rysunek 1: Funkcja opisująca sygnał S1

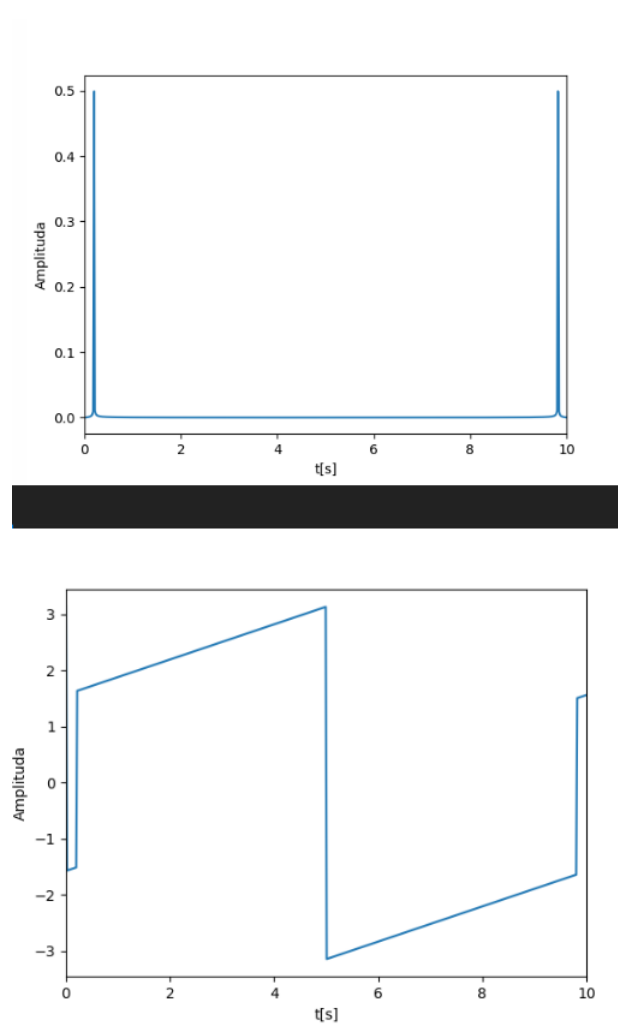


Rysunek 2: Sygnał S1 wykorzystany do przedstawienia transformacji i rysunków

3.2 Dyskretna transformacja Fouriera - sygnał sinusoidalny

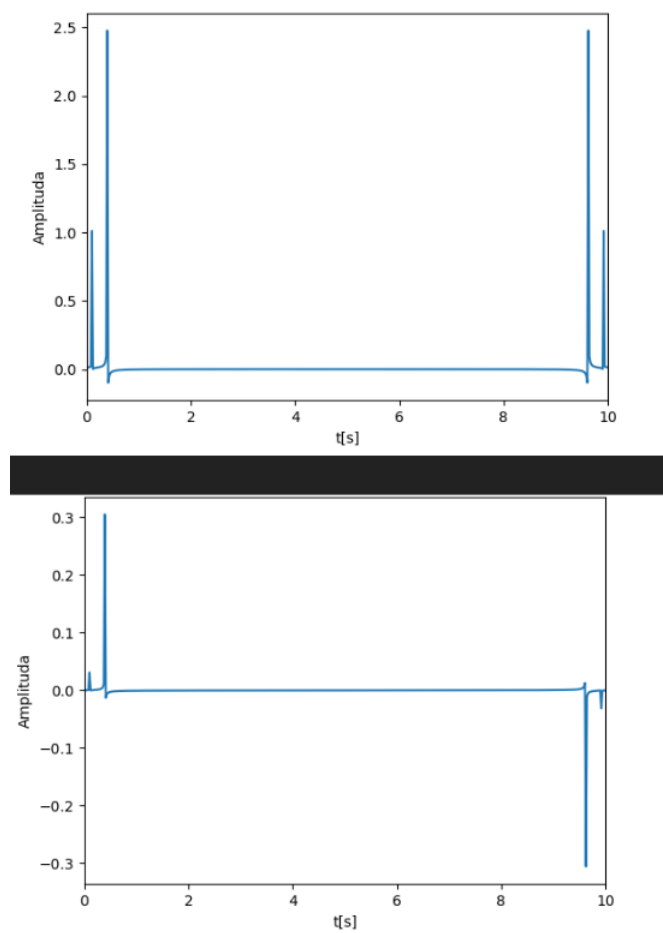


Rysunek 3: Dyskretna transformacja Fouriera W1 - sygnał sinusoidalny

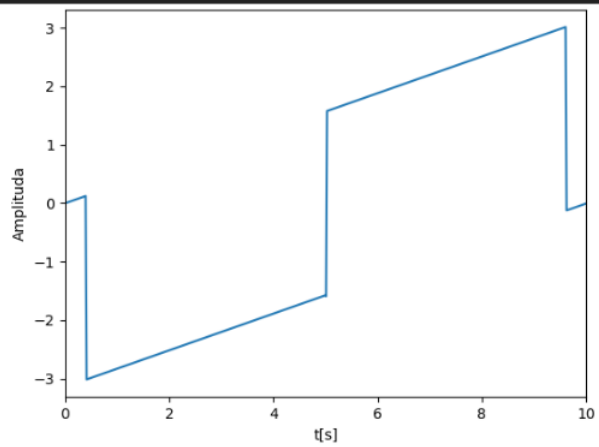
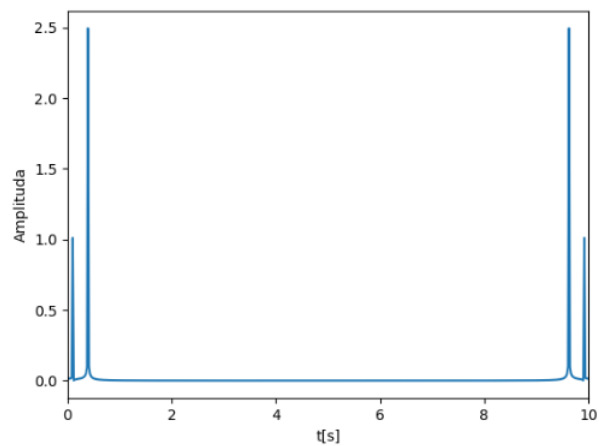


Rysunek 4: Dyskretna transformacja Fouriera W2 - sygnał sinusoidalny

3.3 Dyskretna transformacja Fouriera - sygnał S1

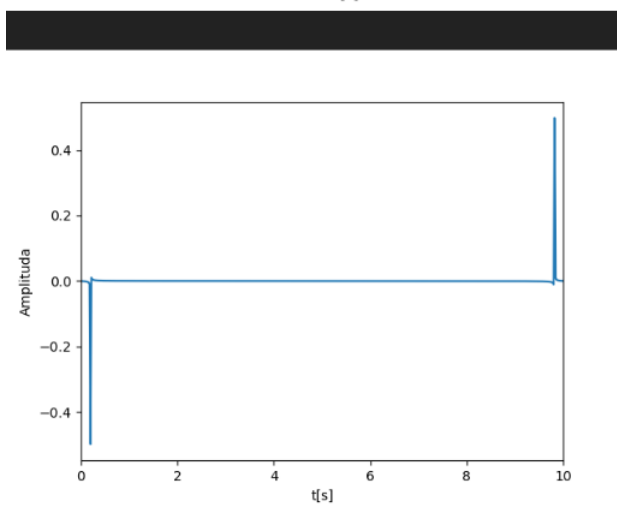
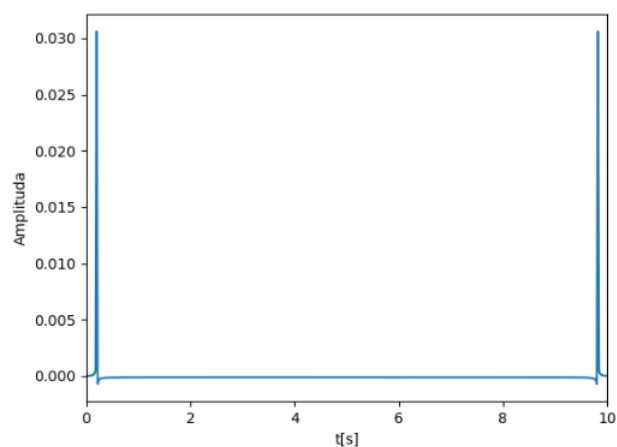


Rysunek 5: Dyskretna transformacja Fouriera W1 - sygnał S1

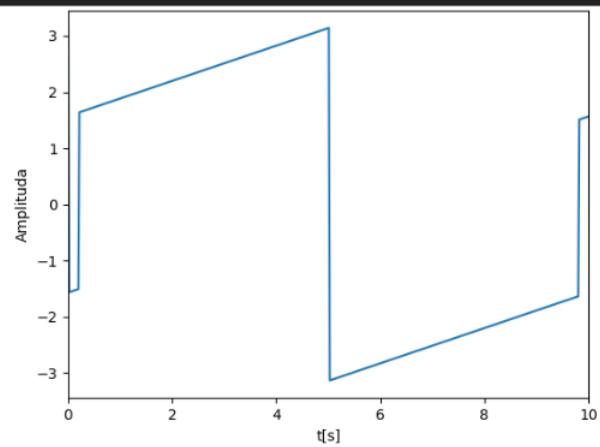
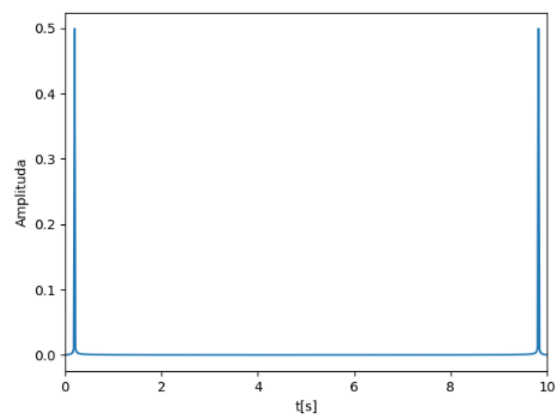


Rysunek 6: Dyskretna transformacja Fouriera W2 - sygnał S1

3.4 Szybka transformacja Fouriera - sygnał sinusoidalny

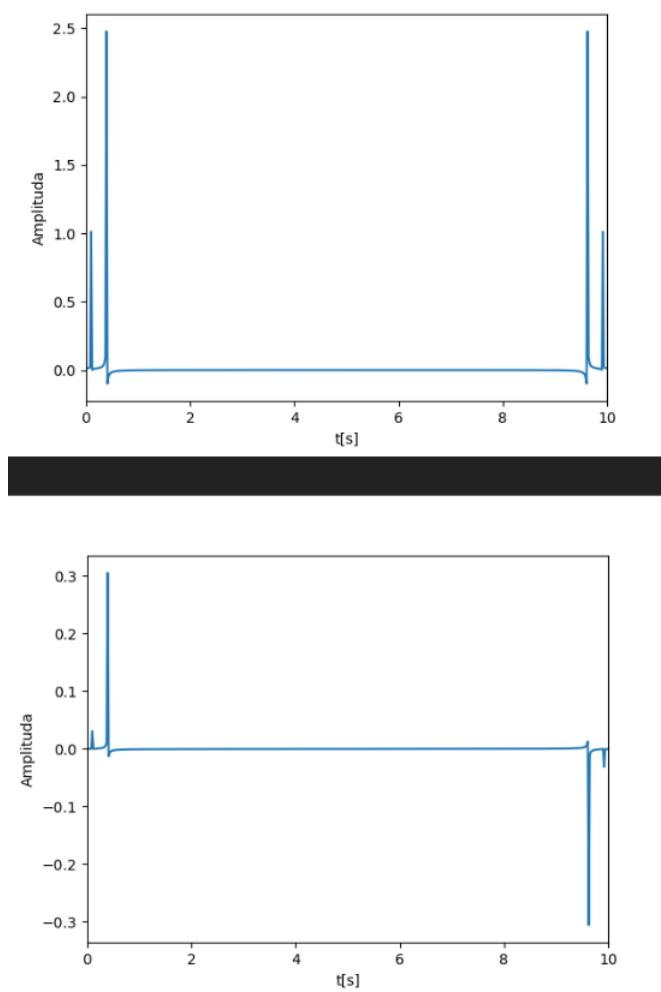


Rysunek 7: Szybka transformacja Fouriera W1 - sygnał sinusoidalny

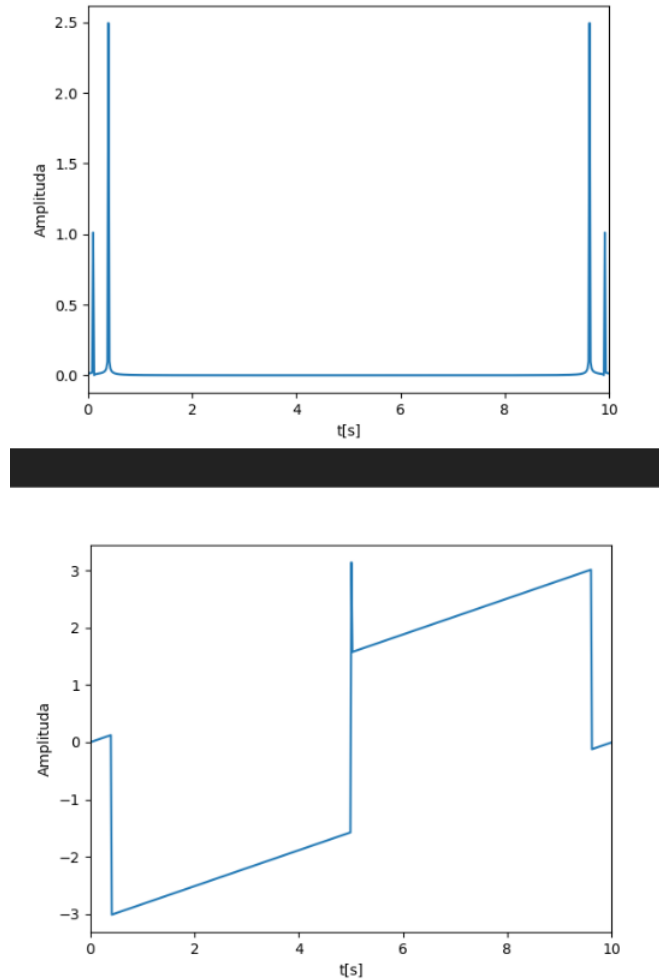


Rysunek 8: Szybka transformacja Fouriera W2 - sygnał sinusoidalny

3.5 Szybka transformacja Fouriera - sygnał s1



Rysunek 9: Szybka transformacja Fouriera W1 - sygnał s1



Rysunek 10: Szybka transformacja Fouriera W2 - sygnał s1

3.6 Zestawienie czasów dyskretnej i szybkiej transformaty Fouriera

- Sygnał sinusoidalny (5 uruchomień programu)

Dyskr. transf. Fouriera	Szybka transf. Fouriera
0.391950 s	0.008976 s
0.327151 s	0.009972 s
0.350166 s	0.007978 s
0.338912 s	0.008977 s
0.332111 s	0.010003 s

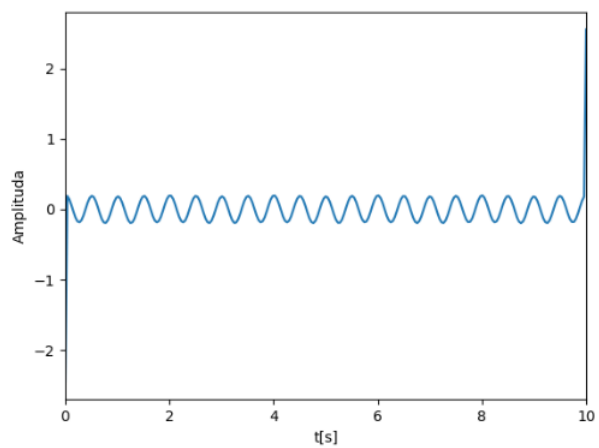
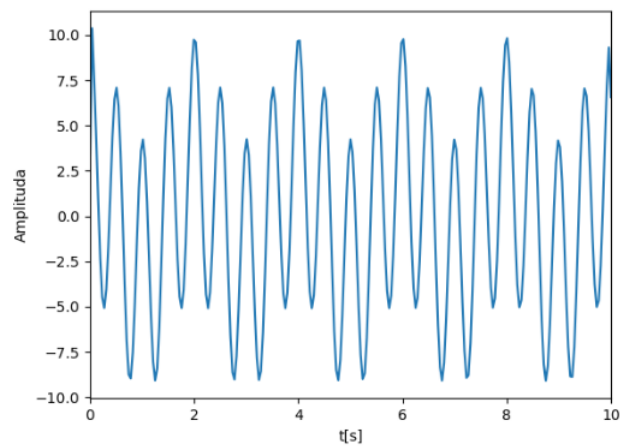
- Sygnał s1 (5 uruchomień programu)

Dyskr. transf. Fouriera	Szybka transf. Fouriera
0.350071 s	0.013932 s
0.323501 s	0.009993 s
0.347075 s	0.009973 s
0.325157 s	0.011967 s
0.373002 s	0.008976 s

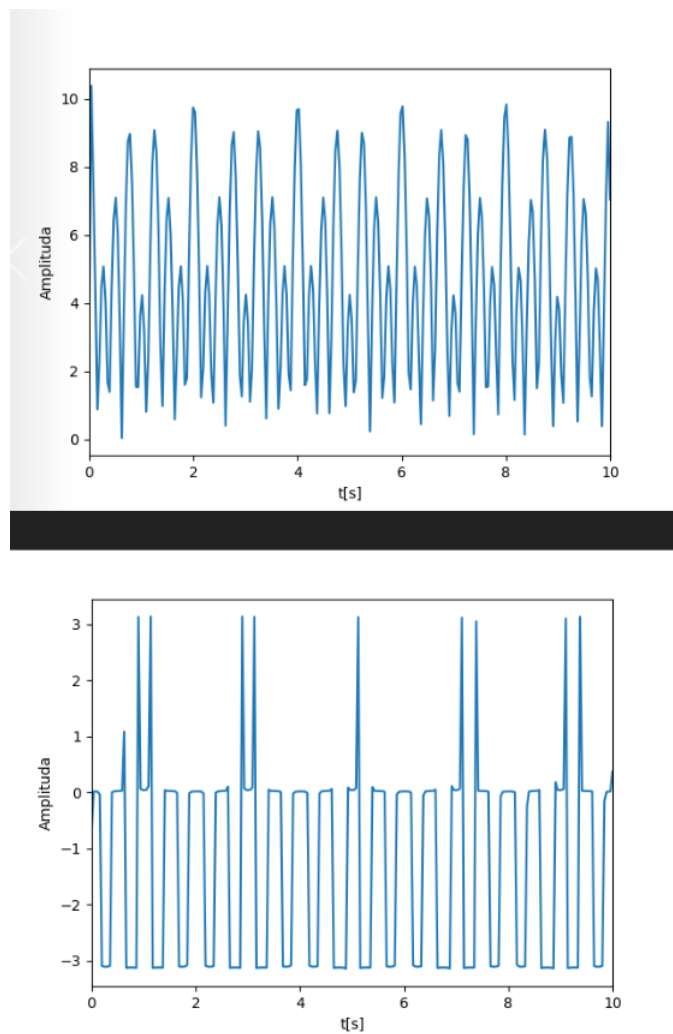
3.7 Transformacja falkowa wariant - DB4

```
lista_H = [0.482, 0.8365, 0.224, -0.129]
lista_G = [-0.129, -0.224, 0.8365, -0.482]
```

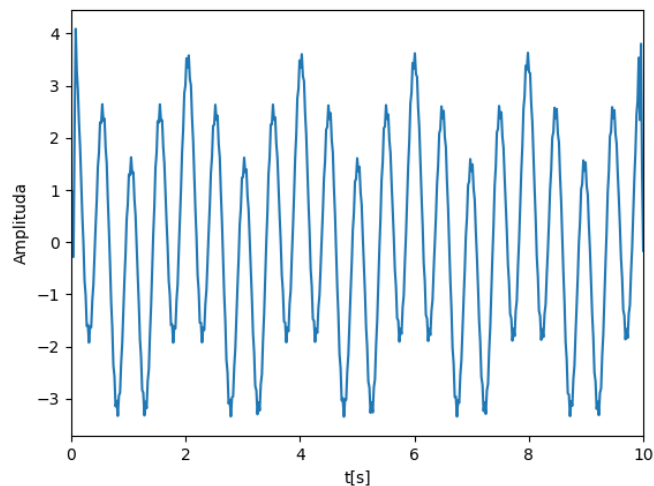
Rysunek 11: Elementy filtru H i G (DB4)



Rysunek 12: Transformacja falkowa W1



Rysunek 13: Transformacja falkowa W2



Rysunek 14: Transformacja falkowa odwrotna

4 Wnioski

- Prezentowane wyniki są dowodem na poprawne wykonanie zadania tj. poprawność wykonania operacji transformacji, rysowania wykresów sygnałów zespolonych.
- Szybka transformata Fouriera w znaczącym stopniu zmniejsza czas trwania algorytmu w porównaniu do dyskretnej tranformaty Fouriera
- Wykorzystanie cech szybkiej transformaty Fouriera pozwala budować bardzo wydajne algorytmy

Literatura

- [1] Instrukcja do zadania 4 - Przekształcenie Fouriera, Walsh-Hadamarda, kosinusowe i falkowe, szybkie algorytmy https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/14303/mod_resource/content/0/zadanie4.pdf [dostęp 09.06.2020]