

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 operacjami splotu, filtracji i korelacji sygnałów oraz zaimplementowanie ich rozszerzając tym samym program przygotowany w ramach zadań 1 i 2.

2 Wstęp teoretyczny

Podczas pracy nad zadaniem korzystaliśmy z teorii zawartej w instrukcji na platformie Wikamp [1]. Najważniejsze definicje, jakie trzeba poznać, aby mieć podstawy teoretyczne do zadania dotyczą:

- definicji splotu oraz wzoru na niego
- definicji korelacji oraz wzoru na korelację bezpośrednią oraz z użyciem splotu
- definicji filtracji, filtru dolnoprzepustowego oraz okna prostokątnego, a także wzorów na okna: Hamminga, Hanninga i Blackmana oraz filtrów: środkowoprzepustowego i górnoprzepustowego
- definicji odpowiedzi impulsowej filtru

W ramach zadania, zgodnie z poleceniem poza oknem prostokątnym zaimplementowaliśmy okno Hanninga, a oprócz filtru dolnoprzepustowego został zaimplementowany filtr środkowoprzepustowy.

3 Eksperymenty i wyniki

3.1 Splot sygnałów dyskretnych

Pierwsza pula eksperymentów miała na celu pokazanie splotu sygnałów dyskretnych

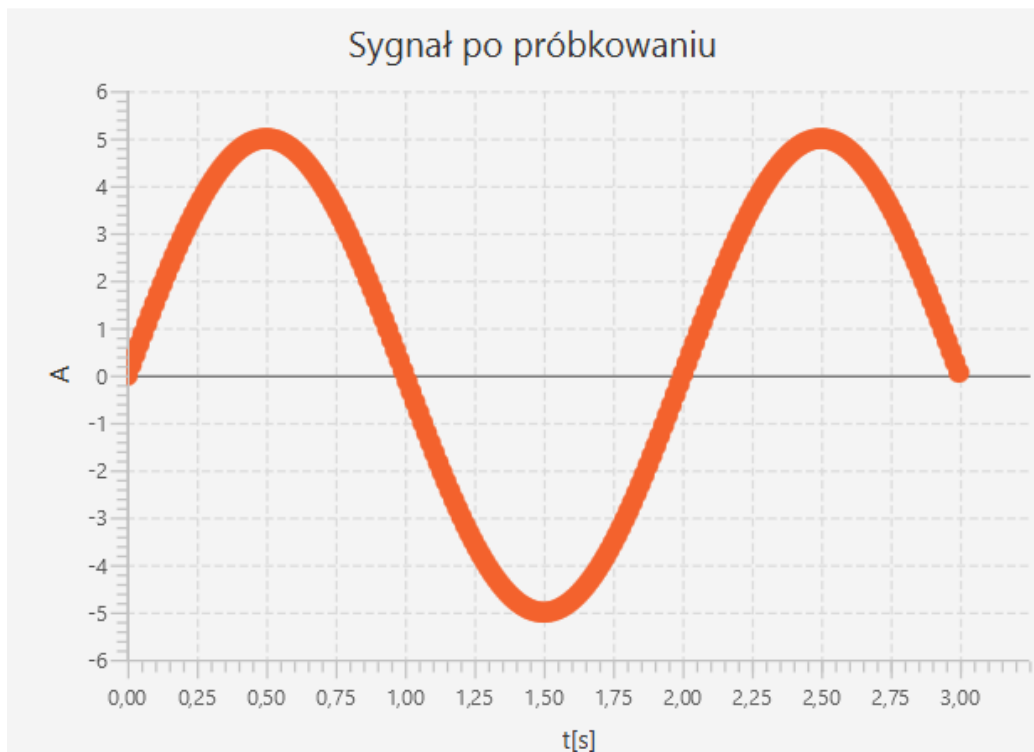
3.1.1 Eksperyment nr 1: Splot sygnałów sinusoidalnych

W pierwszym eksperymencie dokonaliśmy operacji splotu na dwóch sygnałach sinusoidalnych o następujących parametrach:

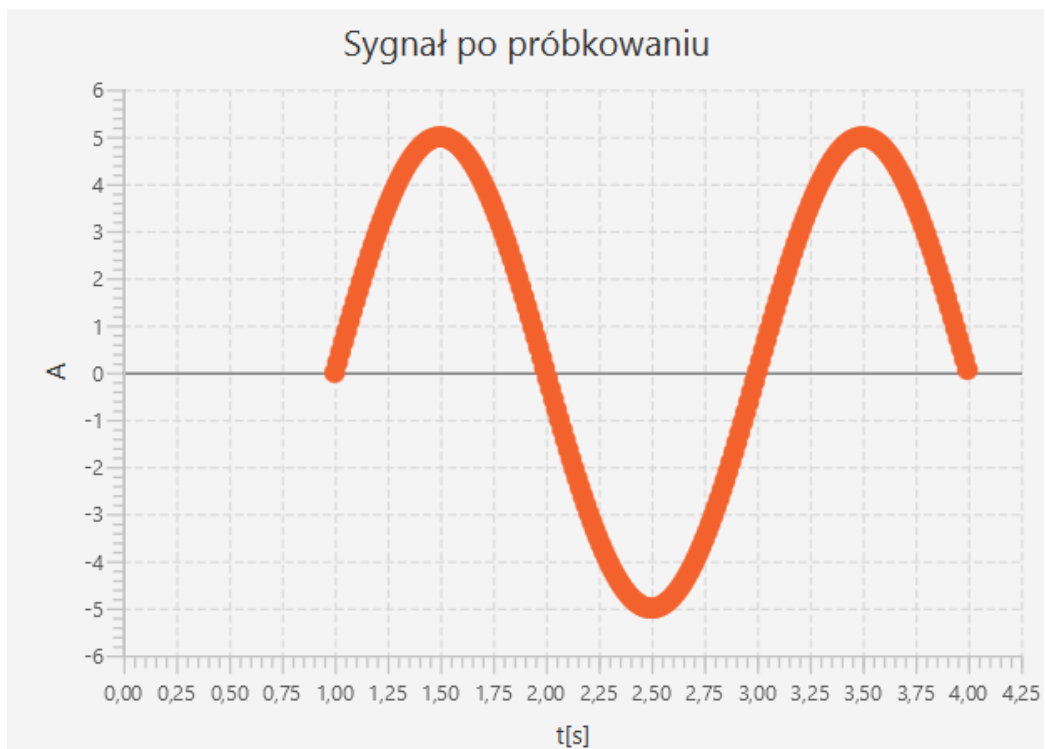
- Dla sygnału pierwszego:
 - Amplituda: 5
 - Start w sekundzie: 0

- Czas trwania w sekundach: 3
- Okres podstawowy: 2
- Częstotliwość próbkowania: 70
- Dla sygnału drugiego:
 - Amplituda: 5
 - Start w sekundzie: 1
 - Czas trwania w sekundach: 3
 - Okres podstawowy: 2
 - Częstotliwość próbkowania: 70

Sygnały wejściowe prezentują się następująco:

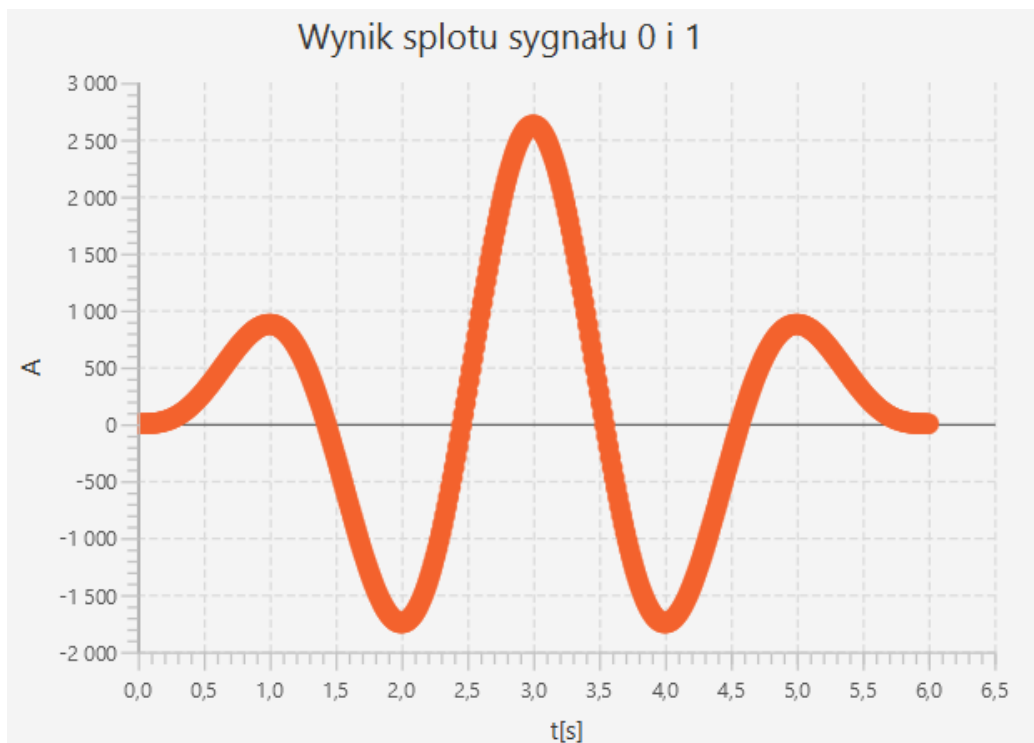


Rysunek 1: Sygnał nr 1, który zostanie poddany operacji splotu



Rysunek 2: Sygnał nr 2, który zostanie poddany operacji splotu

Wynik operacji splotu dwóch powyższych sygnałów przedstawia się następująco



Rysunek 3: Wynik operacji splotu sygnałów z rysunków 1 i 2

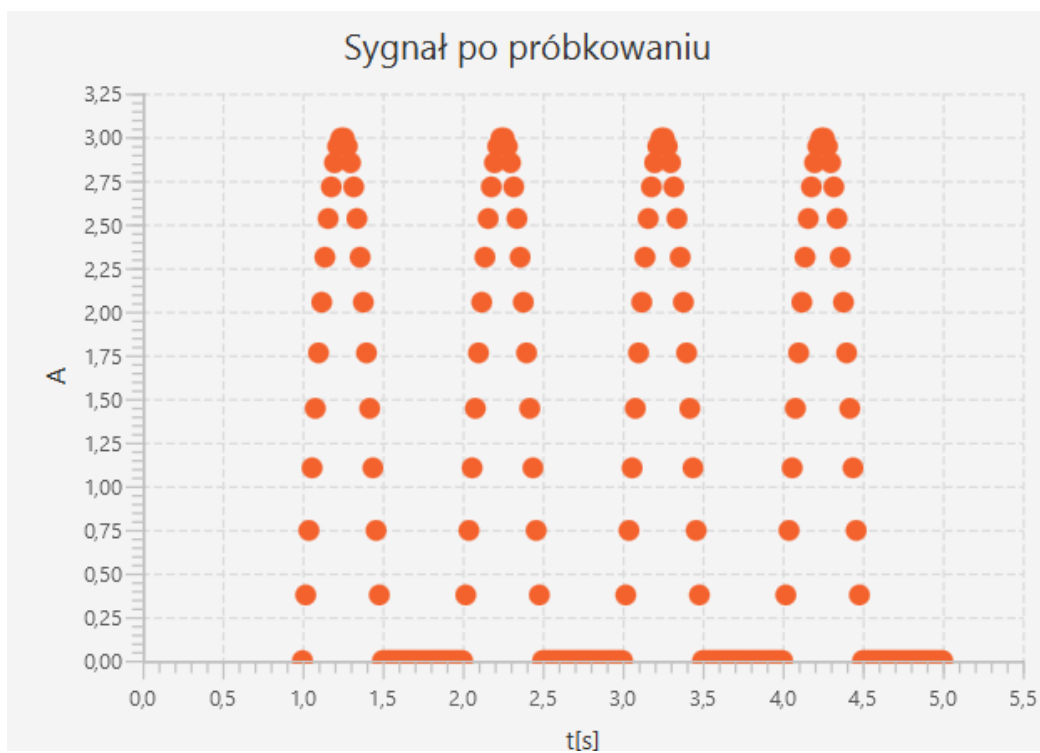
3.1.2 Eksperyment nr 2: Splot sygnałów sinusoidalnego wyprostowanego jednopółkowo oraz sygnału trójkątnego

W kolejnym eksperymencie wykonaliśmy splot na sygnałach sinusoidalnym wyprostowanym jednopółkowym oraz trójkątnym. Sygnały przyjęły następujące parametry:

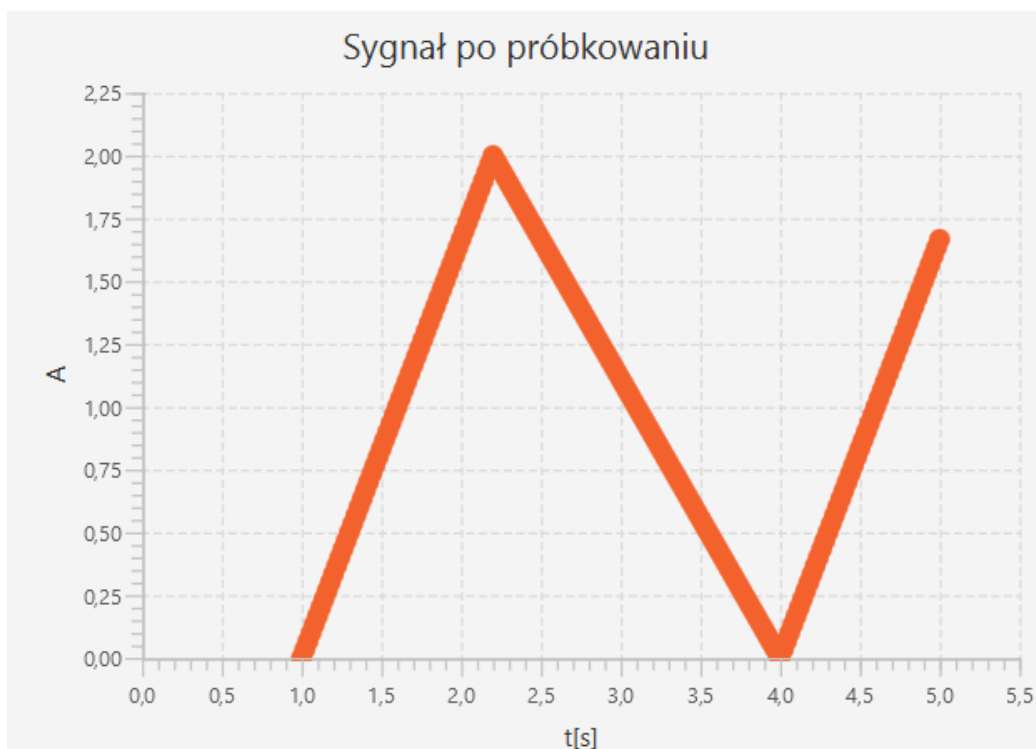
- Dla sygnału pierwszego (sinusoidalnego jednopółkowego):
 - Amplituda: 3
 - Start w sekundzie: 1
 - Czas trwania w sekundach: 4
 - Okres podstawowy: 1
 - Częstotliwość próbkowania: 50
- Dla sygnału drugiego (trójkątnego):
 - Amplituda: 2
 - Start w sekundzie: 1

- Czas trwania w sekundach: 4
- Okres podstawowy: 3
- Współczynnik wypełnienia: 0.4
- Częstotliwość próbkowania: 50

Sygnały wejściowe prezentują się następująco:

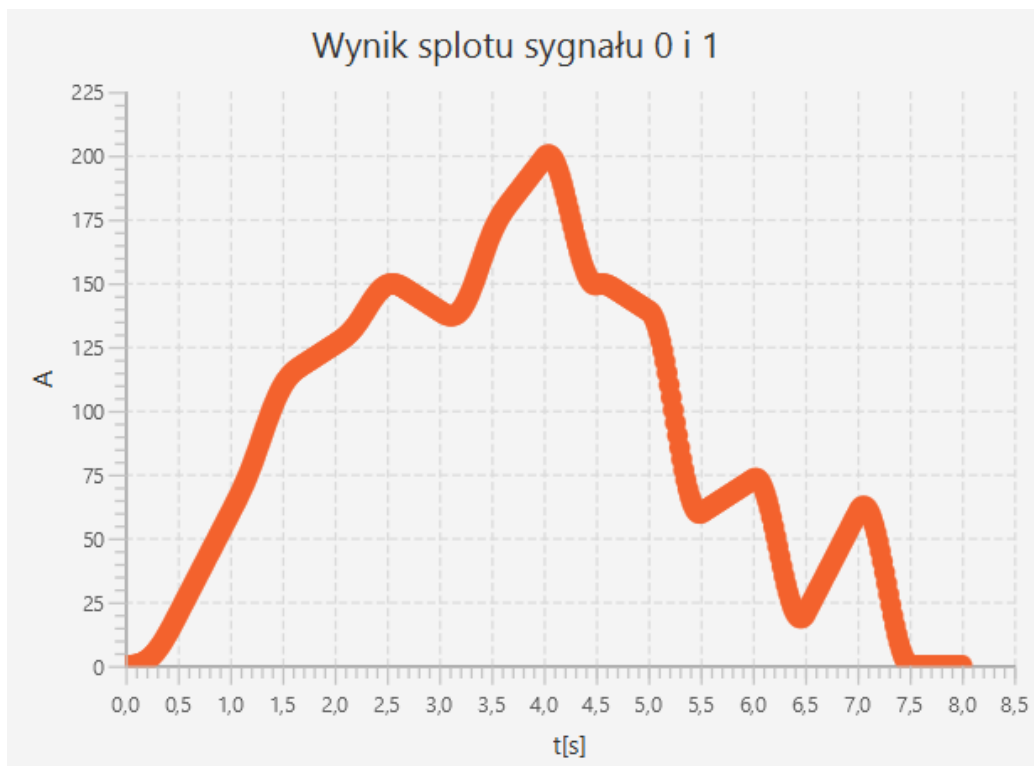


Rysunek 4: Sygnał nr 1, który zostanie poddany operacji splotu



Rysunek 5: Sygnał nr 2, który zostanie poddany operacji splotu

Wynik operacji splotu dwóch powyższych sygnałów przedstawia się następująco



Rysunek 6: Wynik operacji splotu sygnałów z rysunków 4 i 5

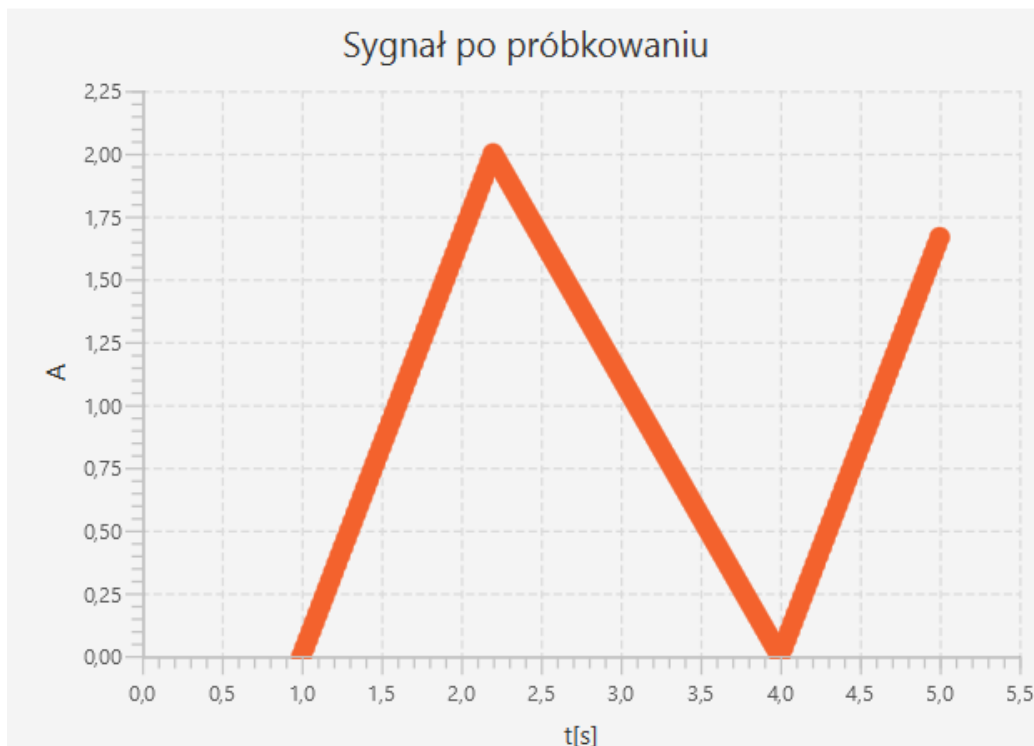
3.1.3 Eksperyment nr 3: Splot sygnałów trójkątnego oraz sinusoidalnego wyprostowanego jednopółkowo

W kolejnym eksperymencie przeprowadziliśmy splot na takich samych sygnałach jak w eksperymencie powyżej, jednak zmieniliśmy kolejność sygnałów - w tym przypadku sygnałem nr 1 będzie sygnał trójkątny, a sygnałem nr 2 - sygnał sinusoidalny jednopółkowy. Celem tego eksperymentu jest zbadanie, czy wzór (2) podany w instrukcji do zadania [1] jest przemienny tzn. czy $(h*x)(n)$ da nam ten sam wynik, co $(x*h)(n)$. Tak więc - podsumowując do eksperymentów wykorzystamy następujące z następującymi parametrami:

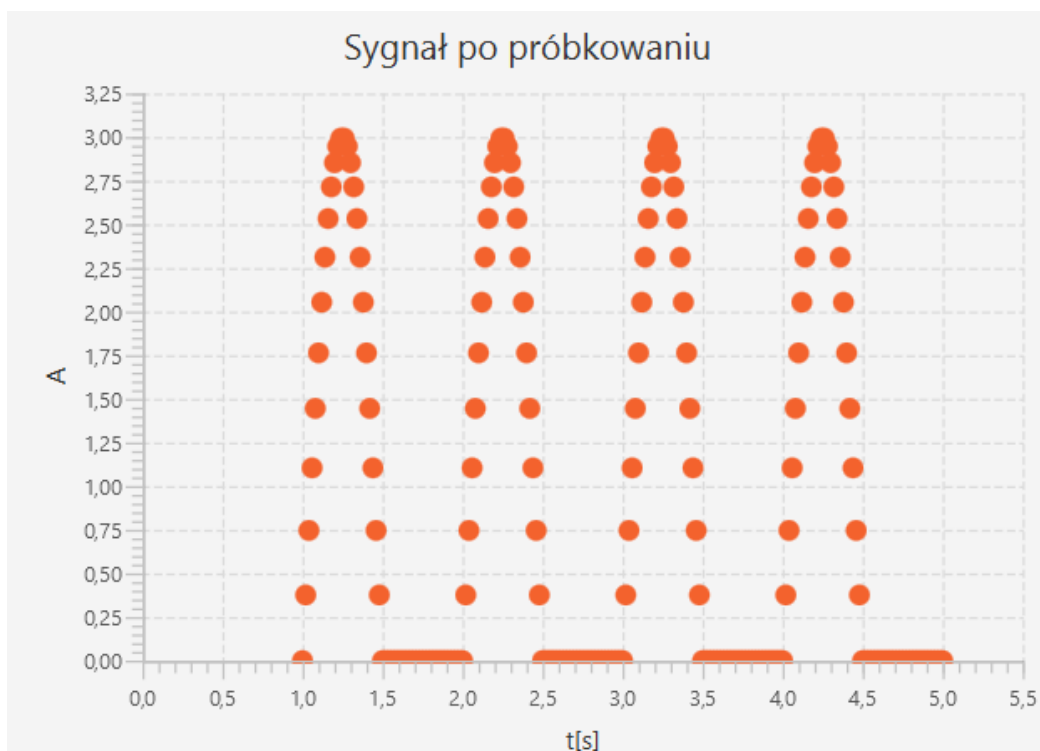
- Dla sygnału pierwszego (trójkątnego):
 - Amplituda: 2
 - Start w sekundzie: 1
 - Czas trwania w sekundach: 4
 - Okres podstawowy: 3
 - Współczynnik wypełnienia: 0.4

- Częstotliwość próbkowania: 50
- Dla sygnału drugiego (sinusoidalnego jednopółkowego):
 - Amplituda: 3
 - Start w sekundzie: 1
 - Czas trwania w sekundach: 4
 - Okres podstawowy: 1
 - Częstotliwość próbkowania: 50

Sygnały wejściowe prezentują się następująco:

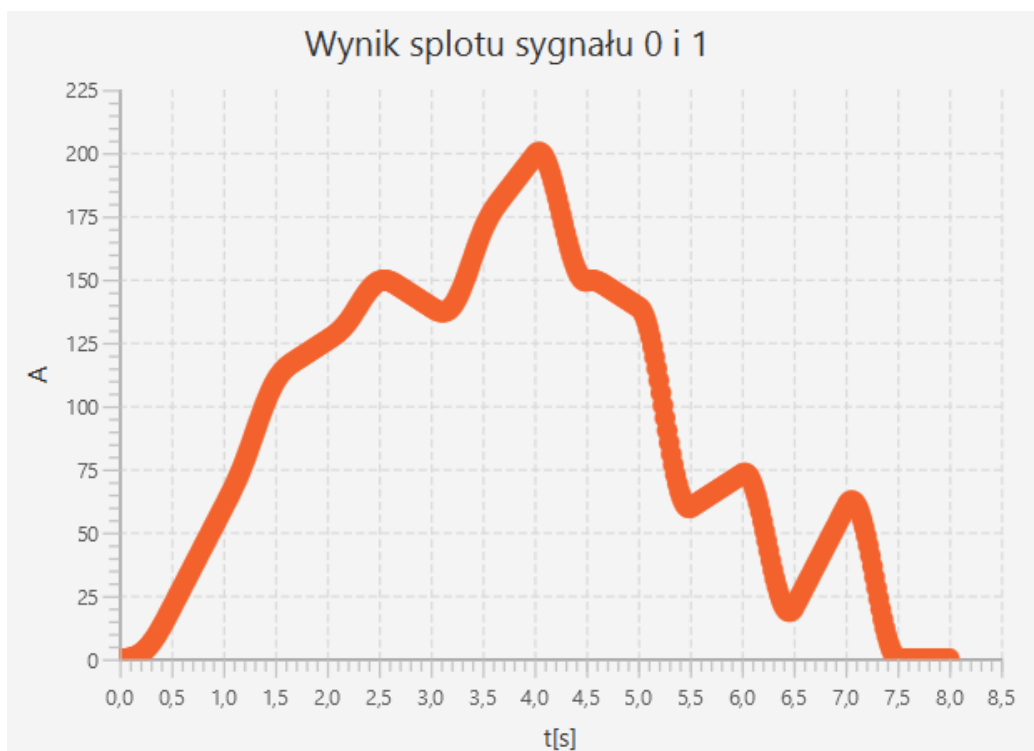


Rysunek 7: Sygnał nr 1, który zostanie poddany operacji splotu



Rysunek 8: Sygnał nr 2, który zostanie poddany operacji splotu

Wynik operacji splotu dwóch powyższych sygnałów przedstawia się następująco



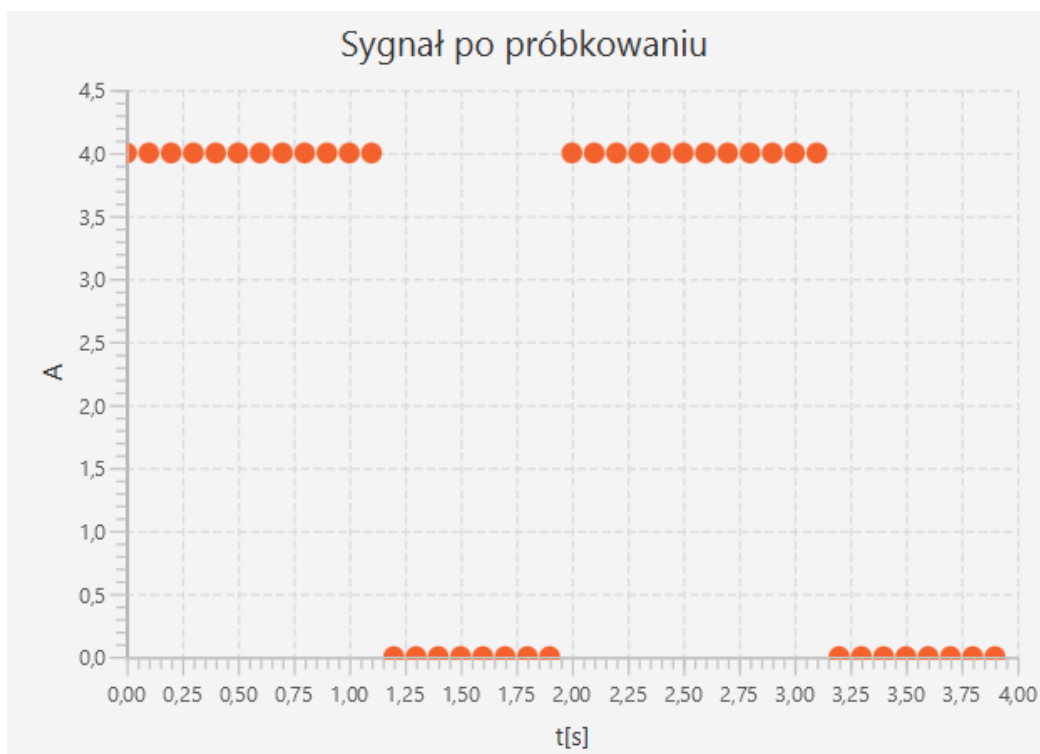
Rysunek 9: Wynik operacji splotu sygnałów z rysunków 7 i 8

3.1.4 Eksperyment nr 4: Splot sygnałów prostokątnego i sinusoidalnego wyprostowanego dwupółkowo

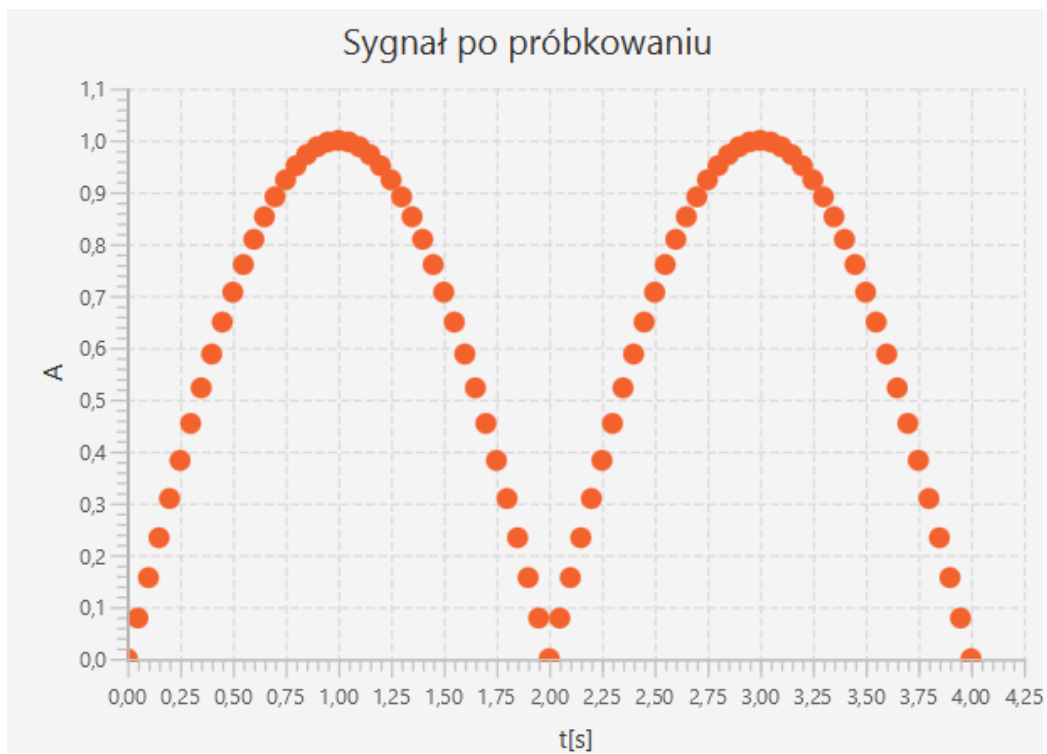
W tym eksperymencie dokonaliśmy splotu na sygnałach prostokątnym oraz sinusoidalnym dwupółkowym o następujących parametrach:

- Dla sygnału pierwszego (prostokątnego):
 - Amplituda: 4
 - Start w sekundzie: 0
 - Czas trwania w sekundach: 4
 - Okres podstawowy: 2
 - Współczynnik wypełnienia: 0.6
 - Częstotliwość próbkowania: 10
- Dla sygnału drugiego (sinusoidalnego dwupółkowego):
 - Amplituda: 1
 - Start w sekundzie: 0
 - Czas trwania w sekundach: 4
 - Okres podstawowy: 4
 - Częstotliwość próbkowania: 20

Sygnały wejściowe prezentują się następująco:

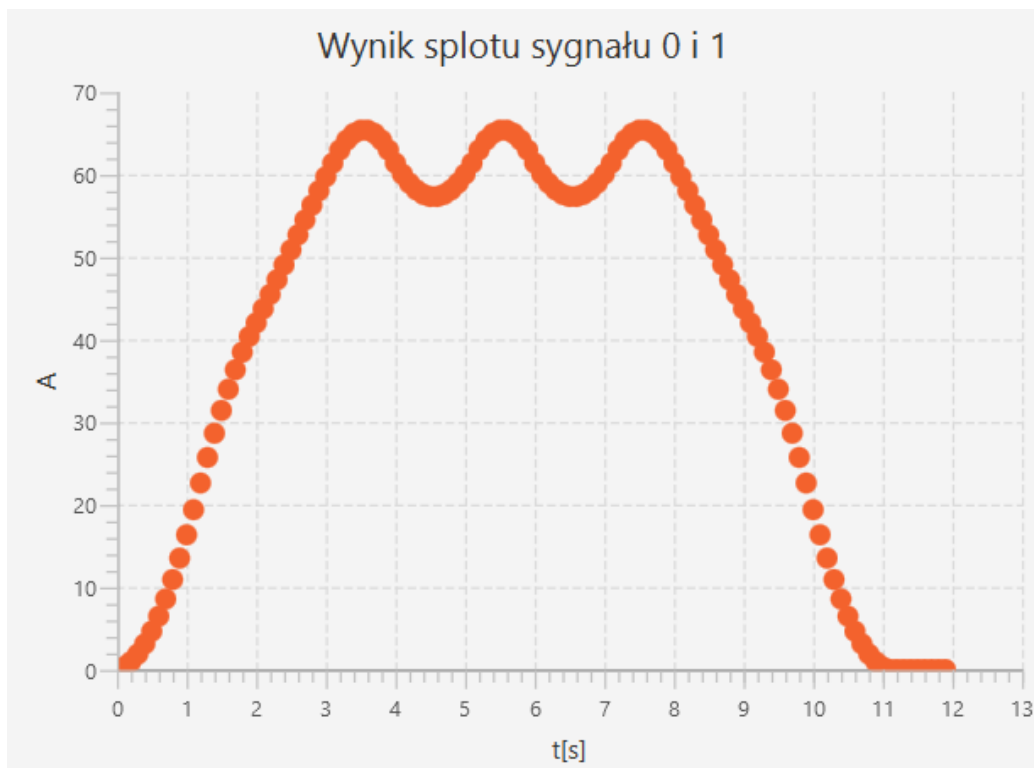


Rysunek 10: Sygnał nr 1, który zostanie poddany operacji splotu



Rysunek 11: Sygnał nr 2, który zostanie poddany operacji splotu

Wynik operacji splotu dwóch powyższych sygnałów przedstawia się następująco



Rysunek 12: Wynik operacji splotu sygnałów z rysunków 10 i 11

4 Wnioski

Program umożliwia generowanie wykresów będącymi wynikami operacji splotu, korelacji oraz filtracji.

4.1 Splot sygnałów dyskretnych

Pierwsza pula eksperymentów polegała na splocie sygnałów dyskretnych. W eksperymencie nr 1 dokonaliśmy operacji splotu na takich samych sygnałach sinusoidalnych, przesuniętych w czasie o 1 s. Wynik operacji splotu jest zgodny z założeniami. Sygnał wynikowy ma okres równy sumie okresów obu sygnałów. Pozwala nam to wysnuć wniosek, że przesunięcie w czasie nie ma wpływu na operację splotu. W eksperymencie 2, w którym dokonaliśmy operacji splotu dla sygnałów sinusoidalnego wyprostowanego jednopółkowo oraz trójkątnego wyniki również wydają się logiczne i sensowne. Długość trwania sygnału splotu odpowiada sumie długości trwania sygnałów wejściowych, a maksymalną wartość splot przyjmuje dokładnie w połowie czasu trwania. Następny eksperyment (nr 3) dowodzi, że operacja splotu jest przemienne tzn.

bez względu, który sygnał przyjmiemy jako h , a który jako x we wzorze na splot [1] - wynik będzie taki sam. Eksperyment 4 przeprowadziliśmy dla typów sygnałów, dla których wcześniej nie przeprowadzaliśmy eksperymentów oraz z zdecydowanie mniejszą (i różną od siebie) częstotliwością próbkowania. Wynik pokazuje, że przy operacji splotu częstotliwość próbkowania obu sygnałów dyskretnych nie musi być taka sama.

Literatura

- [1] Instrukcja do zadania 3 na stronie przedmiotu. [przełączany 26.05.2021], Dostępny w:
https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/14039/mod_resource/content/1/zad3.pdf