

Zadanie nr 3 - Splot, filtracja i korelacja sygnałów

Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Julia Szymańska, 224441 Przemysław Zdrzalik, 224466

19.05.2021r.

1 Cel zadania

Celem ćwiczenia jest budowa programu umożliwiającego wykonanie operacji splotu, korelacji bezpośredniej oraz korelacji na podstawie splotu. W programie możliwa jest również filtracja dolnoprzepustowa oraz średkowoprzepustowa z możliwością wyboru okna prostokątnego bądź Hamminga.

2 Wstęp teoretyczny

Do operacji splotu, korelacji oraz filtracji w programie zostały wykorzystane wzory znajdujące się w instrukcji do zadania trzeciego na platformie Wikamp [1].

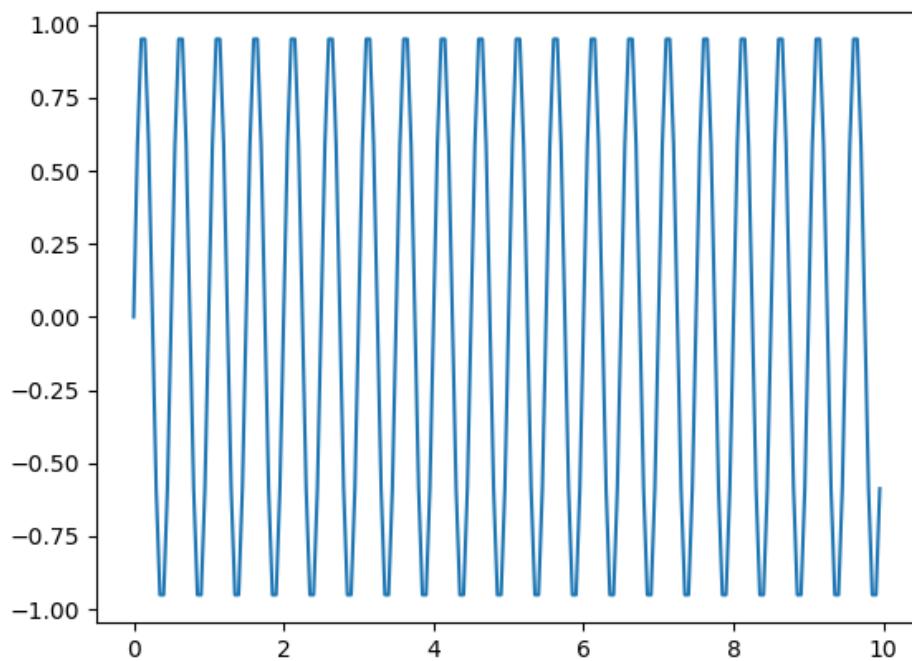
3 Eksperymenty i wyniki

3.1 Eksperyment nr 1 - Operacja splotu

W pierwszym eksperymencie analizujemy dwa sygnały sinusoidalne poddane operacji splotu.

Tabela 1: Parametry wejściowe dla pierwszego sygnału sinusoidalnego.

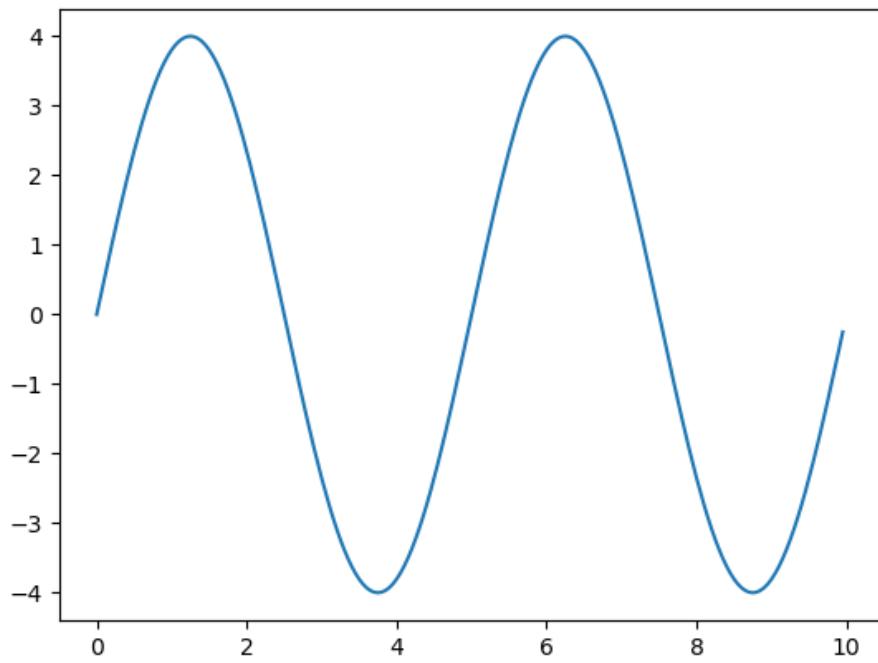
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	0.5



Rysunek 1: Oryginalny wygenerowany sygnał sinusoidalny.

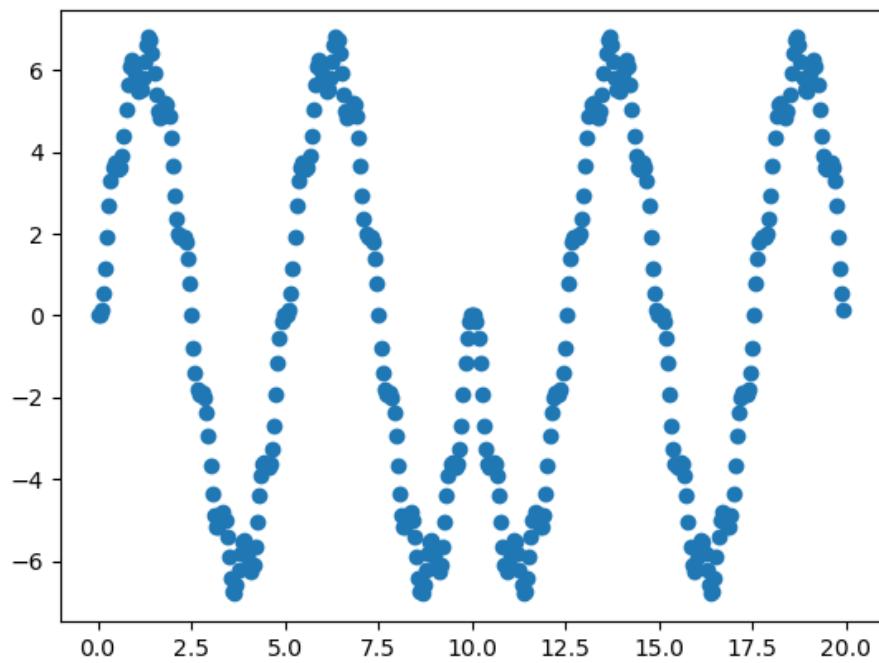
Tabela 2: Parametry wejściowe dla drugiego sygnału sinusoidalnego.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	4	5

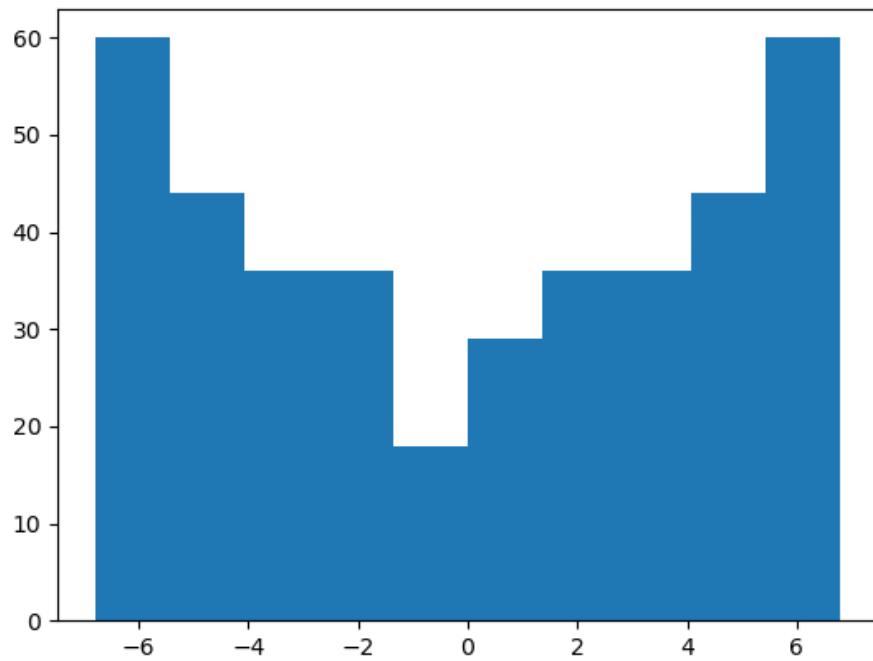


Rysunek 2: Oryginalny wygenerowany drugi sygnał sinusoidalny.

Wygenerowany wykres operacji splotu dla sygnału sinusoidalnego.



Rysunek 3: Wynik operacji splotu dwóch sygnałów sinusoidalnych.



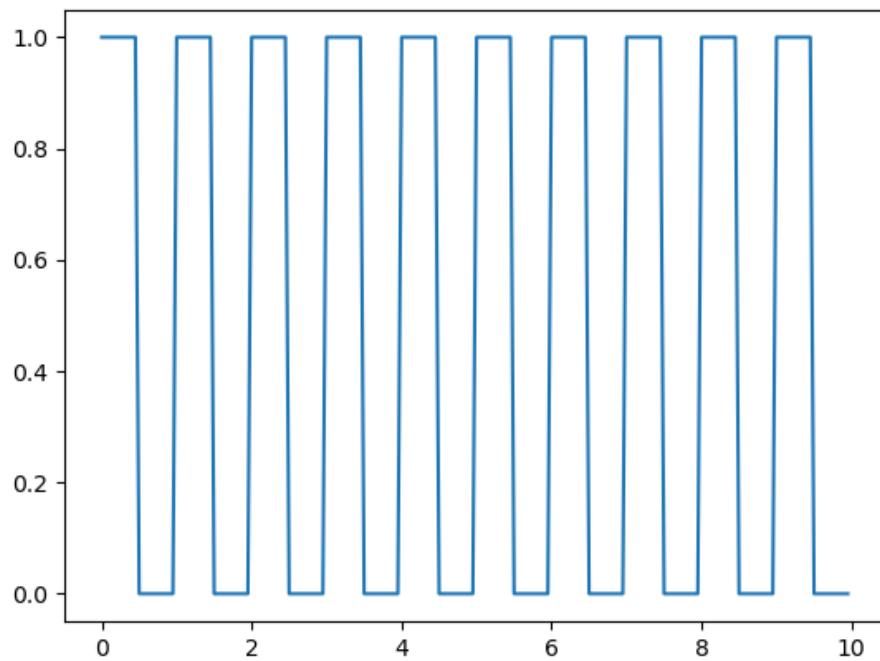
Rysunek 4: Histogram dla wyniku operacji splotu dwóch sygnałów sinusoidalnych.

3.2 Eksperyment nr 2 - Operacja splotu dla różnych typów sygnałów

W drugim eksperymencie analizujemy dwa sygnały, sygnał prostokątny oraz szum gaussowski poddane operacji splotu.

Tabela 3: Parametry wejściowe dla sygnału prostokątnego.

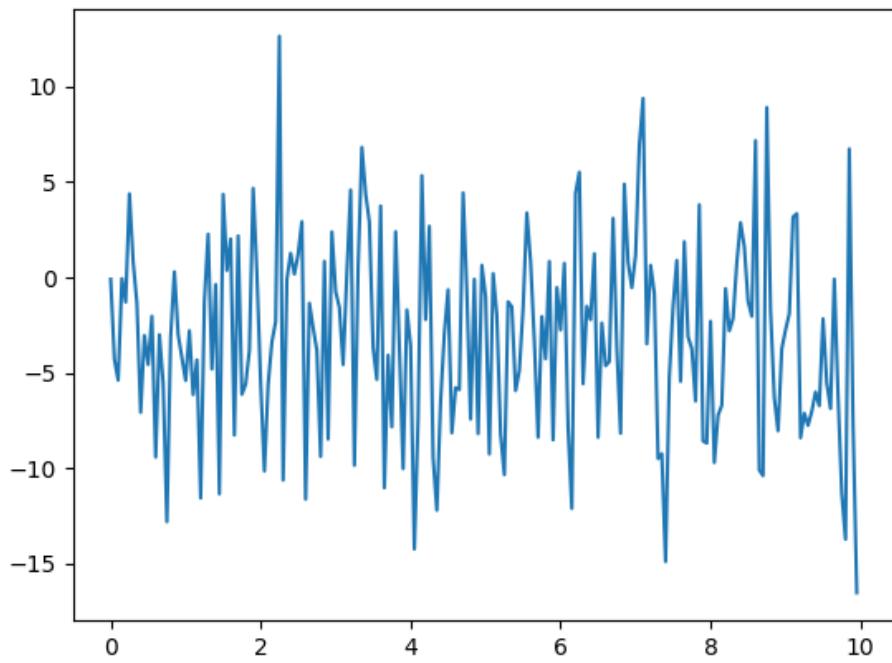
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	1



Rysunek 5: Oryginalny wygenerowany sygnał prostokątny.

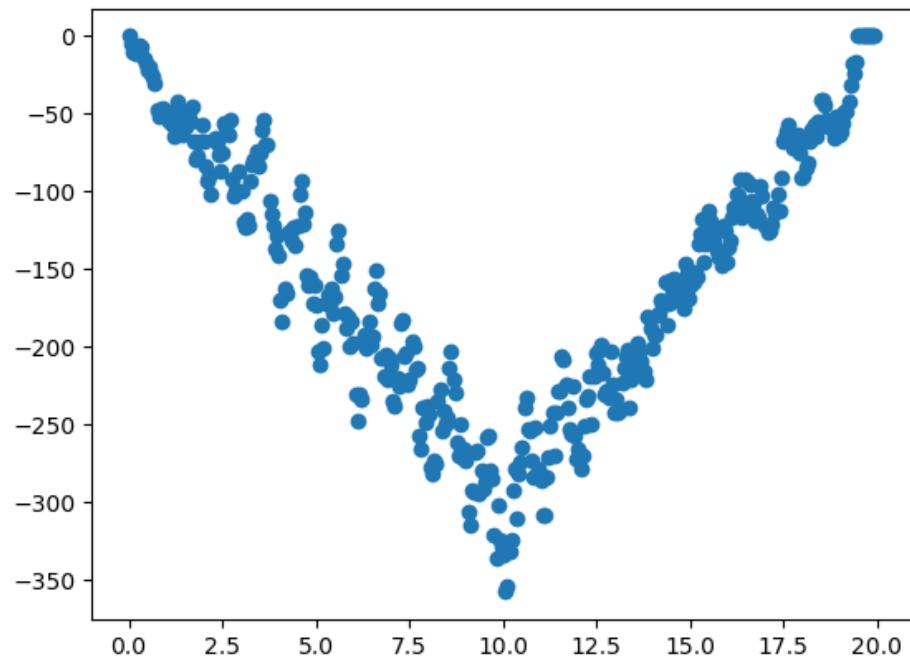
Tabela 4: Parametry wejściowe dla szumu gaussowskiego.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda
0	10	3

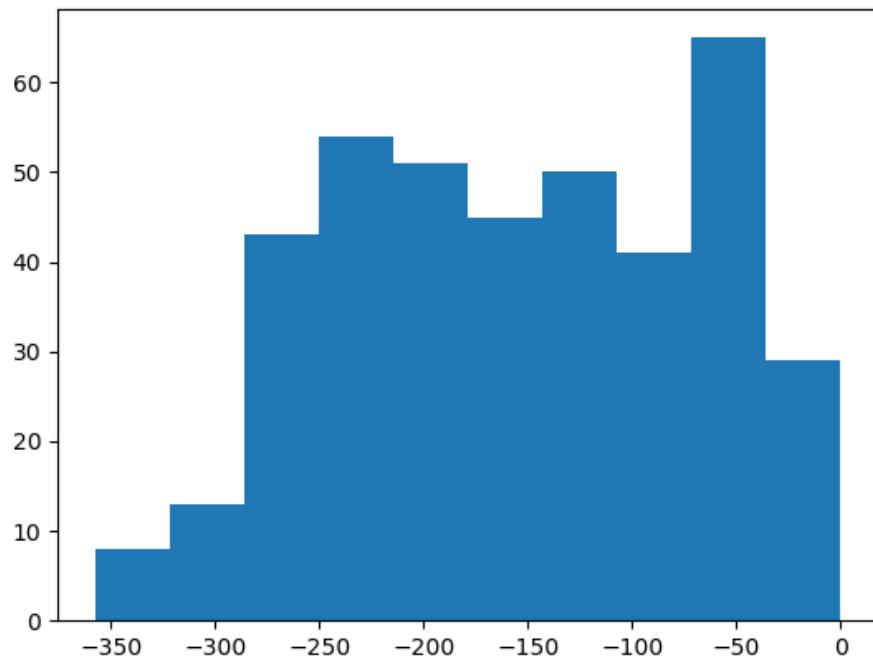


Rysunek 6: Oryginalny wygenerowany sygnał gaussowski.

Wygenerowany wykres operacji splotu dla sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.



Rysunek 7: Wynik operacji splotu sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.



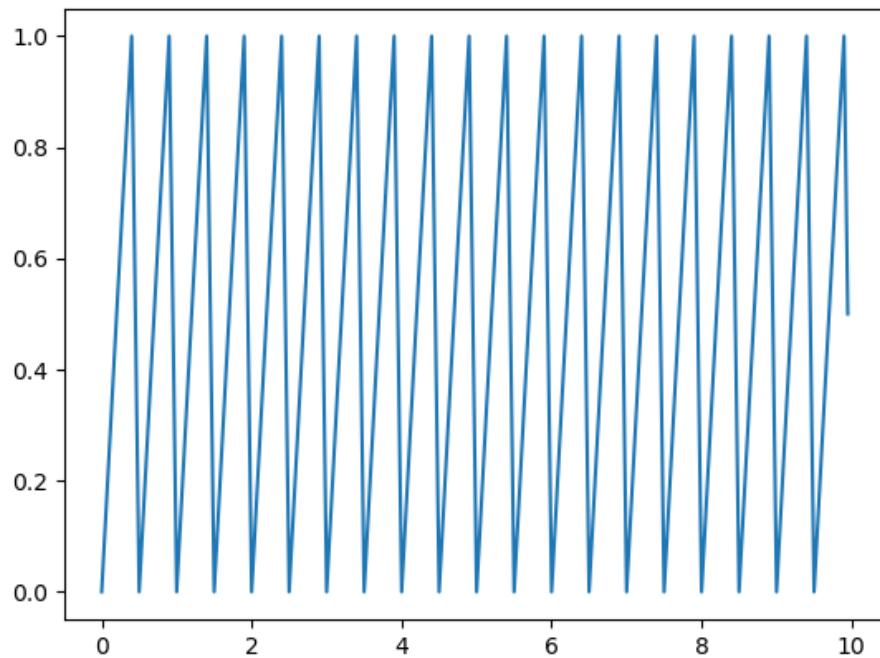
Rysunek 8: Histogram dla wyniku operacji splotu sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.

3.3 Eksperyment nr 3 - Operacja splotu dla różnych typów sygnałów

W trzecim eksperymencie analizujemy dwa sygnały, sygnał trójkątny oraz sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopołówkowo poddane operacji splotu.

Tabela 5: Parametry wejściowe dla sygnału trójkątnego.

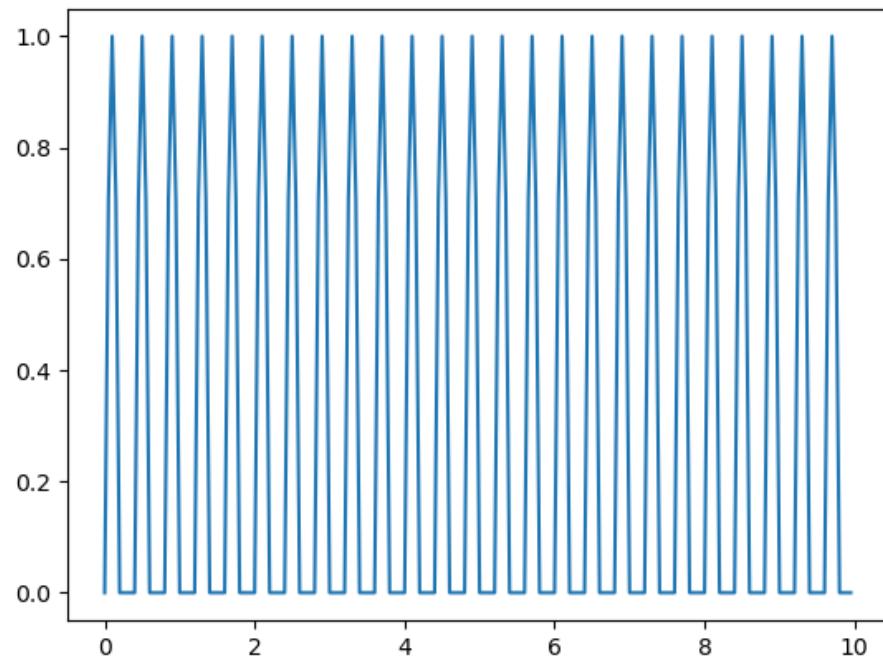
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres	Współczynnik wypełnienia
0	10	6	2	0.5



Rysunek 9: Oryginalny wygenerowany sygnał trójkątny.

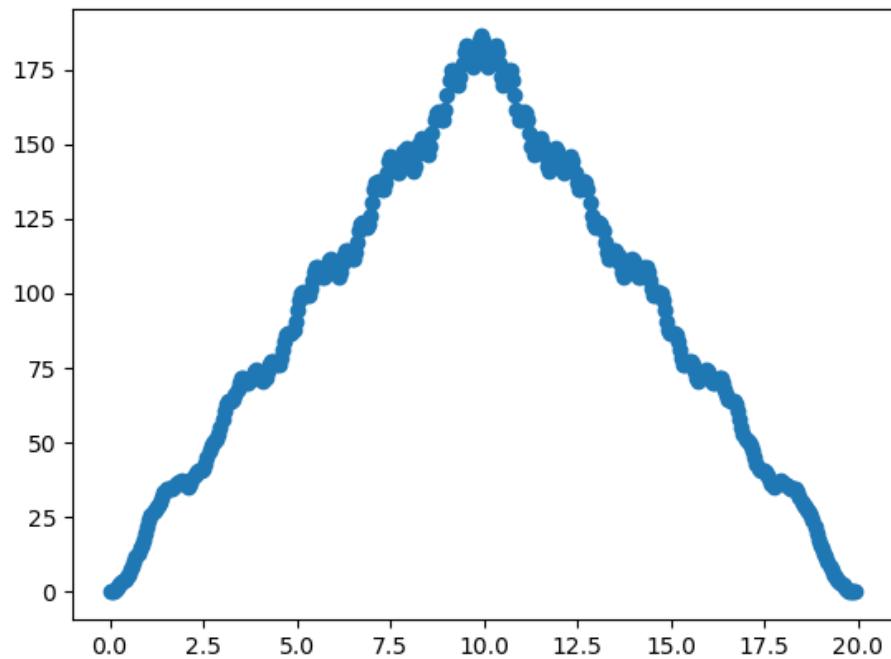
Tabela 6: Parametry wejściowe dla szumu sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	0.4

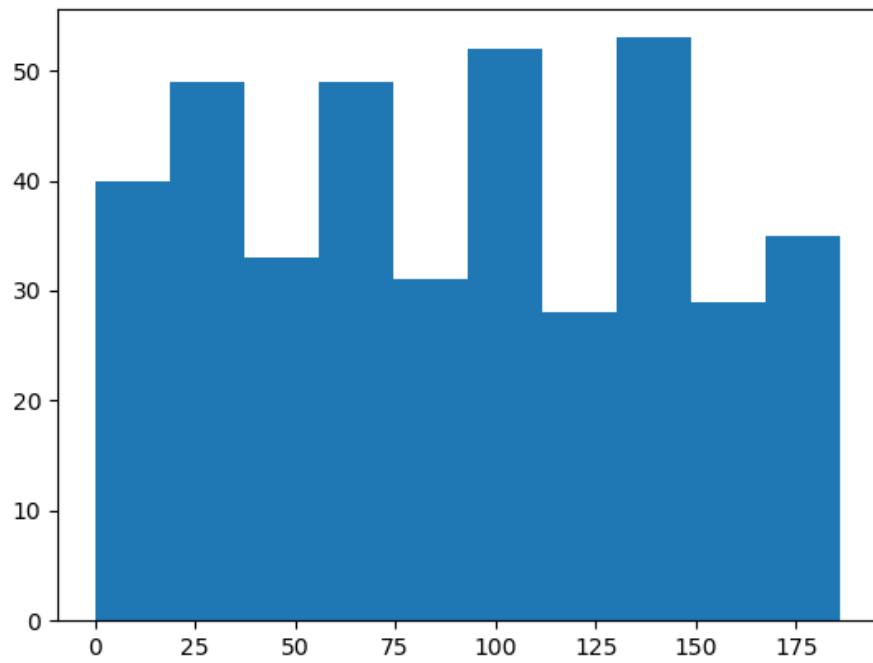


Rysunek 10: Oryginalny wygenerowany sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopołówkowo.

Wygenerowany wykres operacji splotu dla sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.



Rysunek 11: Wynik operacji splotu sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.



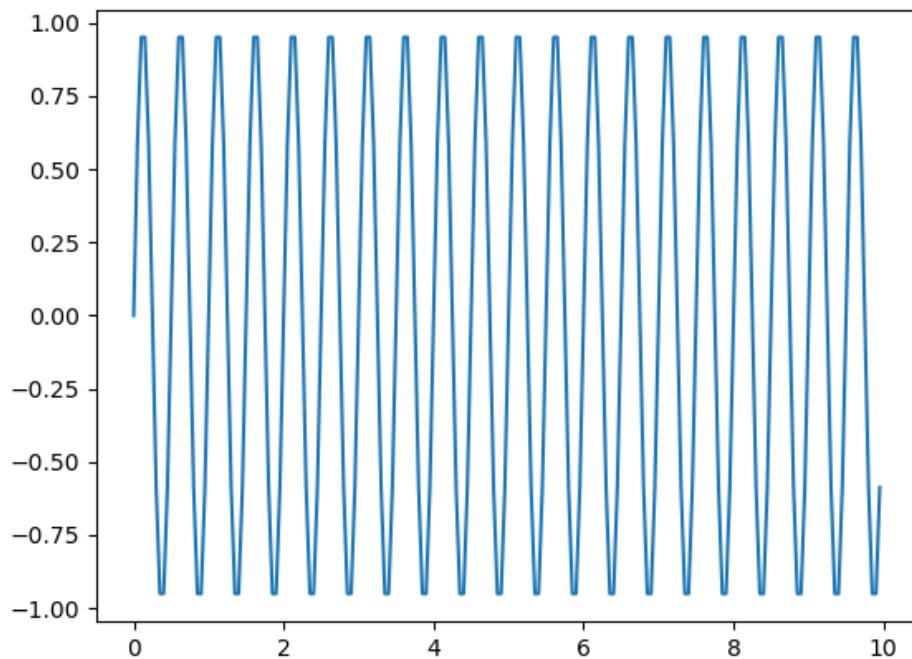
Rysunek 12: Histogram dla wyniku operacji splotu sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.

3.4 Eksperyment nr 4 - Korelacja bezpośredniej dla dwóch sygnałów sinusoidalnych

W czwartym eksperymencie analizujemy dwa sygnały sinusoidalne poddane operacji korelacji bezpośrednią.

Tabela 7: Parametry wejściowe dla pierwszego sygnału sinusoidalnego.

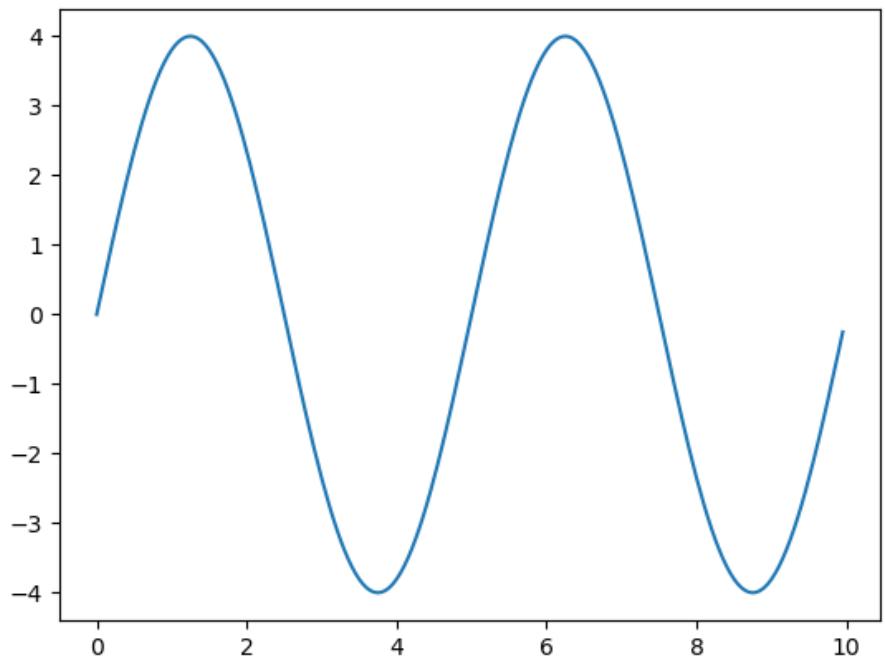
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	0.5



Rysunek 13: Oryginalny wygenerowany sygnał sinusoidalny.

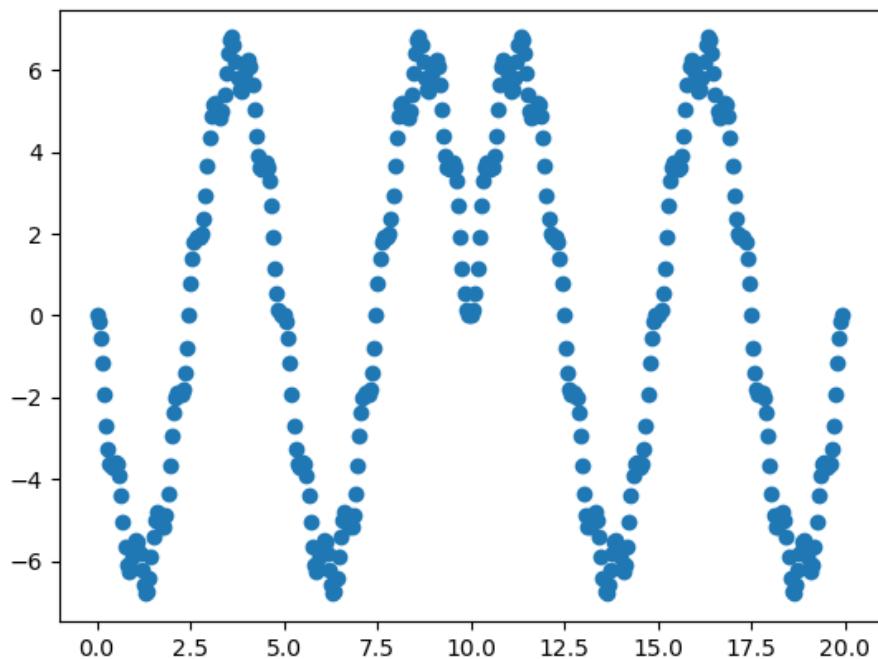
Tabela 8: Parametry wejściowe dla drugiego sygnału sinusoidalnego.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	4	5

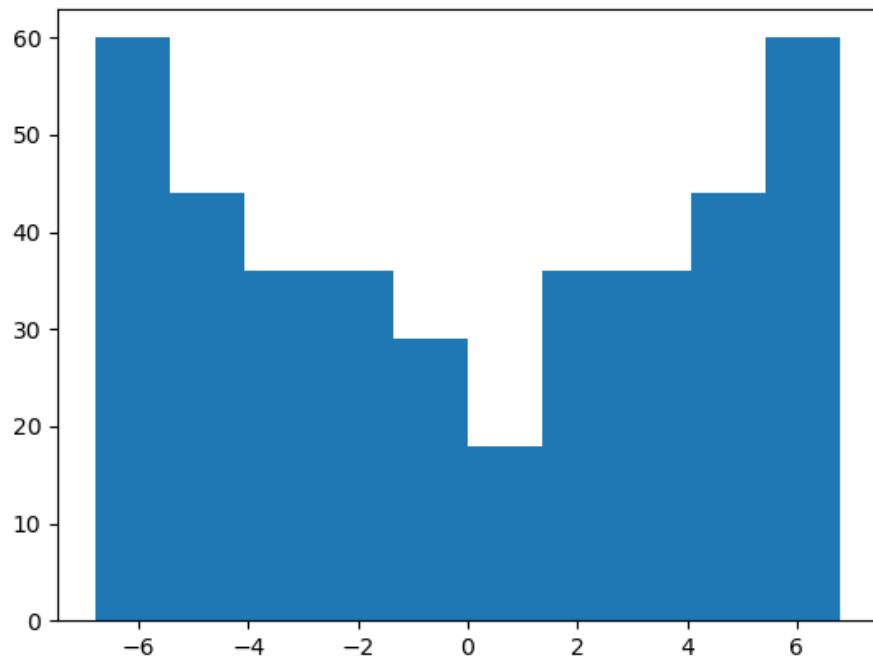


Rysunek 14: Oryginalny wygenerowany drugi sygnał sinusoidalny.

Wygenerowany wykres operacji korelacji bezpośredniej dla sygnału sinusoidalnego.



Rysunek 15: Wynik operacji korelacji bezpośrednią dwóch sygnałów sinusoidalnych.



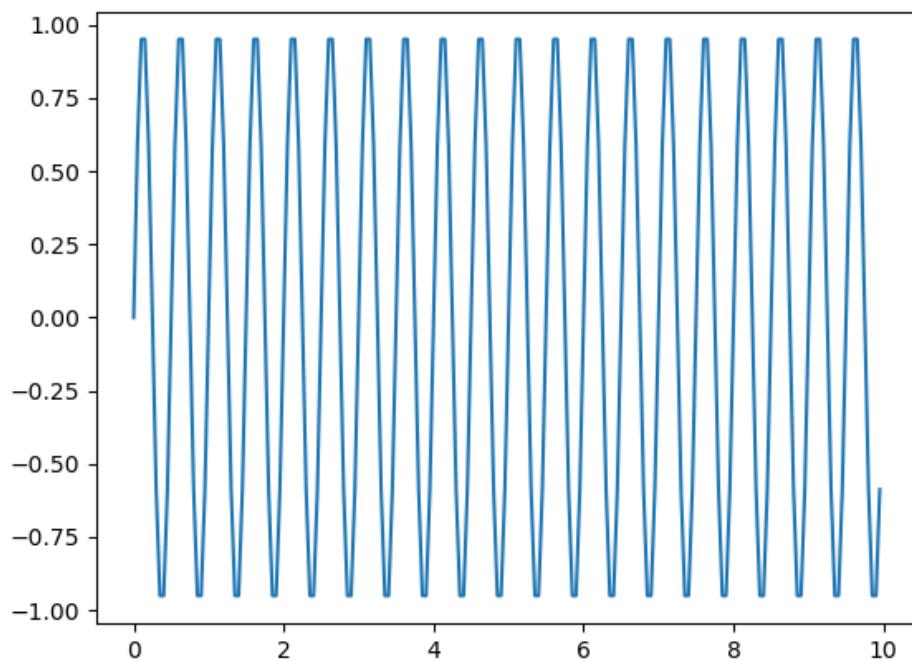
Rysunek 16: Histogram dla wyniku operacji korelacji bezpośredniej dwóch sygnałów sinusoidalnych.

3.5 Eksperyment nr 5 - Koleracja dla dwóch sygnałów sinusoidalnych

W piątym eksperymencie analizujemy dwa sygnały sinusoidalne poddane operacji korelacji z użyciem splotu.

Tabela 9: Parametry wejściowe dla pierwszego sygnału sinusoidalnego.

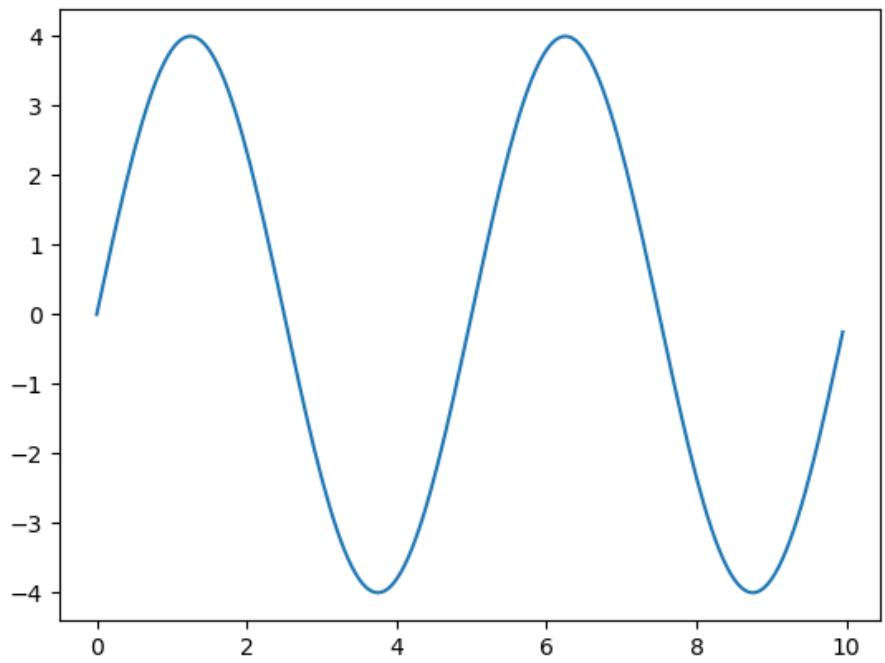
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	0.5



Rysunek 17: Oryginalny wygenerowany sygnał sinusoidalny.

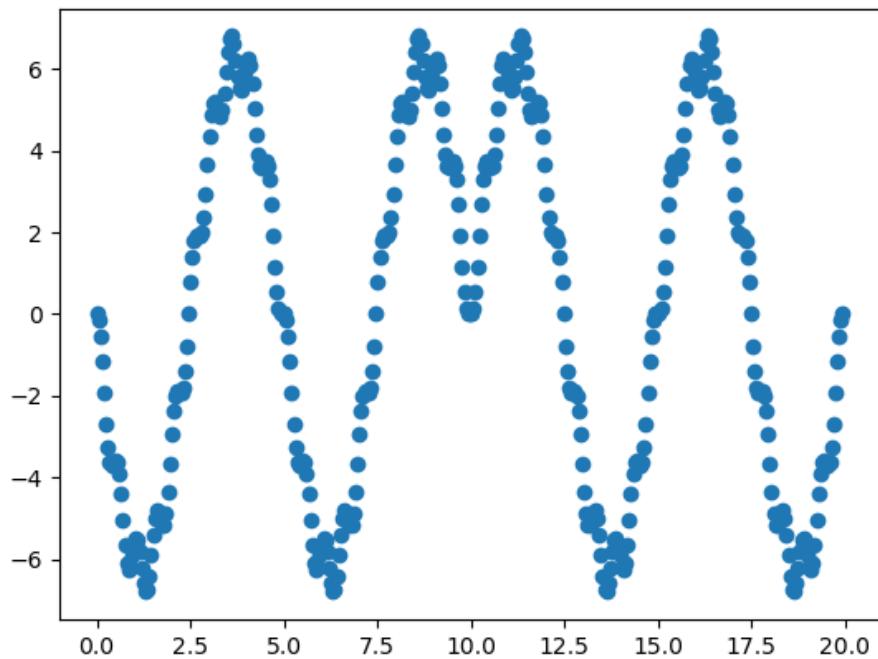
Tabela 10: Parametry wejściowe dla drugiego sygnału sinusoidalnego.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	4	5

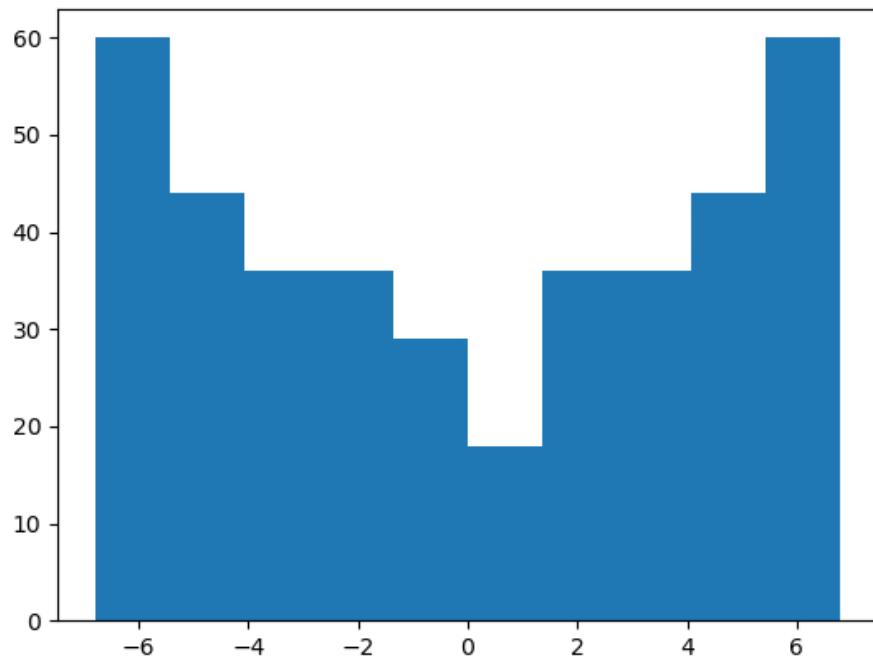


Rysunek 18: Oryginalny wygenerowany drugi sygnał sinusoidalny.

Wygenerowany wykres operacji z użyciem splotu korelacji dla sygnału sinusoidalnego.



Rysunek 19: Wynik operacji korelacji z użyciem splotu dwóch sygnałów sinusoidalnych.



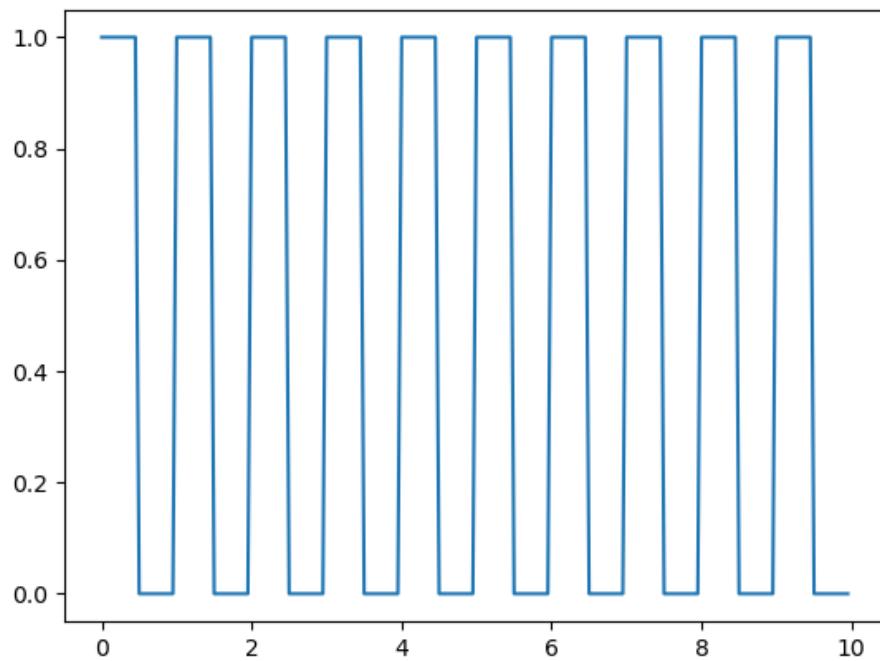
Rysunek 20: Histogram dla wyniku operacji korelacji z użyciem splotu dwóch sygnałów sinusoidalnych.

3.6 Eksperyment nr 6 - Operacja korelacji bezpośredniej dla różnych typów sygnałów

W szóstym eksperymencie analizujemy dwa sygnały, sygnał prostokątny oraz szum gaussowski poddane operacji korelacji bezpośredniej .

Tabela 11: Parametry wejściowe dla sygnału prostokątnego.

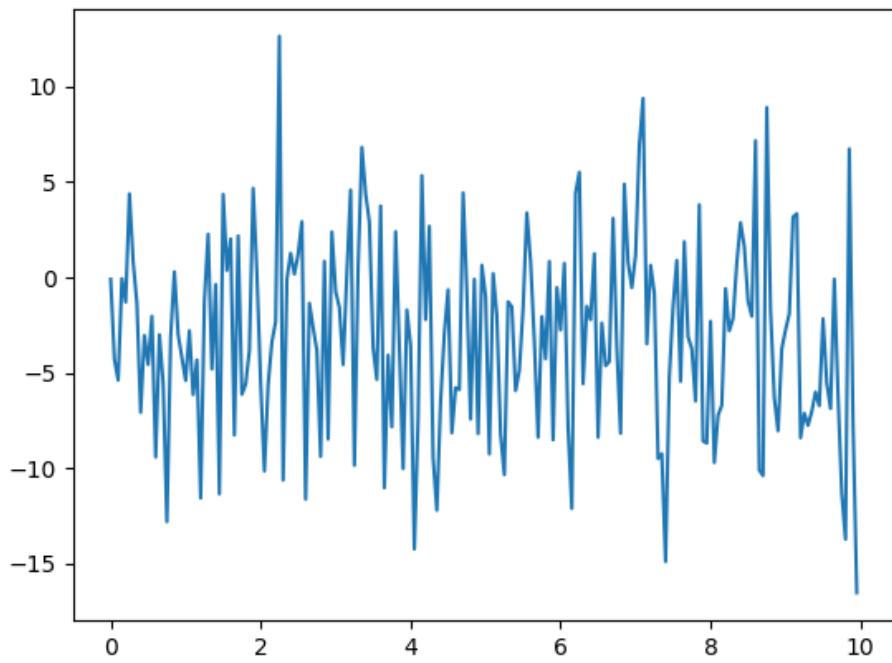
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	1



Rysunek 21: Oryginalny wygenerowany sygnał prostokątny.

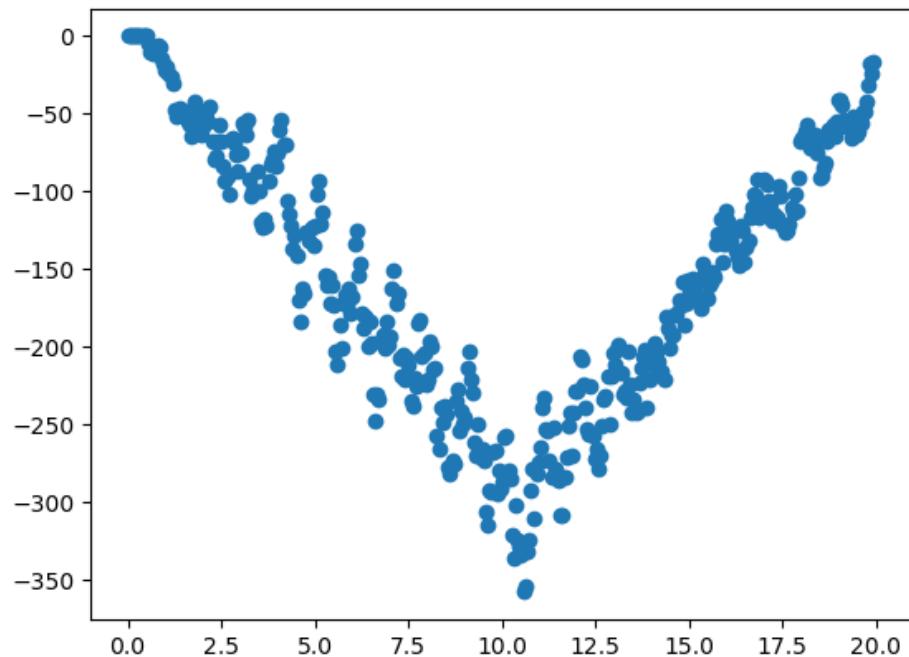
Tabela 12: Parametry wejściowe dla szumu gaussowskiego.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda
0	10	3

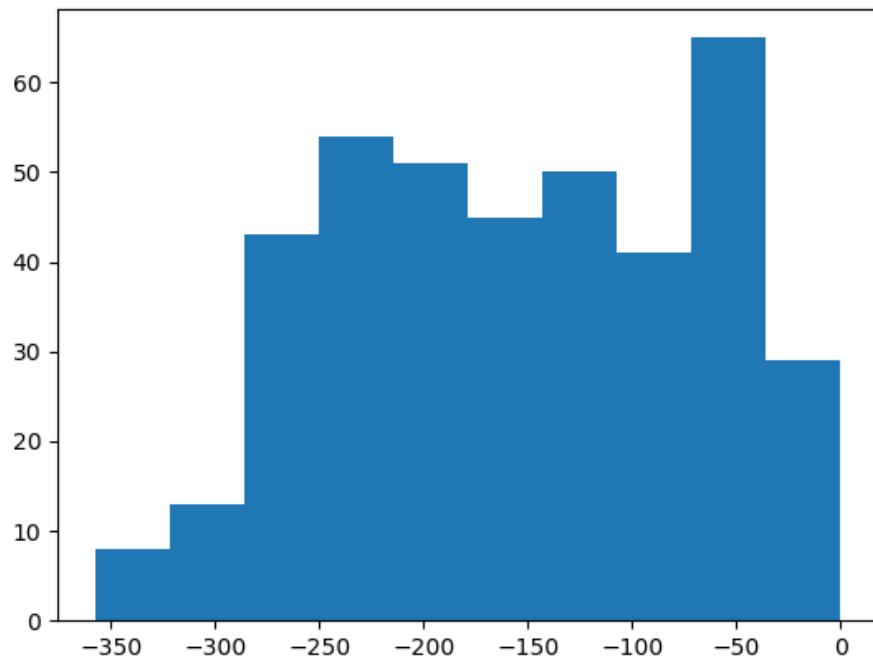


Rysunek 22: Oryginalny wygenerowany sygnał gaussowski.

Wygenerowany wykres operacji korelacji bezpośredniej dla sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.



Rysunek 23: Wynik operacji korelacji bezpośredniej sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.



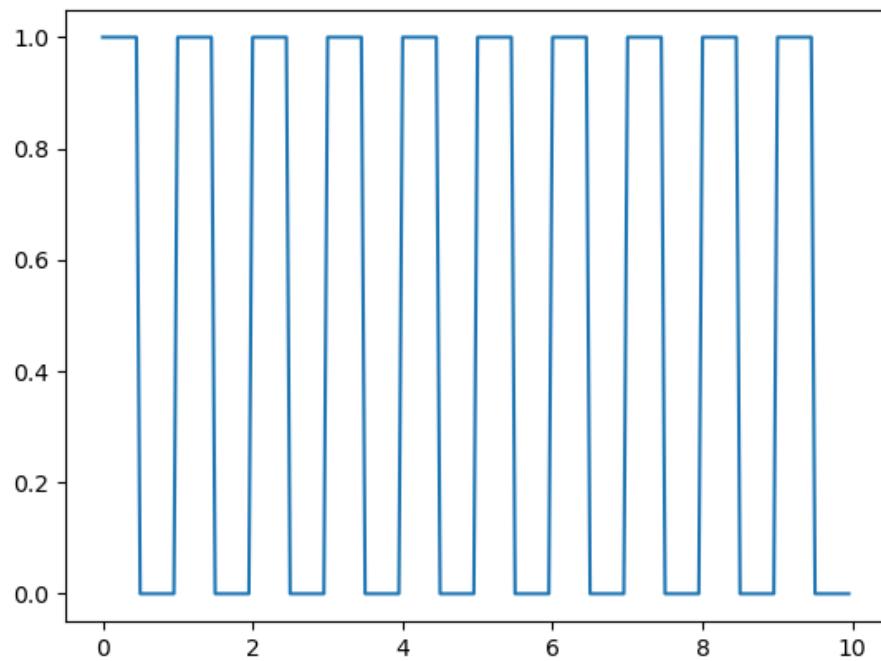
Rysunek 24: Histogram dla wyniku operacji korelacji bezpośredniej sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.

3.7 Eksperyment nr 7 - Operacja korelacji z użyciem splotu dla różnych typów sygnałów

W siódmym eksperymencie analizujemy dwa sygnały, sygnał prostokątny oraz szum gaussowski poddane operacji korelacji z użyciem splotu .

Tabela 13: Parametry wejściowe dla sygnału prostokątnego.

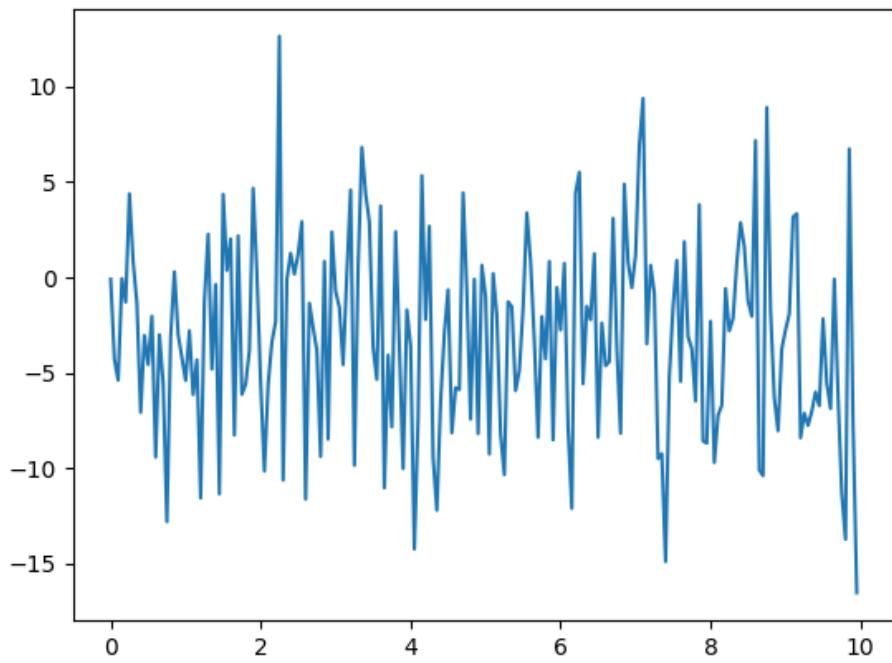
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	1



Rysunek 25: Oryginalny wygenerowany sygnał prostokątny.

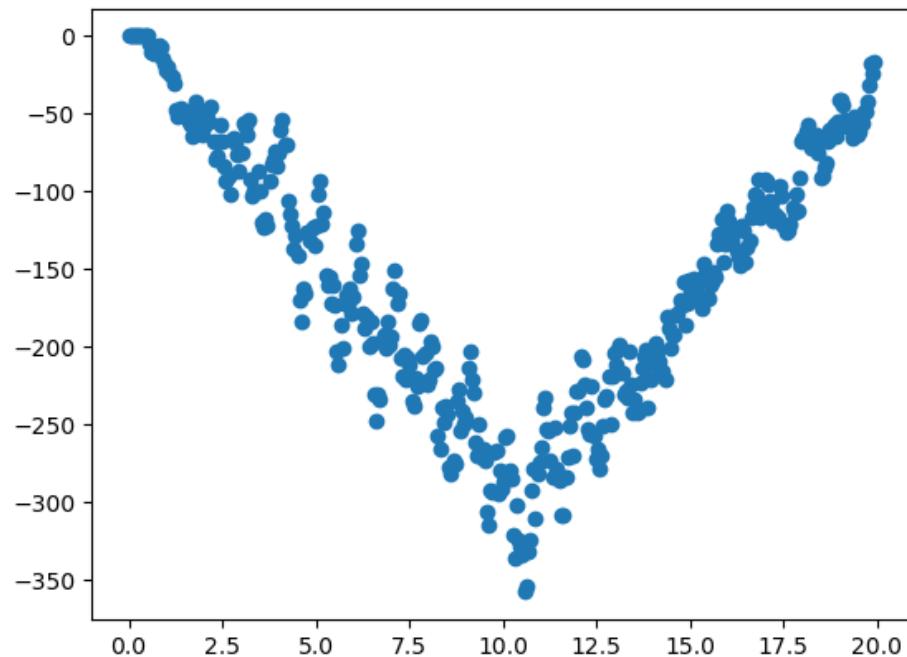
Tabela 14: Parametry wejściowe dla szumu gaussowskiego.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda
0	10	3

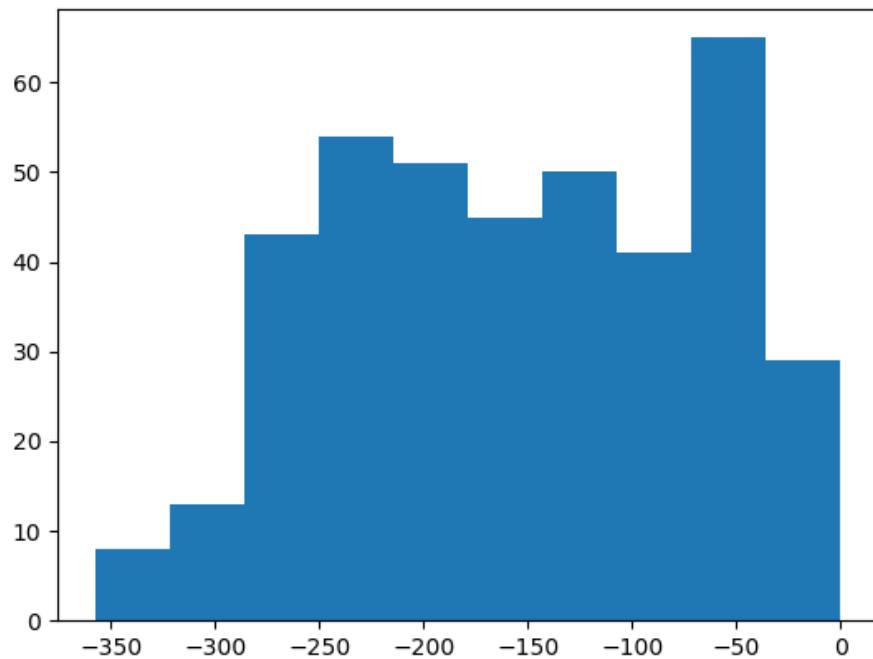


Rysunek 26: Oryginalny wygenerowany sygnał gaussowski.

Wygenerowany wykres operacji korelacji z użyciem splotu dla sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.



Rysunek 27: Wynik operacji korelacji z użyciem splotu sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.



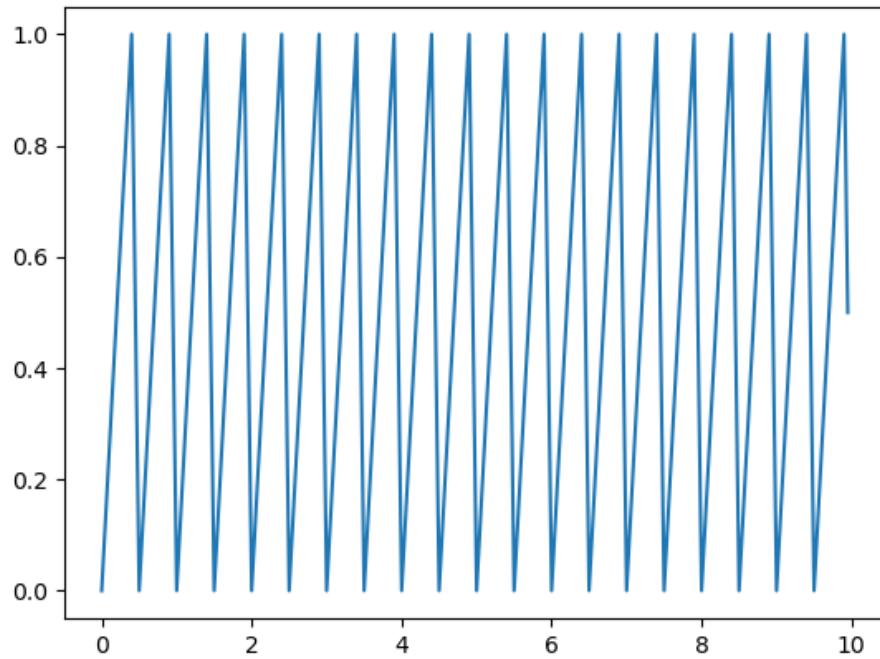
Rysunek 28: Histogram dla wyniku operacji korelacji bezpośredniej sygnału prostokątnego i szumu gaussowskiego.

3.8 Eksperyment nr 8 - Operacja korelacji bezpośredniej dla różnych typów sygnałów

W ósmym eksperymencie analizujemy dwa sygnały, sygnał trójkątny oraz sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopołówkowo poddane operacji korelacji bezpośredniej.

Tabela 15: Parametry wejściowe dla sygnału trójkątnego.

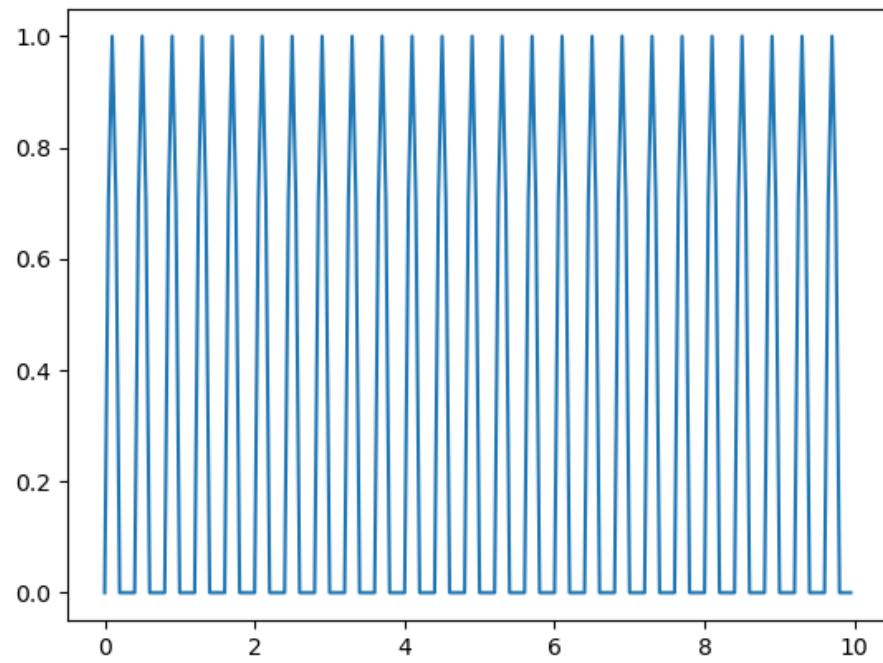
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres	Współczynnik wypełnienia
0	10	6	2	0.5



Rysunek 29: Oryginalny wygenerowany sygnał trójkątny.

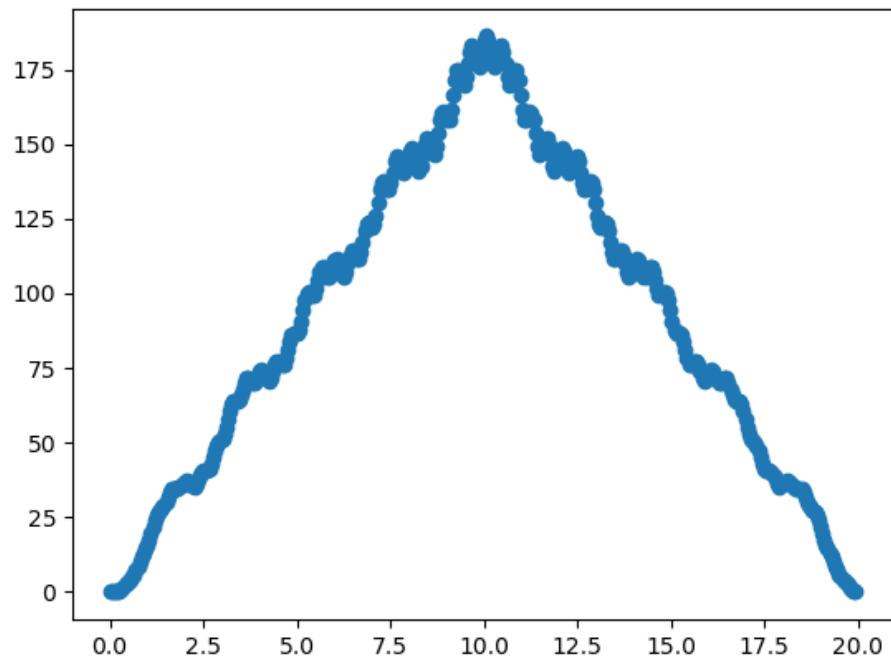
Tabela 16: Parametry wejściowe dla szumu sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	0.4

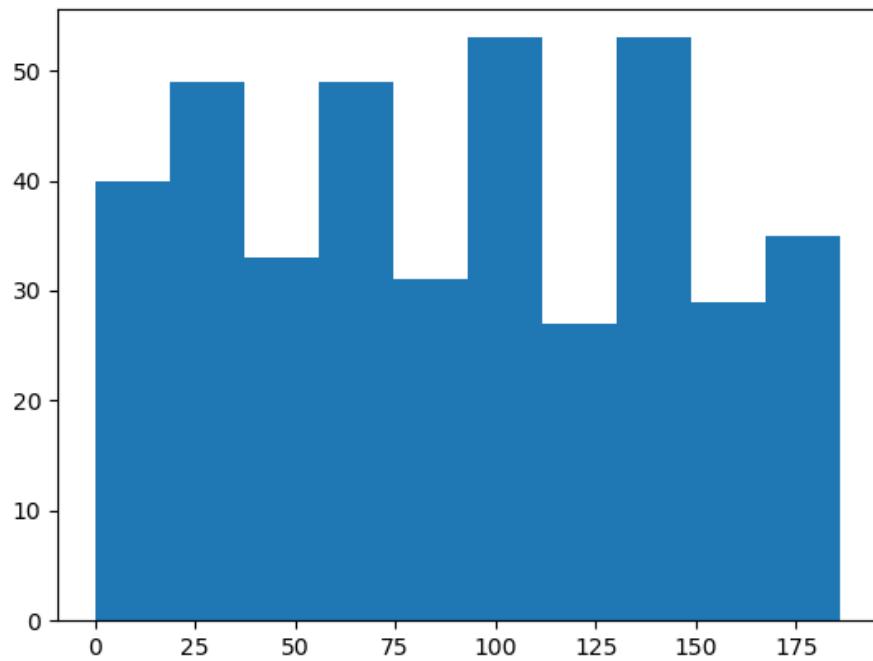


Rysunek 30: Oryginalny wygenerowany sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopołówkowo.

Wygenerowany wykres operacji korelacji bezpośredniej dla sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.



Rysunek 31: Wynik operacji korelacji bezpośredni sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.



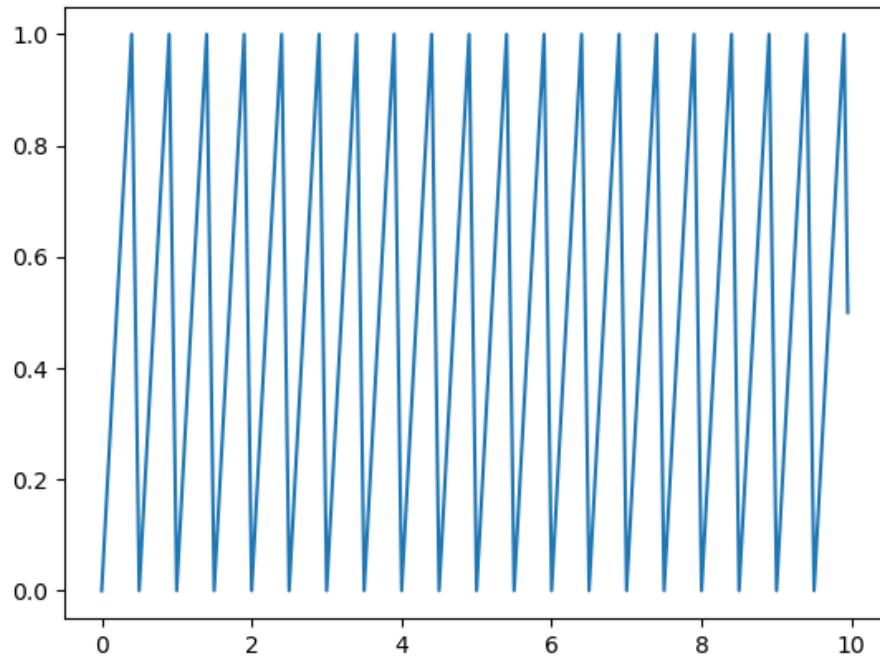
Rysunek 32: Histogram dla wyniku operacji korelacji bezpośredniej sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.

3.9 Eksperyment nr 9 - Operacja korelacji z użyciem splotu dla różnych typów sygnałów

W dziiątym eksperymencie analizujemy dwa sygnały, sygnał trójkątny oraz sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopołówkowo poddane operacji korelacji z użyciem splotu.

Tabela 17: Parametry wejściowe dla sygnału trójkątnego.

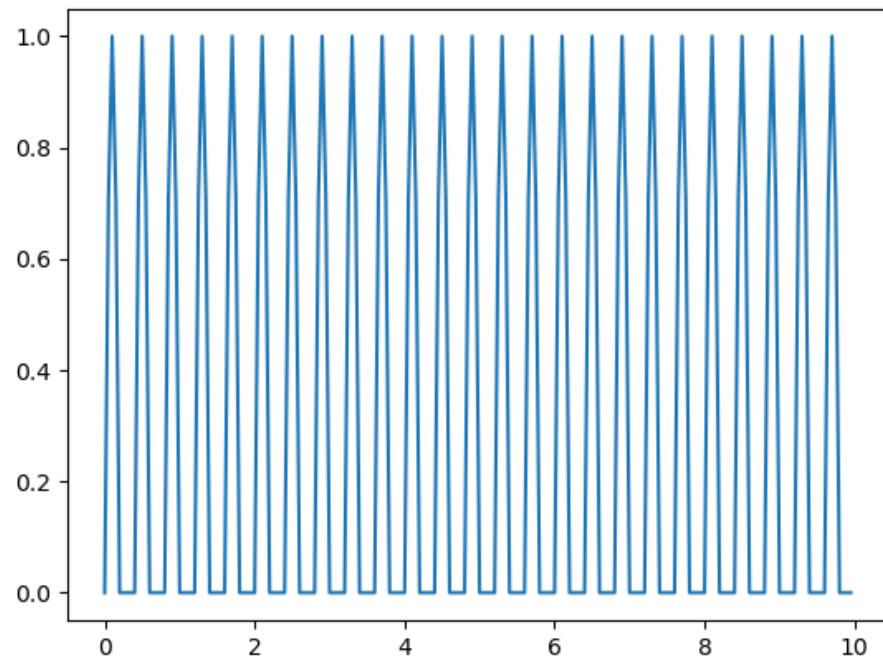
Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres	Współczynnik wypełnienia
0	10	6	2	0.5



Rysunek 33: Oryginalny wygenerowany sygnał trójkątny.

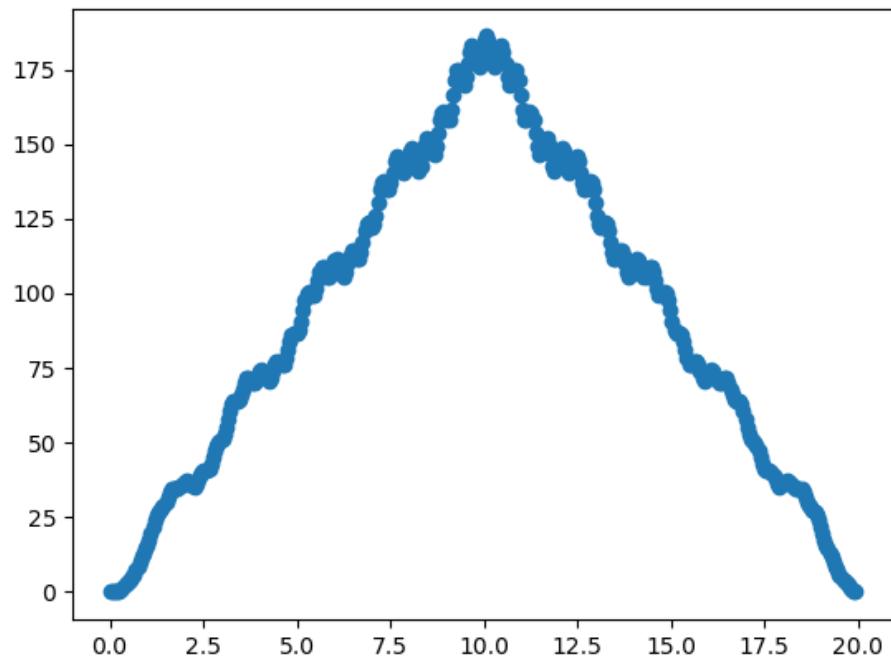
Tabela 18: Parametry wejściowe dla szumu sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.

Czas Rozpoczecia	Czas Zakonczenia	Amplituda	Okres
0	10	1	0.4

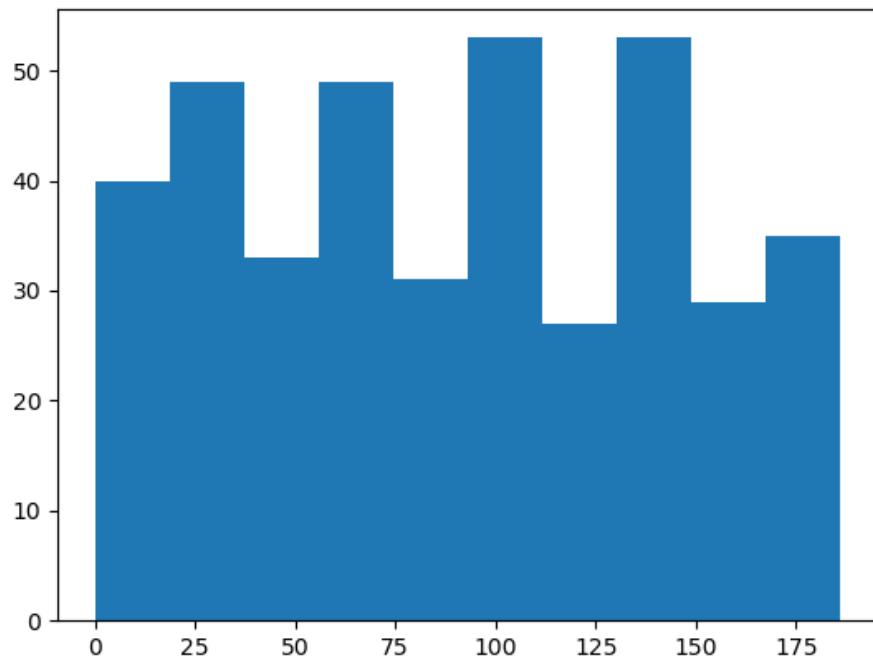


Rysunek 34: Oryginalny wygenerowany sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopołówkowo.

Wygenerowany wykres operacji korelacji z użyciem splotu dla sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.



Rysunek 35: Wynik operacji korelacji z użyciem splotu sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.



Rysunek 36: Histogram dla wyniku operacji korelacji z użyciem splotu sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo.

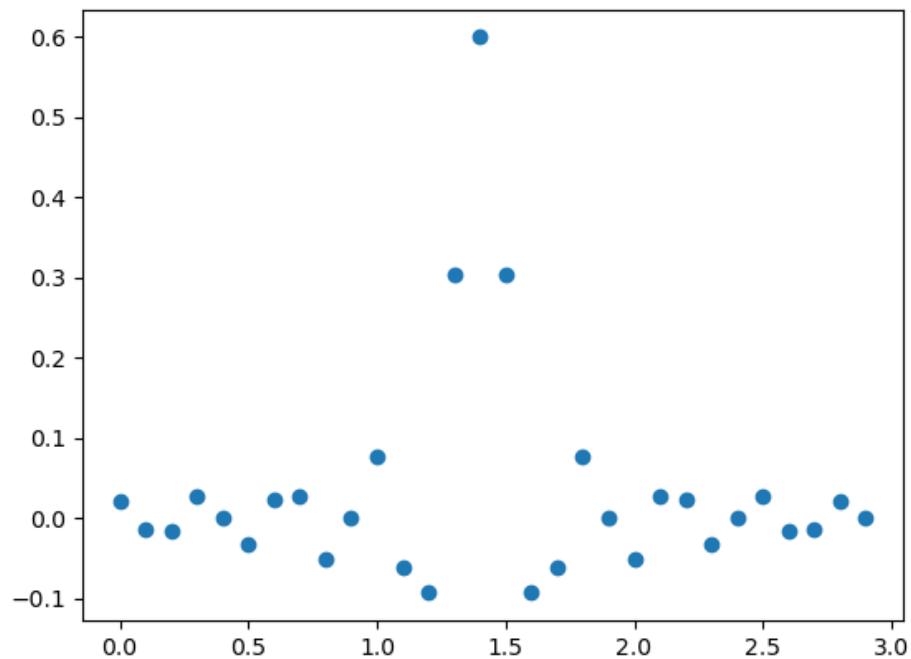
3.10 Eksperyment nr 10 - Operacja filtracji dolnoprzepustowej z oknem prostokątnym

W dziesiątym eksperymencie generujemy filtrację dolnoprzepustową z oknem prostokątnym.

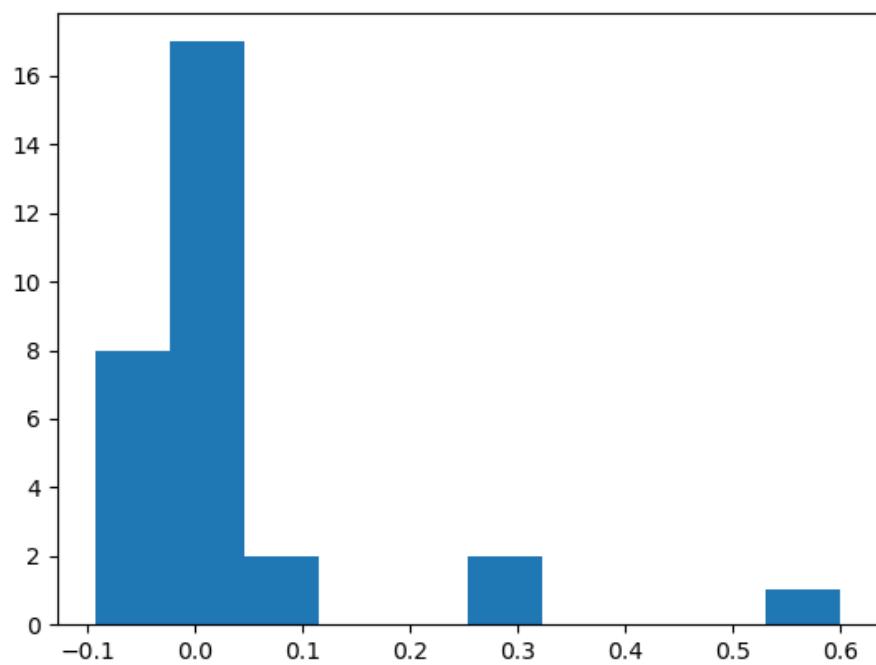
Tabela 19: Parametry wejściowe filtracji dolnoprzepustowej z oknem prostokątnym.

Częstotliwość próbkowania	Liczba próbek	Częstosliwość odcięcia
10	29	3

Wygenerowany wykres filtracji dolnoprzepustowej z oknem prostokątnym.



Rysunek 37: Wynik filtracji dolnoprzepustowej z oknem prostokątnym.



Rysunek 38: Histogram dla wyniku filtracji dolnoprzepustowej z oknem prostokątnym.

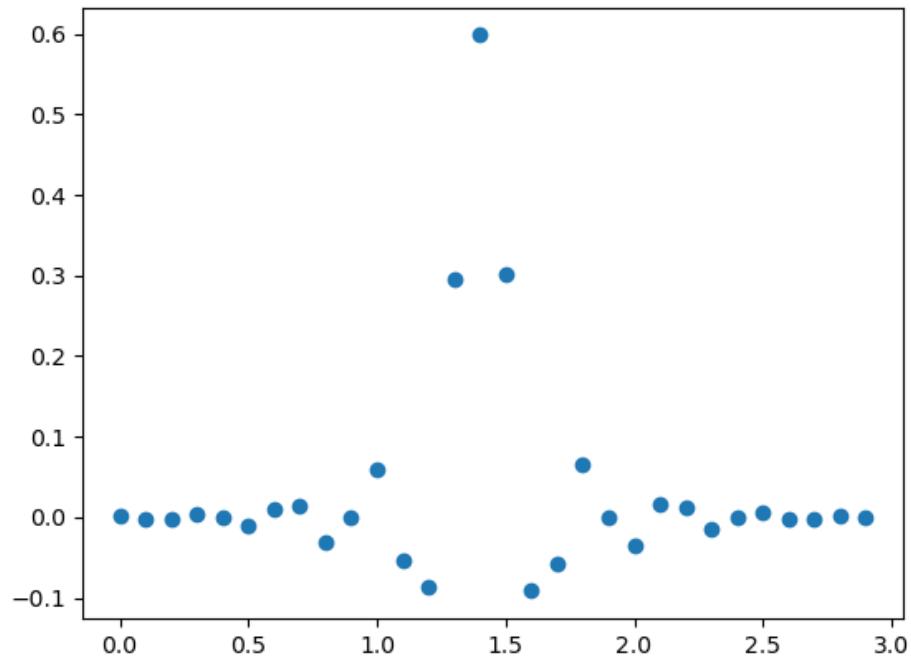
3.11 Eksperyment nr 11 - Operacja filtracji dolnoprzepustowej z oknem Hamminga

W jedenastym eksperymencie generujemy filtrację dolnoprzepustową z oknem Hammina.

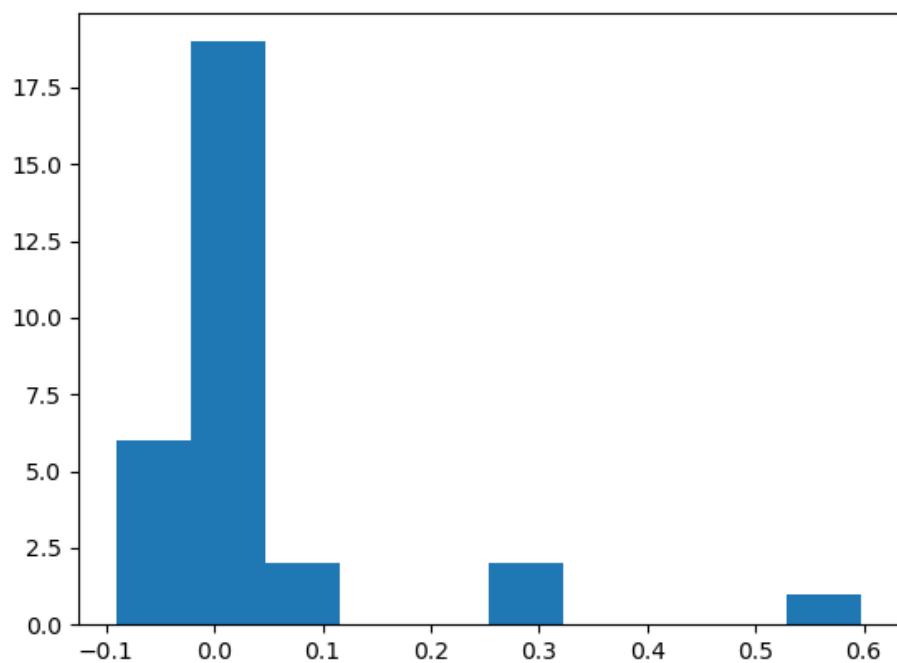
Tabela 20: Parametry wejściowe filtracji dolnoprzepustowej z oknem Hamminga.

Częstotliwość próbkowania	Liczba próbek	Częstosliwość odcięcia
10	29	3

Wygenerowany wykres filtracji dolnoprzepustowej z oknem Hamminga.



Rysunek 39: Wynik filtracji dolnoprzepustowej z oknem Hamminga.



Rysunek 40: Histogram dla wyniku filtracji dolnoprzepustowej z oknem Hamminga.

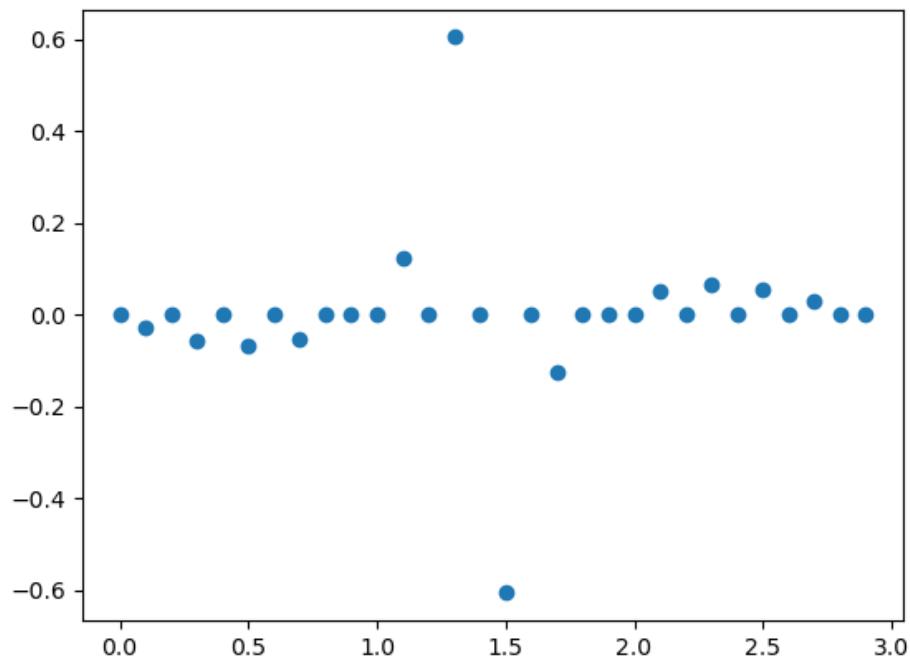
3.12 Eksperyment nr 12 - Operacja filtracji śródkowoprzepustowa z oknem prostokątnym

W dziesiątym eksperymencie generujemy filtrację śródkowoprzepustowa z oknem prostokątnym.

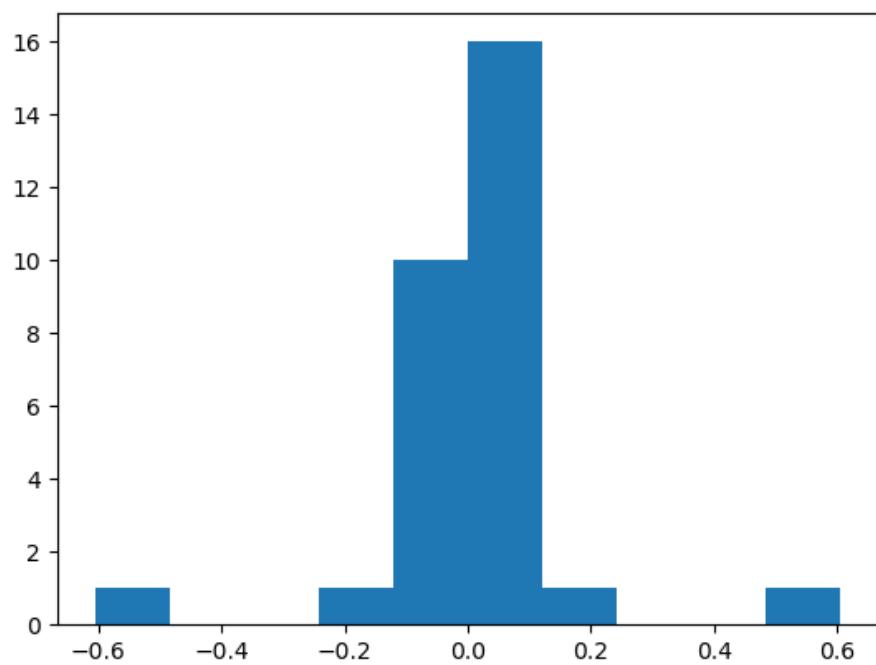
Tabela 21: Parametry wejściowe filtracji śródkowoprzepustowa z oknem prostokątnym.

Częstotliwość próbkowania	Liczba próbek	Częstosliwość odcięcia
10	29	3

Wygenerowany wykres filtracji śródkowoprzepustowa z oknem prostokątnym.



Rysunek 41: Wynik filtracji śródkowoprzepustowa z oknem prostokątnym.



Rysunek 42: Histogram dla wyniku filtracji śródkowoprzepustowa z oknem prostokątnym.

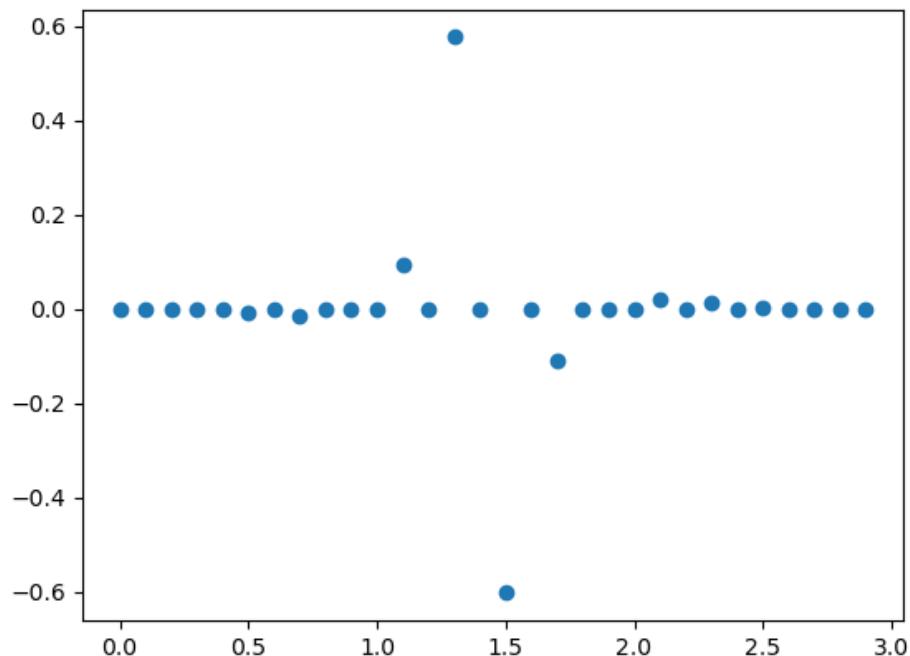
3.13 Eksperyment nr 13 - Operacja filtracji śródkowoprzepustowa z oknem Hamminga

W jedenastym eksperymencie generujemy filtrację śródkowoprzepustowa z oknem Hammina.

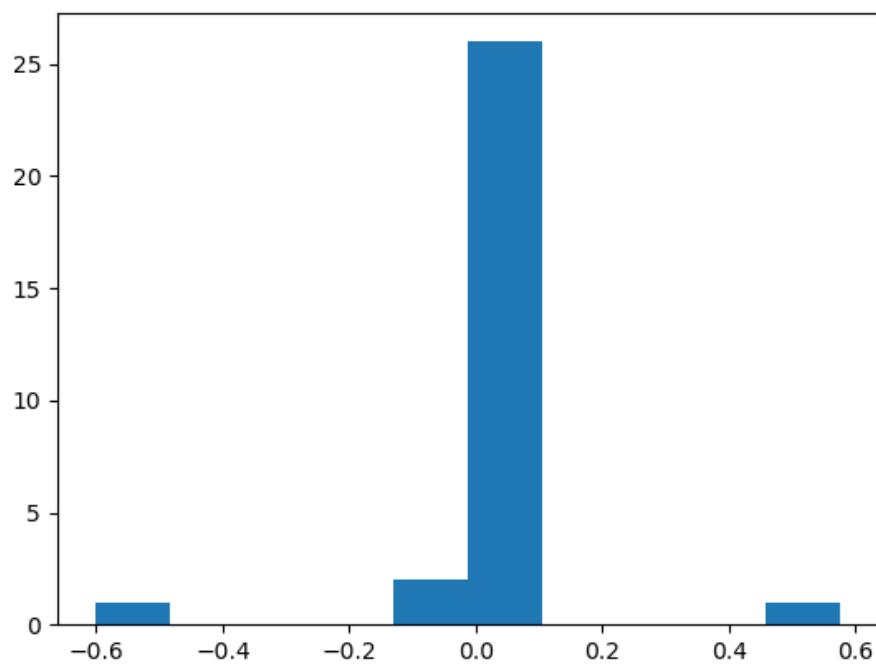
Tabela 22: Parametry wejściowe filtracji śródkowoprzepustowa z oknem Hamminga.

Częstotliwość próbkowania	Liczba próbek	Częstosliwość odcięcia
10	29	3

Wygenerowany wykres filtracji śródkowoprzepustowa z oknem Hamminga.



Rysunek 43: Wynik filtracji śródkowoprzepustowa z oknem Hamminga.



Rysunek 44: Histogram dla wyniku filtracji dolnoprzepustowej z oknem Hamminga.

4 Wnioski

Zbudowany program umożliwia wykonanie operacji splotu, korelacji bezpośredniej oraz korelacji na podstawie splotu. W programie możliwa jest również filtracja dolnoprzepustowa oraz średkowoprzepustowa z możliwością wyboru okna prostokątnego bądź Hamminga.

Wykonanie operacji korelacji powoduje minimalne przesunięcie się wykresu w prawą stronę. Dla dwóch sygnałów sinusoidalnych wykonanie operacji korelacji daje wykres będący odwrotnym wykresem operacji splotu wzdłuż osi poziomej przechodzącej przez środek wykresu. Natomiast dla różnych sygnałów - sygnału trójkątnego oraz sygnału sinusoidalnego wyprostowanego jednopołówkowo, a także dla sygnału prostokątnego oraz szumu gaussowskiego powoduje przesunięcie wykresu w sotsunku do wykresu splotu na tych samych wykresach o minimalną odległość w prawo. Nie zauważymy różnicy pomiędzy wykresami dla operacji korelacji bezpośrednią oraz wykresami dla korelacji z użyciem splotu. Wykresy operacji splotu oraz operacji korelacji są do siebie bardzo zbliżone.

Filtracja z oknem Hamminga daje wykres bardziej spłaszczony dla wartości bliskich零 w porównaniu do wykresu filtracji z oknem prostokątnym. Wartości maksymalna oraz minimalna są takie same.

Opisane wnioski dla okna prostokątnego oraz okna Hamminga są identyczne dla filtracji dolnoprzepustowej oraz filtracji średkowoprzepustowej.

Natomiast porównując wykresy filtracji dolnoprzepustowej i średkowoprzepustowej zauważamy, że widoczna zmiana następuje w wartości minimalnej dla wykresu co powoduje, że dla wykresu filtracji dolnoprzepustowej punkty skupiające się przy wartości 0 znajdują się na dole wykresu, natomiast dla wykresu filtracji średkowoprzepustowej znajdują się one na środku wykresu.

Opisane wnioski dla filtracji dolnoprzepustowej oraz średkowoprzepustowej są identyczne dla okna prostokątnego oraz okna Hamminga.

Literatura

- [1] Wikamp, Instrukcja do zadania trzeciego, Dostępny w: https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/14039/mod_resource/content/1/zad3.pdf