

Zadanie nr 1 - Generacja sygnału i szumu

Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Aneta Wiśniewska, 204029 Hanna Paluszkiewicz, 203962

19.03.2018

1 Cel zadania

Celem ćwiczenia jest poznanie wybranych własności podstawowych rodzajów sygnałów. Aby to osiągnąć, trzeba napisać aplikację umożliwiającą generację jedenastu wariantów sygnałów.

2 Wstęp teoretyczny

2.1 Teoria

Sygnał to proces zmian w czasie stanu obiektu fizycznego, bądź wielkości fizycznej.

Rozróżniamy następujące modele matematyczne sygnałów:

dystrybucje

funkcje rzeczywiste czasu

funkcje zespolone

Klasyfikacja sygnałów ze względu na dziedzinę określoności ,

Sygnały ciągłe w czasie

Sygnały dyskretne

Klasyfikacja sygnałów ze względu na czas trwania ,

Sygnały o nieskończonym czasie trwania

Sygnały impulsowe

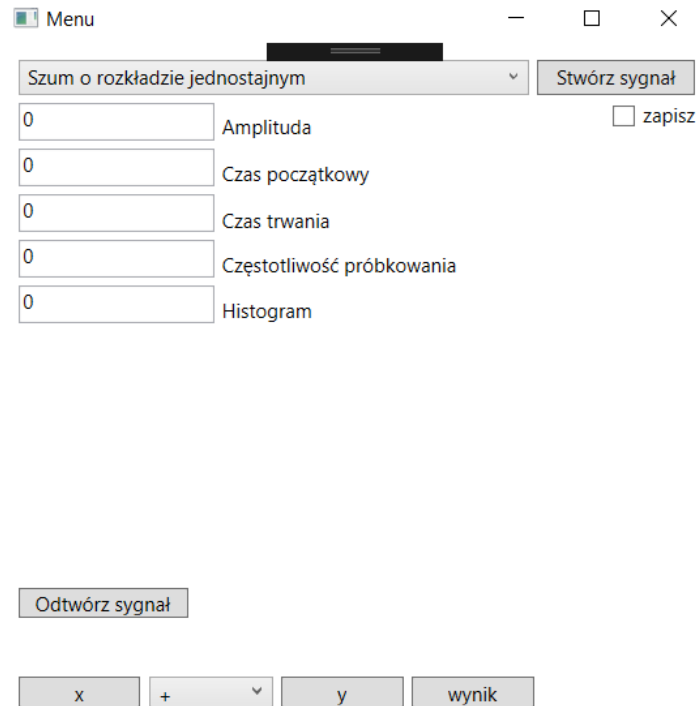
Klasyfikacja sygnałów ze względu na przewidywalność ewolucji w czasie ,

Sygnały deterministyczne

Sygnały stochastyczne (losowe)

2.2 Instrukcja obsługi aplikacji

Aplikacja do generacji szumów zawiera interfejs graficzny, który służy do obsługi przez użytkownika. Wygląd został przedstawiony na poniższym rysunku.



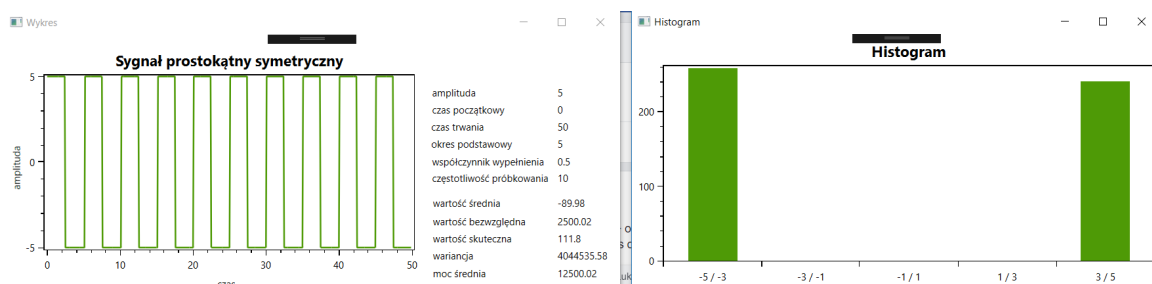
Rysunek 1: Widok główny aplikacji

Na górze okienka znajduje się wysuwana lista możliwych do generacji sygnałów. Obok znajduje się checkbox, po zaznaczeniu którego sygnał zostanie zapisany do pliku. Niżej jest przycisk do generacji sygnałów oraz lista parametrów wykresu. Tutaj wpisuje się dane wpływające na sygnał. Pola umożliwiają ustawienie charakterystycznych parametrów sygnału. Na ich podstawie program wylicza wartości amplitudy sygnału w określonym czasie oraz wyświetla graficzną reprezentację sygnału w postaci wykresu funkcji amplitudy od czasu i histogramu.

Na dole okienka znajdują się przyciski: do odtwarzania sygnału z pliku, oraz do operacji na dwóch sygnałach. Po kliknięciu w x i y wybieramy odpowiednio pierwszy i drugi składnik działania. Między nimi można wybrać jedno z czterech działań. Po wciśnięciu przycisku "wynik" program liczy wynik działania i wyświetla jego graficzną reprezentację.

2.2.1 Generowanie sygnału

Aby wygenerować sygnał użytkownik musi kliknąć w generuj sygnał. Po wygenerowaniu sygnału pojawiają się dwa dodatkowe okienka aplikacji. Jedno wyświetla histogram sygnału



Rysunek 2: Okna po generacji sygnału

Drugie przedstawia wykres funkcji amplitudy od czasu oraz obliczone wartości: wartość średnią, wartość średnią bezwzględną, wartość skuteczną, wariancję oraz moc średnią.

2.2.2 Odczyt sygnału z pliku

Oprócz generacji i zapisu do pliku, program umożliwia odczyt z pliku sygnału będącego wynikiem dyskretyzacji (bez kwantyzacji) wygenerowanego sygnału ciągłego oraz sygnału będącego wynikiem operacji na dwóch sygnałach dyskretnych.

Tak jak w przypadku generacji, sygnał jest reprezentowany graficznie w postaci histogramu i wykresu funkcji.

2.3 Opis metod

Opisy wszystkich metod zastosowanych do implementacji sygnałów, zostały zapisane w poszczególnych eksperymentach.

2.4 Opis implementacji

Aplikacja została napisana w wysokopoziomowym języku programowania - C#. Do rysowania wykresów została wykorzystana zewnętrzna biblioteka OxyPlot. Program został napisany przy pomocy metodyki obiektowej i stosuje metody numeryczne.

3 Eksperymenty i wyniki

Poniżej znajdują się wszystkie przeprowadzone eksperymenty - możliwe do uzyskania w aplikacji sygnały i wyniki.

3.1 Eksperyment nr 1

Eksperyment nr 1 - Szum o rozkładzie jednostajnym

3.1.1 Założenia

Amlituda generowanego sygnału przyjmuje, z jednakowym prawdopodobieństwem, losowe wartości z zakresu od $\langle -A_{\max}, A_{\max} \rangle$. Parametry: A, t1, d.

3.1.2 Przebieg

Do generacji synału zostały podane parametry:

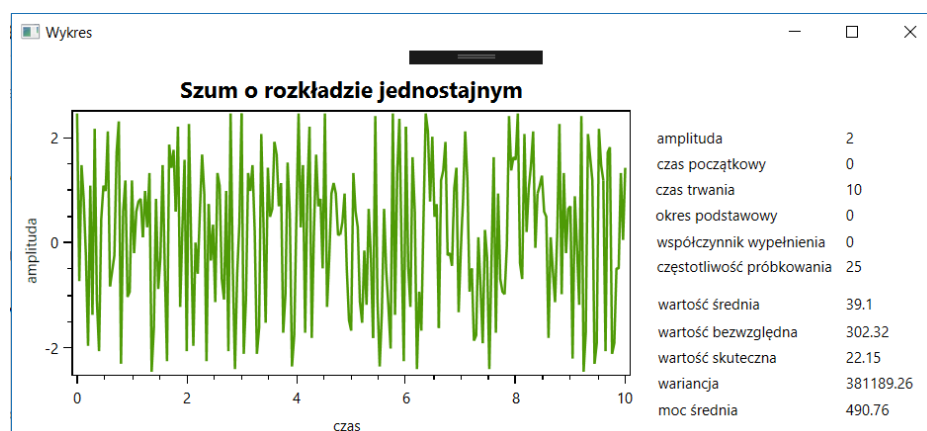
Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 10 s

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

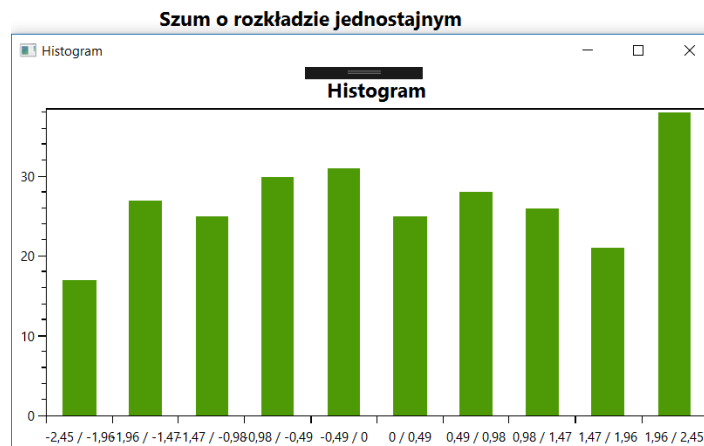
3.1.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 3.



Rysunek 3: Wykres dla wyników eksperymentu pierwszego

Rys. 4 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 4: Wykres dla wyników eksperymentu pierwszego h

3.2 Eksperyment nr 2

Eksperyment nr 2 - Szum gaussowski

3.2.1 Założenia

W szumie gaussowskim amplituda przyjmuje losowe wartości. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa tych wartości jest rozkładem normalnym, czyli funkcja gęstości rozkładu zmiennej losowej przedstawia wzór:

$$\Phi_{\mu, \sigma}(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

gdzie: μ - średnia (należy przyjąć wartość 0); σ - odchylenie standardowe (należy przyjąć wartość 1). Generując sygnał należy posłużyć się generatorem liczb losowych o rozkładzie normalnym. Parametry: A, t1, d.

3.2.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

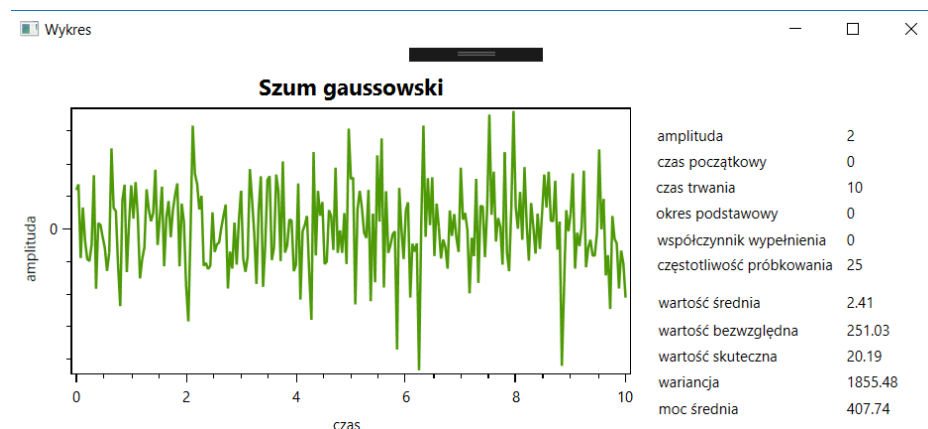
Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 10 s

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

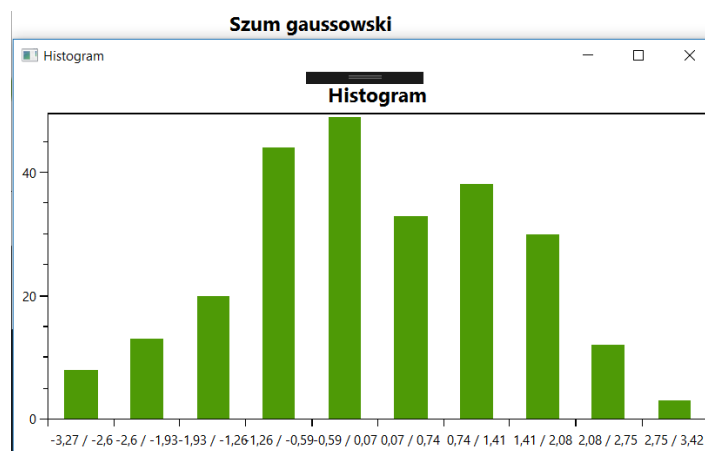
3.2.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 6.



Rysunek 5: Wykres dla wyników eksperymentu drugiego

Rys. 4 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 6: Histogram dla wyników eksperymentu drugiego

3.3 Eksperyment nr 3

Eksperyment nr 3 Sygnał sinusoidalny

3.3.1 Założenia

Sygnał opisuje wzór:

$$x(t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}(t - t_1)\right)$$

Parametry: A, T, t_1 , d.

3.3.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

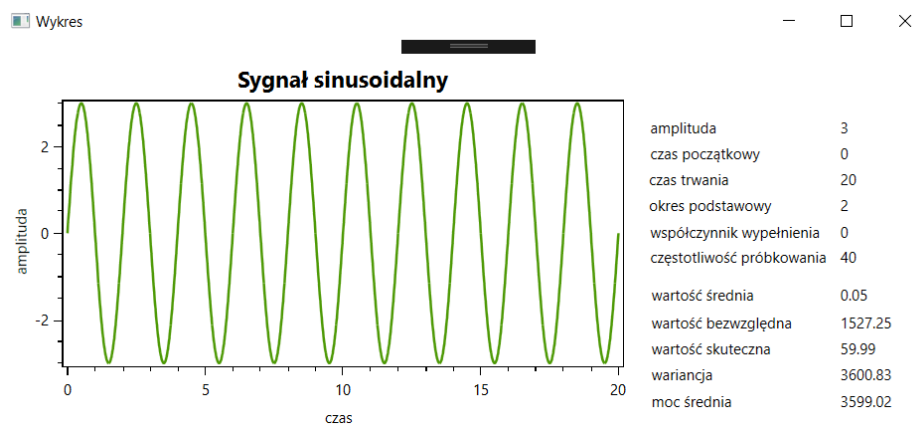
Amplituda (A): 3

Czas trwania (t_1): 20 s

Częstotliwość próbkowania (d): 40 Hz

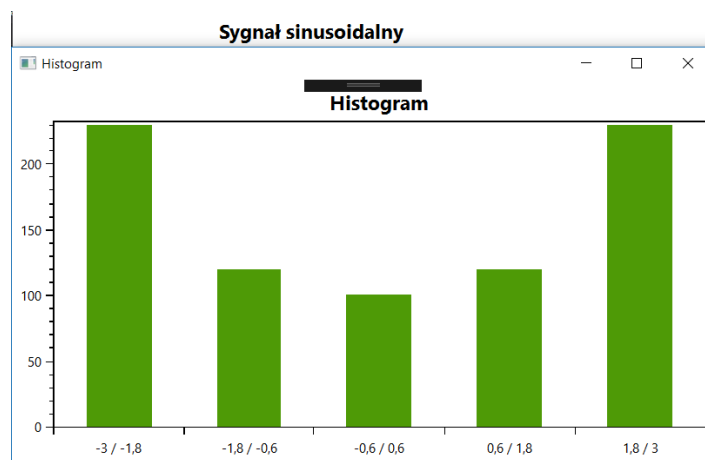
3.3.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 7.



Rysunek 7: Wykres dla wyników eksperymentu trzeciego

Rys. 8 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 8: Histogram dla wyników eksperymentu trzeciego

3.4 Eksperyment nr 4

Eksperyment nr 4 - Sygnał sinusoidalny wyprostowany jednopółkowo

3.4.1 Założenia

Sygnał opisuje wzór:

$$x(t) = \frac{1}{2} A \left\{ \sin\left[\frac{2\pi}{T}(t-t_1)\right] + \left| \sin\left[\frac{2\pi}{T}(t-t_1)\right] \right| \right\}$$

Parametry: A, T t1, d.

3.4.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

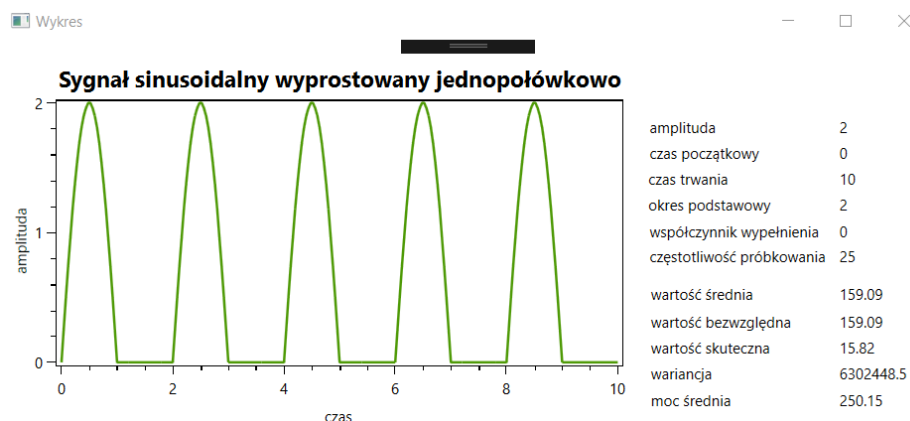
Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 10 s

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

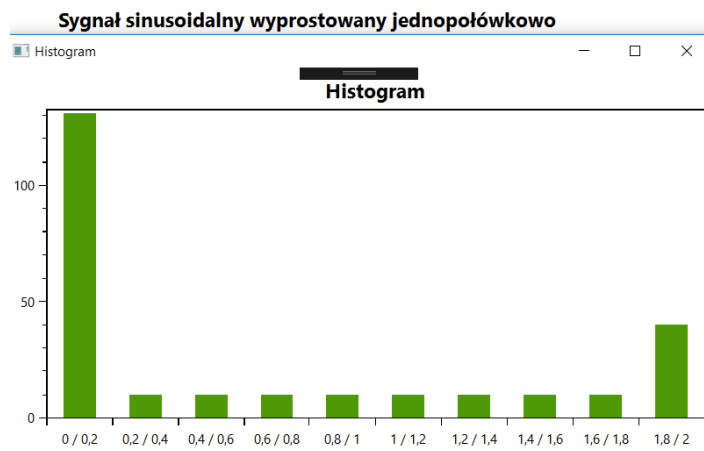
3.4.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 9.



Rysunek 9: Wykres dla wyników eksperymentu czwartego

Rys. 10 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 10: Histogram dla wyników eksperymentu czwartego

3.5 Eksperyment nr 5

3.5.1 Założenia

Sygnał opisuje wzór:

$$x(t) = A \left| \sin\left(\frac{2\pi}{T}(t - t_1)\right) \right|$$

Parametry: A, T t1, d.

3.5.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

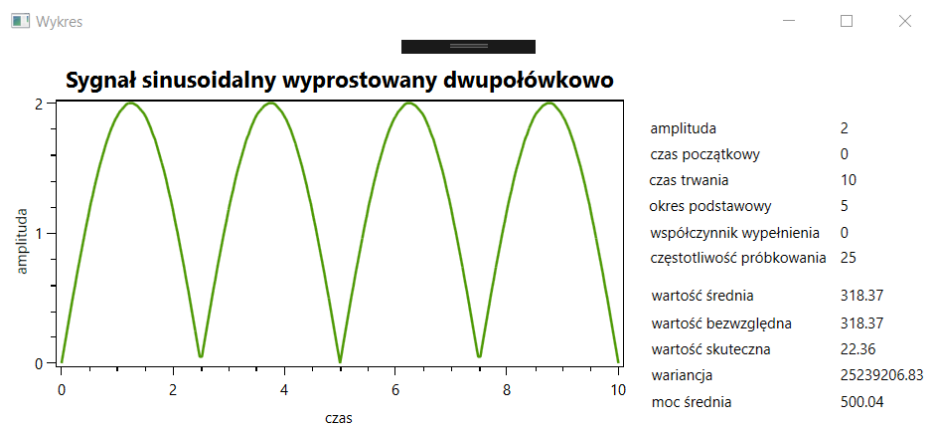
Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 10 s

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

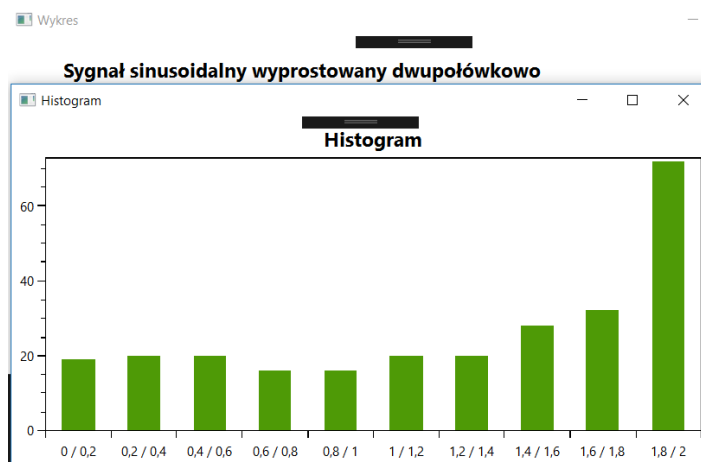
3.5.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 11.



Rysunek 11: Wykres dla wyników eksperymentu piątego

Rys. 12 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 12: Histogram dla wyników eksperymentu piątego

3.6 Eksperyment nr 6

Eksperyment nr 6 - Sygnał prostokątny

3.6.1 Założenia

Sygnał można opisać wzorem:

$$x(t) = \begin{cases} A & \text{dla } t \in [kT + t_1, k_w T + kT + t_1) \\ 0 & \text{dla } t \in [k_w T - kT + t_1, T + kT + t_1) \end{cases} \text{ dla } k \in \mathbb{C}$$

Parametry: A , T , t_1 , d , kw .

Ze względu na problemy implementacyjne nie został zastosowany w programie. Zamiast niego została zaimplementowana autorska metoda.

3.6.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

Amplituda (A): 2

Czas trwania (t_1): 100 s

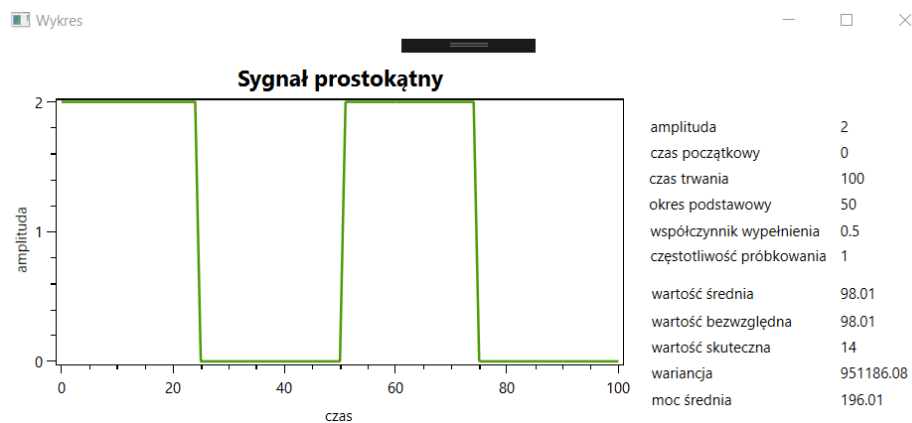
okres podstawowy (T): 50 s

współczynnik wypełnienia (k): 0.5

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

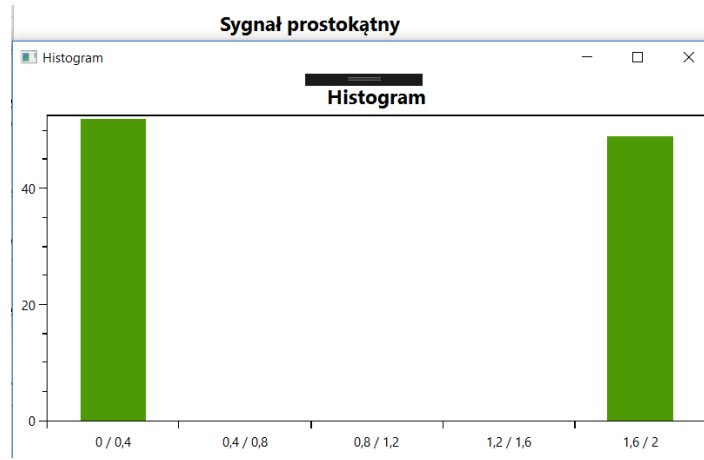
3.6.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 13.



Rysunek 13: Wykres dla wyników eksperymentu szóstego

Rys. 16 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 14: Histogram dla wyników eksperymentu szóstego

3.7 Eksperyment nr 7

Eksperyment nr 7 - Sygnał prostokątny symetryczny

3.7.1 Założenia

Sygnał można opisać wzorem:

$$x(t) = \begin{cases} A & \text{dla } t \in [kT + t_1, k_w T + kT + t_1) \\ -A & \text{dla } t \in [k_w T + t_1 + kT, T + kT + t_1) \end{cases} \text{ dla } k \in C$$

Parametry: A, T t1, d, kw.

Ze względu na problemy implementacyjne nie został zastosowany w programie. Zamiast niego została zaimplementowana autorska metoda.

3.7.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 100 s

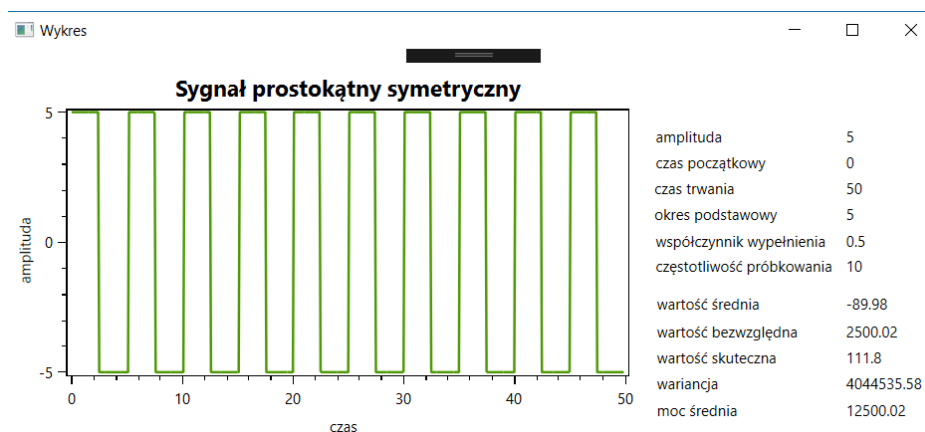
okres podstawowy (T): 50 s

współczynnik wypełnienia (k): 0.5

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

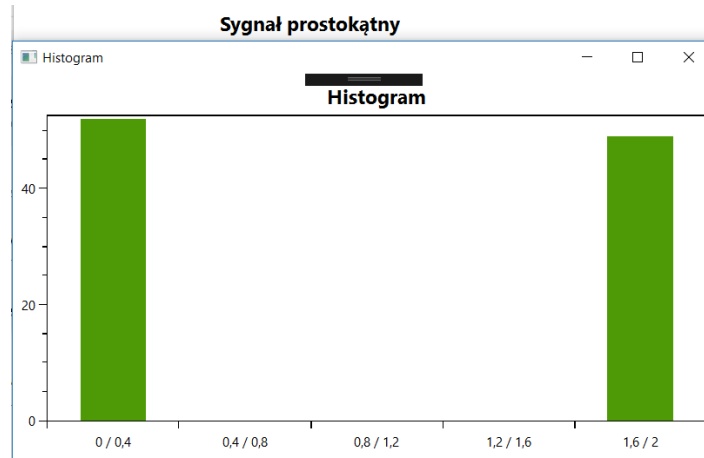
3.7.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 15.



Rysunek 15: Wykres dla wyników eksperymentu siódmego

Rys. 16 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 16: Histogram dla wyników eksperymentu szóstego

3.8 Eksperyment nr 8

Eksperyment nr 8 - Sygnał trójkątny

3.8.1 Założenia

Sygnał opisuje wzór:

$$x(t) = \begin{cases} \frac{A}{k_w T} (t - kT - t_1) & \text{dla } t \in [kT + t_1, k_w T + kT + t_1) \\ \frac{-A}{T(1-k_w)} (t - kT - t_1) + \frac{A}{1-k_w} & \text{dla } t \in [k_w T + t_1 + kT, T + kT + t_1) \end{cases} \quad \text{dla } k \in \mathbb{Z}$$

Parametry: A, T t1, d, kw.

Ze względu na problemy implementacyjne nie został zastosowany w programie. Zamiast niego została zaimplementowana autorska metoda.

3.8.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 100 s

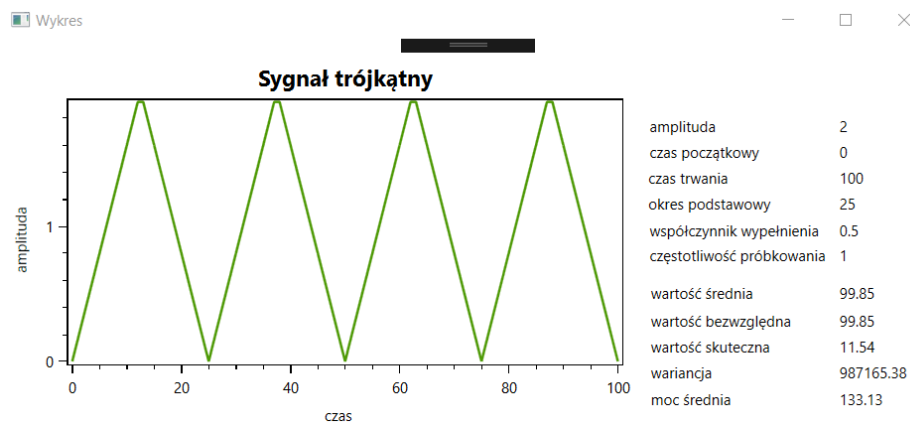
okres podstawowy (T): 50 s

współczynnik wypełnienia (k): 0.5

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

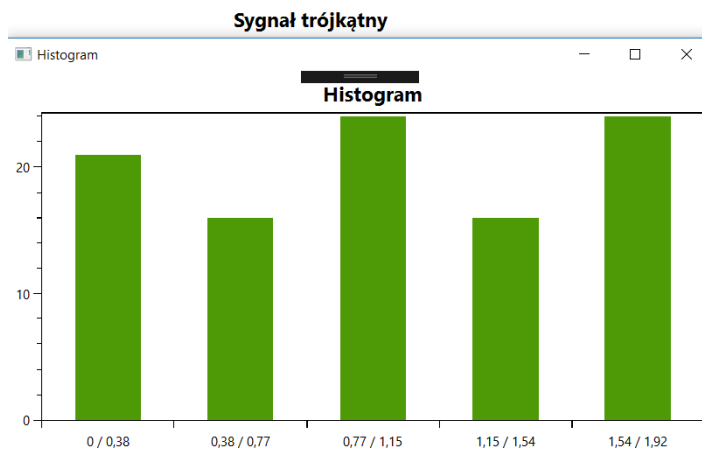
3.8.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 17.



Rysunek 17: Wykres dla wyników eksperymentu ósmego

Rys. 18 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 18: Histogram dla wyników eksperymentu ósmego

3.9 Eksperyment nr 9

Eksperyment nr 9 - Skok jednostkowy

3.9.1 Założenia

Sygnał opisuje wzór:

$$x(t) = \begin{cases} A & \text{dla } t > t_s \\ \frac{1}{2} A & \text{dla } t = t_s \\ 0 & \text{dla } t < t_s \end{cases}$$

Parametry: A, T t1, d, kw.

3.9.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 100 s

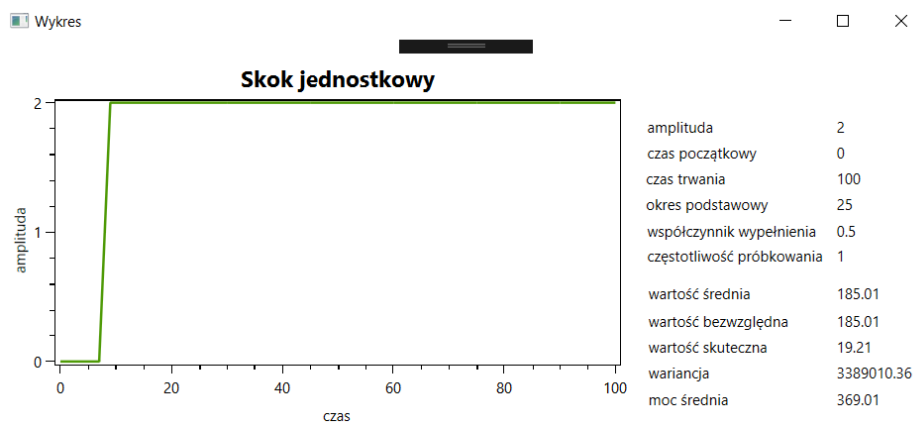
okres podstawowy (T): 50 s

współczynnik wypełnienia (k): 0.5

Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

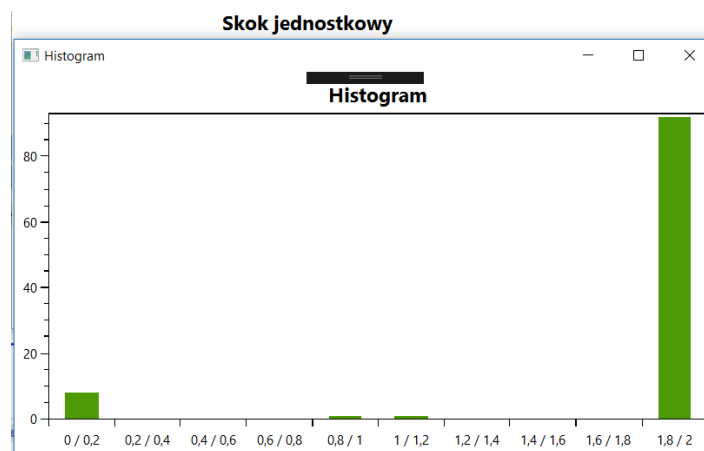
3.9.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 19.



Rysunek 19: Wykres dla wyników eksperymentu dziewiątego

Rys. 20 przedstawia histogram sygnału z opisanymi powyżej parametrami.



Rysunek 20: Histogram dla wyników eksperymentu dziewiątego

3.10 Eksperyment nr 10

Eksperyment nr 10 - Impuls jednostkowy

3.10.1 Założenia

Sygnał opisuje wzór:

$$x(t) = \begin{cases} A & \text{dla } t > t_s \\ \frac{1}{2} A & \text{dla } t = t_s \\ 0 & \text{dla } t < t_s \end{cases}$$

Parametry: A, T t1, d, kw.

3.10.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

Amplituda (A): 2

Czas trwania (t1): 100 s

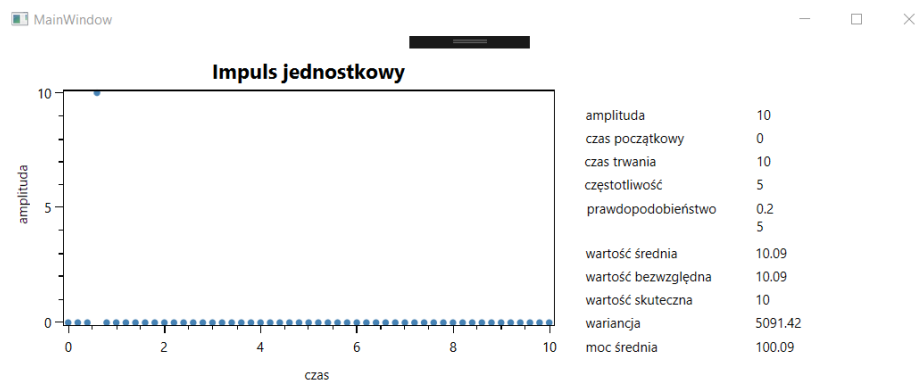
okres podstawowy (T): 50 s

współczynnik wypełnienia (k): 0.5

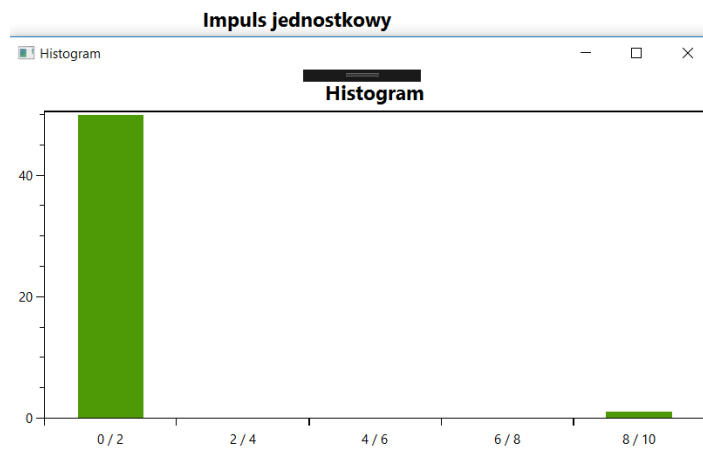
Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

3.10.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 21.



Rysunek 21: Wykres dla wyników eksperymentu dziesiątego



Rysunek 22: Histogram dla wyników eksperymentu dziesiątego

3.11 Eksperyment nr 11

Eksperyment nr 11 - Szum impulsowy

3.11.1 Założenia

Szum impulsowy jest to sygnałem dyskretnym, którego amplituda przyjmuje wartość 0 oraz wartość A różną od zera. Parametry: A , t_1 , d , f , p gdzie p jest prawdopodobieństwem wystąpienia wartości A .

3.11.2 Przebieg

Do generacji sygnału zostały podane parametry:

Amplituda (A): 2

Czas trwania (t_1): 100 s

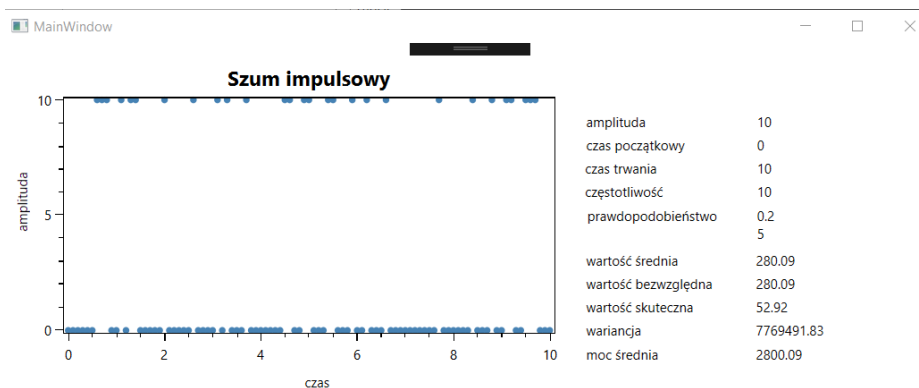
okres podstawowy (T): 50 s

współczynnik wypełnienia (k): 0.5

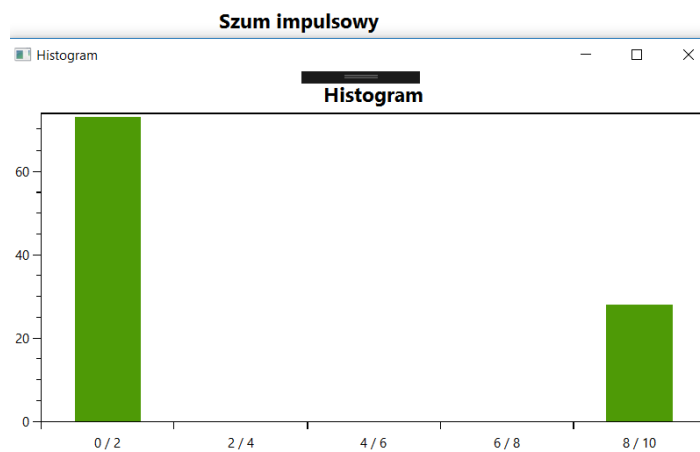
Częstotliwość próbkowania (d): 25 Hz

3.11.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 21.



Rysunek 23: Wykres dla wyników eksperymentu pierwszego



Rysunek 24: Wykres dla wyników eksperymentu pierwszego

3.12 Eksperyment nr 12

Eksperyment nr 12 - dodawanie sygnałów

3.12.1 Założenia

Aby wykonać operacje na sygnałach, muszą zgadzać się ich parametry.

3.12.2 Przebieg

Do generacji sumy sygnałów zostały wybrane sygnał sinusoidalny i szum o rozkładzie normalnym o jednakowych podanych parametrach:

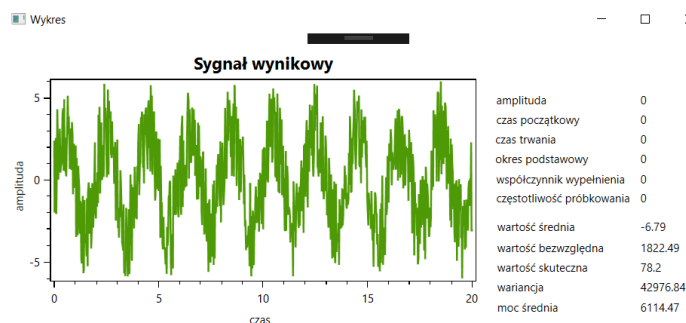
Amplituda (A): 3

Czas trwania (t_1): 20 s

Częstotliwość próbkowania (d): 40 Hz

3.12.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 25.



Rysunek 25: Wykres dla wyników eksperymentu dwunastego

3.13 Eksperyment nr 13

Eksperyment nr 13 - odejmowanie sygnałów

3.13.1 Założenia

Aby wykonać operacje na sygnałach, muszą zgadzać się ich parametry.

Parametry: A, T t_1 , d, kw.

3.13.2 Przebieg

Do generacji odejmowania sygnałów zostały wybrane sygnał sinusoidalny prostowany jednopółkowo i sygnał trójkątny o jednakowych podanych parametrach:

Amplituda (A): 5

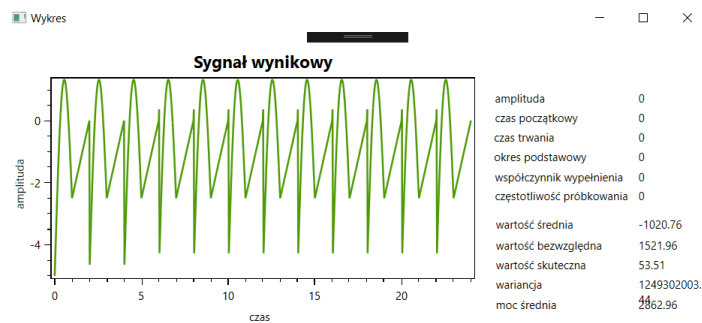
Czas trwania (t_1): 25 s

Częstotliwość próbkowania (d): 50 Hz

Okres podstawowy (T): 2 s

3.13.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 26.



Rysunek 26: Wykres dla wyników eksperymentu trzynastego

3.14 Eksperyment nr 14

Eksperyment nr 13 - mnożenie sygnałów

3.14.1 Założenia

Aby wykonać operacje na sygnałach, muszą zgadzać się ich parametry.

3.14.2 Przebieg

Do generacji mnożenia sygnałów zostały wybrane sygnał sinusoidalny prostowany jednopółkowo i sygnał trójkątny o jednakowych podanych parametrach:

Amplituda (A): 5

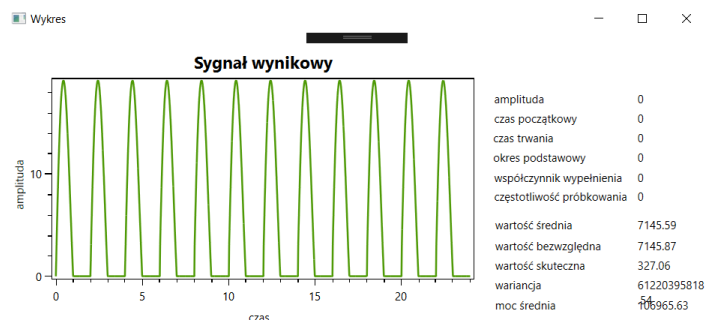
Czas trwania (t_1): 25 s

Częstotliwość próbkowania (d): 50 Hz

Okres podstawowy (T): 2 s

3.14.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 27.



Rysunek 27: Wykres dla wyników eksperymentu czternastego

3.15 Eksperyment nr 15

3.15.1 Założenia

Aby wykonać operacje na sygnałach, muszą zgadzać się ich parametry.

3.15.2 Przebieg

Do generacji dzielenia sygnałów zostały wybrane sygnał o rozkładzie normalnym i sygnał sinusoidalny o jednakowych podanych parametrach:

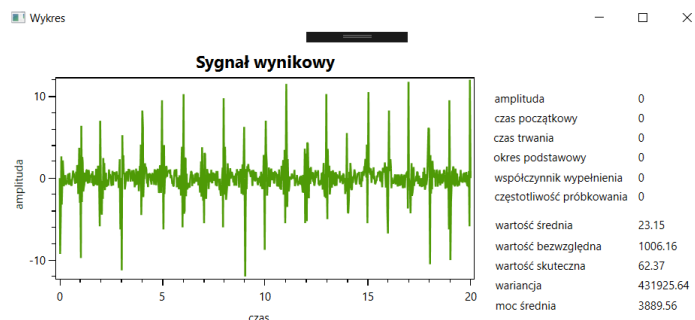
Amplituda (A): 3

Czas trwania (t_1): 20 s

Częstotliwość próbkowania (d): 40 Hz

3.15.3 Rezultat

Rezultaty przedstawiają zamieszczone poniżej zrzuty ekranu z programu. Wartości liczbowe oraz wykres funkcji amplitudy od czasu przedstawia 28.



Rysunek 28: Wykres dla wyników eksperymentu piętnastego

4 Wnioski

Przeprowadzone eksperymenty dowodzą, że przy małym czasie trwania trzeba zwiększyć częstotliwość by gęstość punktów do wykresów była wystarczająca - niekoniecznie musi być większa niż czas. Parametr amplitudy ma stosunkowo niewielki wpływ na wygląd graficznej reprezentacji - wykres będzie wyższy lub niższy, ale nie zmienia się jego charakter. Zaimplementowane generatory tworzą bardzo różne sygnały.

Literatura

- [1] FTIMS Politechnika Łódzka. *Przetwarzanie sygnałów, pojęcia podstawowe* Plik, Wikamp.
- [2] FTIMS Politechnika Łódzka. *Zadanie 1 Generacja sygnału i szumu*, Wikamp.