

**Zadanie nr 2 - Próbkowanie i  
kwantyzacja**  
Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Justyna Hubert, 210200      Karol Podlewski, 210294

17.04.2019

# 1 Cel zadania

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z praktycznymi aspektami procesu konwersji analogowo-cyfrowej (A/C) i cyfrowo-analogowej (C/A) sygnałów. Zadanie polegało na zaimplementowaniu procesu przetwarzania analogowo-cyfrowego z uwzględnieniem operacji próbkowania i kwantyzacji oraz konwersji odwrotnej, tj. cyfrowo-analogowej. Zostały wykonane następujące warianty:

- (S1) Próbkowanie równomierne,
- (Q1) Kwantyzacja równomierna z obcięciem,
- (R2) Interpolacja pierwszego rzędu,
- (R3) Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc.

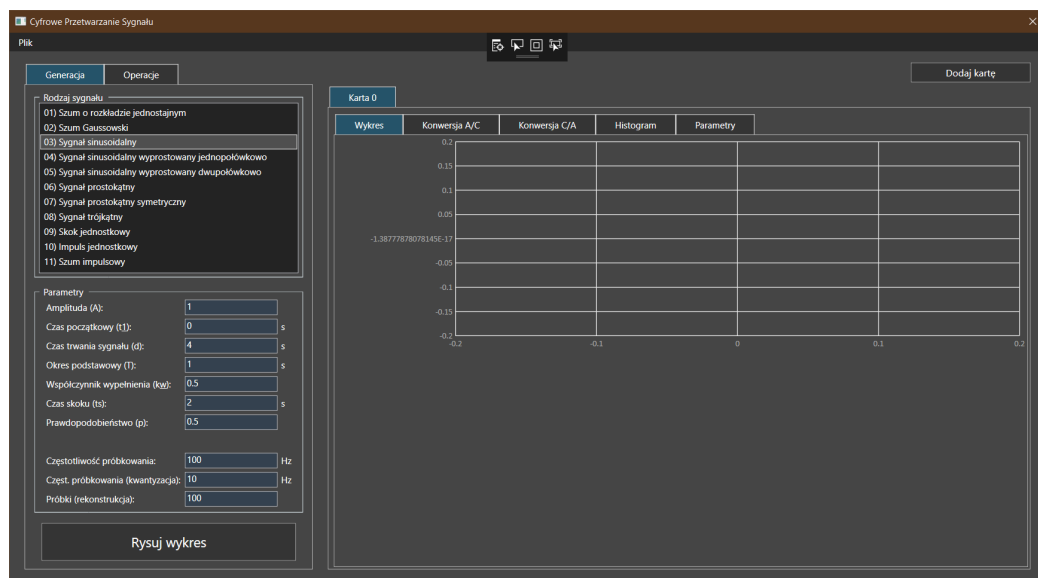
Ponadto, w ramach realizacji ćwiczenia należało zaimplementować następujące miary:

- Błąd średniokwadratowy (MSE),
- Stosunek sygnał - szum (SNR),
- Szczytowy stosunek sygnał - szum (PSNR).
- Maksymalna różnica (MD),
- Efektywna liczba bitów (ENOB).

## 2 Wstęp teoretyczny

Program został stworzony w języku C# zgodnie z opisem zamieszczonym na platformie WIKAMP [1]. Graficzny interfejs użytkownika został stworzony przy wykorzystaniu Windows Presentation Foundation [2]. Logika aplikacji została odseparowana od GUI, w zgodzie ze wzorcem projektowym Model-view-viewmodel (MVVM), poprzez implementację trzech projektów (Logic, ViewModel i View). Biblioteka LiveCharts [3] wykorzystana jest do generowania wykresów.

Po uruchomieniu aplikacji, użytkownikowi ukazują następujący interfejs graficzny:



Rysunek 1: Interfejs użytkownika

Lewa strona aplikacji przeznaczona jest do ustawiania generowania wybranych sygnałów przy określaniu ich parametrów, wykonania operacji na dwóch dowolnie wybranych sygnałach oraz zapisania bądź wczytania wygenerowanego wcześniej sygnału.

Pierwsza zakładka z lewej strony służy do generacji sygnału/szumu:

The image shows a software interface for signal generation. It has two tabs: 'Generacja' (selected) and 'Operacje'. Under 'Rodzaj sygnału', there is a list of 11 signal types, with '03) Sygnał sinusoidalny' highlighted. Below this is a 'Parametry' section with various input fields and their default values: Amplituda (A): 1, Czas początkowy (t1): 0 s, Czas trwania sygnału (d): 4 s, Okres podstawowy (T): 1 s, Współczynnik wypełnienia (kw): 0.5, Czas skoku (ts): 2 s, Prawdopodobieństwo (p): 0.5, Częstotliwość próbkowania: 100 Hz, Częst. próbkowania (kwantyzacja): 10 Hz, and Próbki (rekonstrukcja): 100. At the bottom is a button labeled 'Rysuj wykres'.

Parametr	Wartość	Jednostka
Amplituda (A):	1	
Czas początkowy (t1):	0	s
Czas trwania sygnału (d):	4	s
Okres podstawowy (T):	1	s
Współczynnik wypełnienia (kw):	0.5	
Czas skoku (ts):	2	s
Prawdopodobieństwo (p):	0.5	
Częstotliwość próbkowania:	100	Hz
Częst. próbkowania (kwantyzacja):	10	Hz
Próbki (rekonstrukcja):	100	

Rysunek 2: Generacja sygnału

Sygnał wygeneruje się na obecnie otworzonej karcie. Zaprezentowanie na zrzucie ekranu wartości parametrów są wartościami domyślnymi.

Kolejna zakładka umożliwia wykonanie operacji na sygnale. Wraz z wybraną operacją, wybieramy sygnały które mają zostać przetworzone:

The image shows a software interface with a dark theme. At the top, there are three tabs: 'Generacja', 'Operacje' (which is selected and highlighted in blue), and 'Zapis'. Below the 'Operacje' tab, there is a sub-tab labeled 'Operacja' in blue. Under this sub-tab is a list of four operations: '1) Dodawanie', '2) Odejmowanie', '3) Mnożenie', and '4) Dzielenie'. The first option, '1) Dodawanie', is highlighted in blue. Below the list of operations, there are two columns. The left column is headed 'Pierwszy sygnał' and the right column is headed 'Drugi sygnał', both in blue. Each column contains a large rectangular area labeled 'Karta 0' at the top, which is currently empty. At the bottom of the interface, there is a large button labeled 'Rysuj wykres'.

Rysunek 3: Operacje na sygnałach

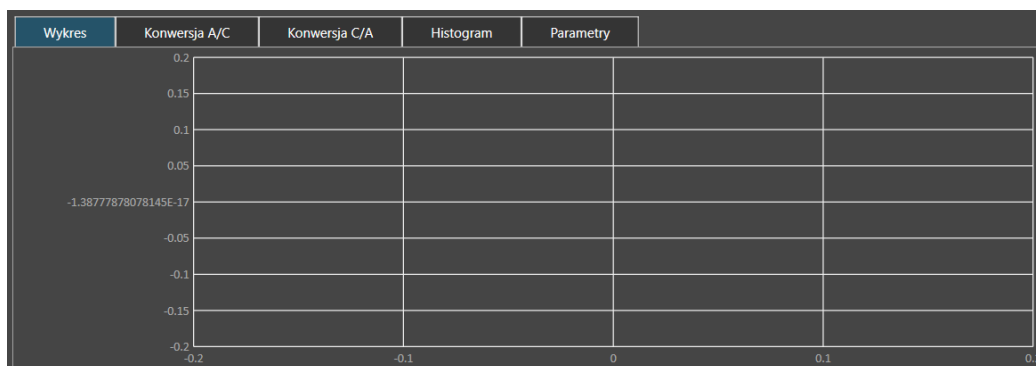
Sygnał wygeneruje się na obecnie otworzonej karcie.

Sekcja z lewej strony składa się z kart, na których możemy generować nasze wykresy:



Rysunek 4: Widok kart

Każda karta zawiera pięć zakładek, pozwalających zobaczyć wykres, konwersje A/C i C/A histogram oraz wyliczone parametry sygnału:

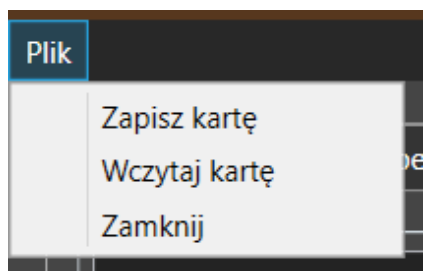


Rysunek 5: Widok karty sygnału wraz z kolejnymi dostępnymi opcjami

Wykres	Konwersja A/C	Konwersja C/A	Histogram	Parametry
<p>Wartość średnia sygnału: <input type="text" value="0"/></p> <p>Wartość średnia bezwzględna sygnału: <input type="text" value="0"/></p> <p>Wartość skuteczna sygnału: <input type="text" value="0"/></p> <p>Wariancja sygnału: <input type="text" value="0"/></p> <p>Moc średnia sygnału: <input type="text" value="0"/></p> <p>Błąd średniokwadratowy: <input type="text" value="0"/></p> <p>Stosunek sygnał - szum: <input type="text" value="0"/></p> <p>Szczytowy stosunek sygnał - szum: <input type="text" value="0"/></p> <p>Maksymalna różnica: <input type="text" value="0"/></p> <p>Efektywna liczba bitów: <input type="text" value="0"/></p>				

Rysunek 6: Parametry sygnału

Aby zapisać bądź wczytać wykres, należy skorzystać z menu kontekstowego (możemy tutaj także zamknąć naszą aplikację):



Rysunek 7: Zapis oraz wczytanie sygnału

### **3 Eksperymenty i wyniki**

### **4 Wnioski**

### **Bibliografia**

- [1] Instrukcja do zadania 2:  
[https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/13449/mod\\_resource/content/0/zadanie2.pdf](https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/13449/mod_resource/content/0/zadanie2.pdf).
- [2] Windows Presentation Foundation:  
<https://docs.microsoft.com/pl-pl/dotnet/framework/wpf/>.
- [3] Biblioteka LiveCharts:  
<https://lvcharts.net/>.