|  |
| --- |
| agh_nzw_s_pl_1w_wbr_rgb_150ppi |
| **WYDZIAŁ INFORMATYKI, ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI**  INSTYTUT ELEKTRONIKI |
| **PROJEKT DYPLOMOWY** |
| **Aplikacja do analizy częstotliwościowej sygnału** |
| *Application for the frequency signal analysis* |
| Autor: **Dominik Duchnik**  Kierunek studiów: Elektronika  Opiekun pracy: dr inż. Rafał Frączek |
| Kraków, 2024 |

Spis treści

[1. Wstęp 3](#_Toc156519485)

[1.1. Wprowadzenie 3](#_Toc156519486)

[1.2. Język programowania Python 4](#_Toc156519487)

[1.3. Biblioteka PyQt5 4](#_Toc156519488)

[1.4. Przegląd istniejących rozwiązań 4](#_Toc156519489)

[1.4.1. Wolfram Alpha 4](#_Toc156519490)

[1.4.2. Audacity 6](#_Toc156519491)

[1.5. Geneza 8](#_Toc156519492)

[1.6. Cel pracy 8](#_Toc156519493)

[2. Interfejs użytkownika 10](#_Toc156519494)

[2.1. Sygnał jednowymiarowy 10](#_Toc156519495)

[2.1.1. Wybór parametrów 10](#_Toc156519496)

[2.1.2. Sygnał oryginalny 10](#_Toc156519497)

[2.1.3. Dyskretna transformata Fouriera 10](#_Toc156519498)

[2.1.4. Odwrotna transformata Fouriera 10](#_Toc156519499)

[2.1.5. Dyskretna transformata cosinusowa 10](#_Toc156519500)

[2.1.6. Odwrotna transformata cosinusowa 10](#_Toc156519501)

[2.1.7. Sygnał dźwiękowy 10](#_Toc156519502)

[2.2. Sygnał dwuwymiarowy 10](#_Toc156519503)

[3. Projekt 11](#_Toc156519504)

[3.1. Wymagania 11](#_Toc156519505)

[3.2. Zasady SOLID 11](#_Toc156519506)

[3.3. Wzorce projektowe 11](#_Toc156519507)

[3.4. Biblioteki 11](#_Toc156519508)

[4. Implementacja 12](#_Toc156519509)

[5. Podsumowanie 13](#_Toc156519510)

[5.1. Podsumowanie pracy 13](#_Toc156519511)

[5.2. Plany rozwoju 13](#_Toc156519512)

[Bibliografia 14](#_Toc156519513)

# Wstęp

## Wprowadzenie

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów jest jedną z najważniejszych gałęzi współczesnej inżynierii. Obszary takie jak telekomunikacja, medycyna, akustyka zostały zrewolucjonizowane przez własne, skomplikowane matematycznie algorytmy dotyczące przetwarzania sygnałów. Głównym jego celem jest efektywne manipulowanie sygnałami wykorzystując algorytmy numeryczne, które korzystają z cyfrowych układów elektronicznych. W przeciwieństwie do sygnałów analogowych, które są ciągłe w czasie, sygnał cyfrowy charakteryzuje się dyskretyzacją w dziedzinie czasu – jest reprezentowany przez skończony ciąg liczb. Sygnały w postaci cyfrowej posiadają wiele zalet takich jak odporność na zakłócenia i straty informacji w porównaniu do sygnałów analogowych co przekłada się na poprawę jakości i niezawodności ich przetwarzania. Ponadto dane w postaci cyfrowej są łatwiejsze w przechowywaniu i przesyłaniu. Jednym z kluczowych zagadnień w aspekcie cyfrowego przetwarzania sygnałów jest analiza częstotliwościowa, zwana również analizą fourierowską. Jest to matematyczne narzędzie umożliwiające przekształcenie sygnału z dziedziny czasu do częstotliwości co znacznie ułatwia analizę sygnału i znajduje swoje zastosowanie m.in. w kompresji danych. Poza transformacją Fouriera w praktyce wykorzystywana jest również transformacja cosinusowa, która przekształca sygnał na sumę funkcji cosinus o współczynnikach rzeczywistych. Swoje zastosowanie znalazła w szczególności w kompresji obrazów JPEG.

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów jest jedną z najważniejszych gałęzi współczesnej inżynierii. Obszary takie jak telekomunikacja, medycyna, akustyka zostały zrewolucjonizowane przez własne, skomplikowane matematycznie algorytmy dotyczące przetwarzania sygnałów. Głównym jego celem jest efektywne manipulowanie sygnałami wykorzystując algorytmy numeryczne, które korzystają z cyfrowych układów elektronicznych. W przeciwieństwie do sygnałów analogowych, które są ciągłe w czasie, sygnał cyfrowy charakteryzuje się dyskretyzacją w dziedzinie czasu – jest reprezentowany przez skończony ciąg liczb. Sygnały w postaci cyfrowej posiadają wiele zalet takich jak odporność na zakłócenia i straty informacji w porównaniu do sygnałów analogowych co przekłada się na poprawę jakości i niezawodności ich przetwarzania. Ponadto dane w postaci cyfrowej są łatwiejsze w przechowywaniu i przesyłaniu. Jednym z kluczowych zagadnień w aspekcie cyfrowego przetwarzania sygnałów jest analiza częstotliwościowa, zwana również analizą fourierowską. Jest to matematyczne narzędzie umożliwiające przekształcenie sygnału z dziedziny czasu do częstotliwości co znacznie ułatwia analizę sygnału i znajduje swoje zastosowanie m.in. w kompresji danych. Poza transformacją Fouriera w praktyce wykorzystywana jest również transformacja cosinusowa, która przekształca sygnał na sumę funkcji cosinus o współczynnikach rzeczywistych. Swoje zastosowanie znalazła w szczególności w kompresji obrazów JPEG.

## Język programowania Python

Język programowania Python jest jednym z najbardziej wszechstronnych oraz powszechnie używanych narzędzi programistycznych. Prostota, czytelność kodu oraz ogromna społeczność programistyczna sprawiają, że jest popularnym wyborem wśród wielu projektów. Jest on językiem jest wysokopoziomowym i wieloparadygmatowym językiem programowania. Posiada bogatą kolekcję bibliotek, które znajdują zastosowanie niemal w każdej dziedzinie. Jednym z kluczowych atutów języka Python jest dynamiczne typowanie, co oznacza, że nie musimy deklarować typu zmiennej, sprawiając, że kod staje się bardziej elastyczny. Niewątpliwie jego zaletą jest również automatyczne zarządzanie pamięcią, które zwalnia programistę z konieczności ręcznego jej alokowania, co zwiększa wygodę oraz skraca czas poświęcony rozwojowi aplikacji.

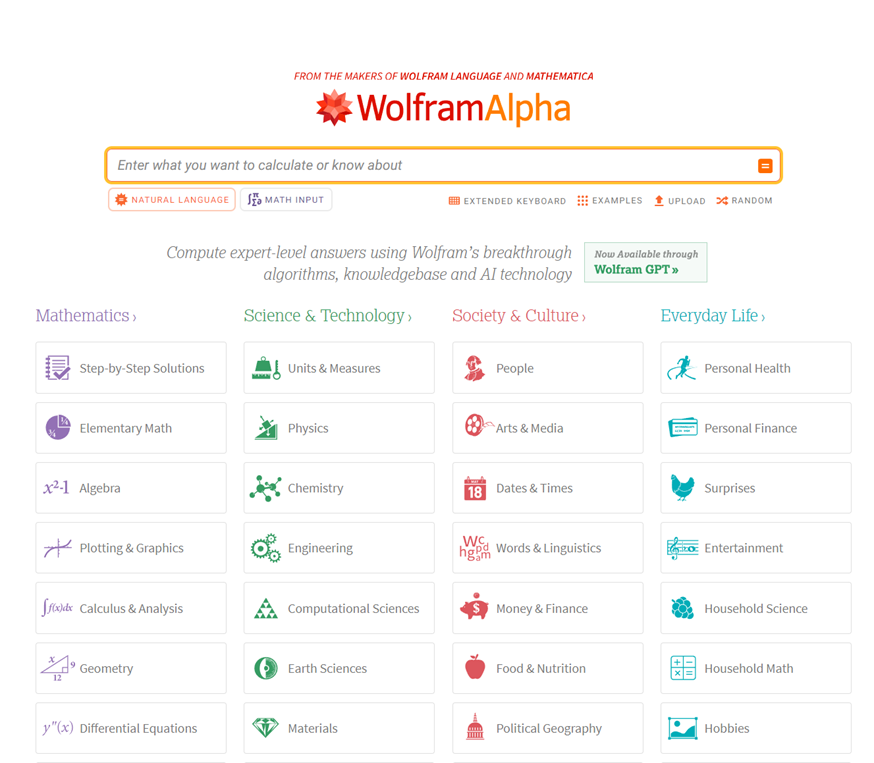
## Biblioteka PyQt5

Jako narzędzie służące do zaprojektowania graficznego interfejsu użytkownika(GUI) wykorzystałem bibliotekę PyQt5. Jest to zbiór modułów umożliwiający integrację interfejsu graficznego z aplikacjami w języku Python. Oparta jest ona na technologii Qt wykorzystywanej do projektowania aplikacji desktopowych oraz mobilnych. Swoją popularność zawdzięcza wszechstronności oraz prostocie użytkowania. Niewątpliwym atutem jest integracja z narzędziem Qt Designer, który umożliwia w szybki sposób zaprojektowanie całego interfejsu w sposób graficzny, bez konieczności tworzenia kodu w sposób manualny.

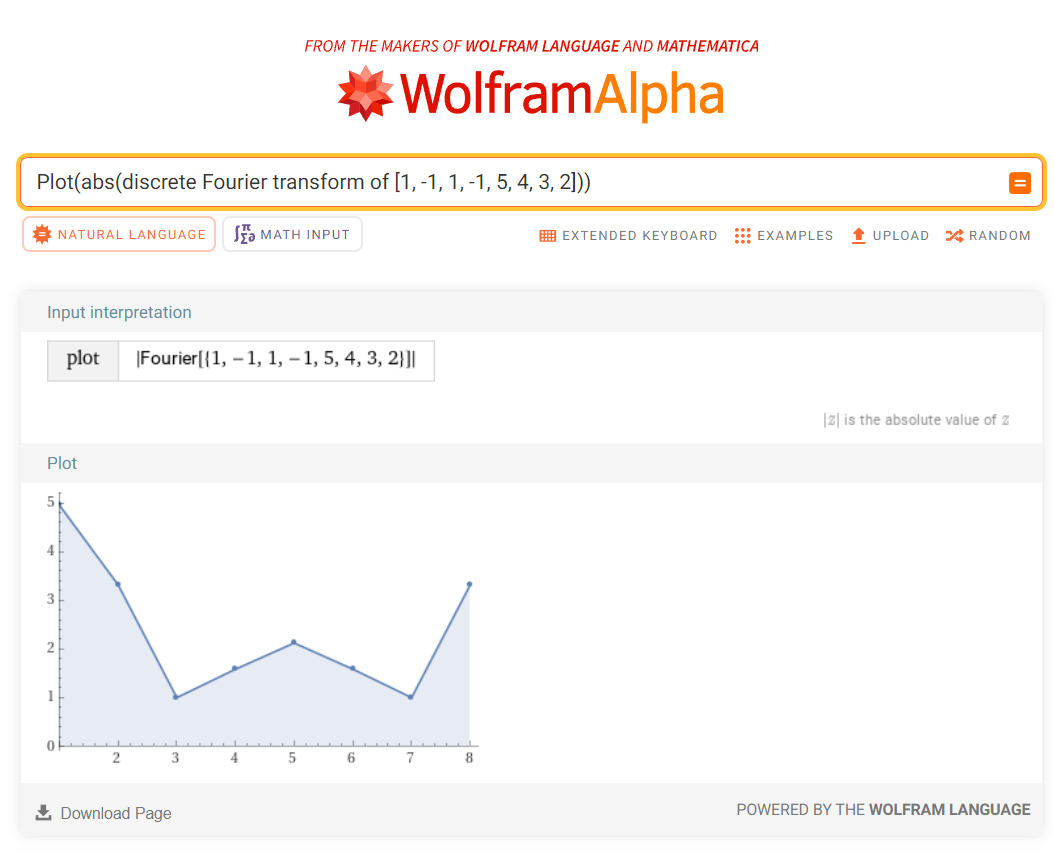
## Przegląd istniejących rozwiązań

### Wolfram Alpha

Wolfram Alpha(Rys 1.1, Rys 1.2) to program obliczeniowy służący do analizy matematycznej oraz obliczeń numerycznych. Dostępny jest zarówno jako strona internetowa oraz aplikacja mobilna.



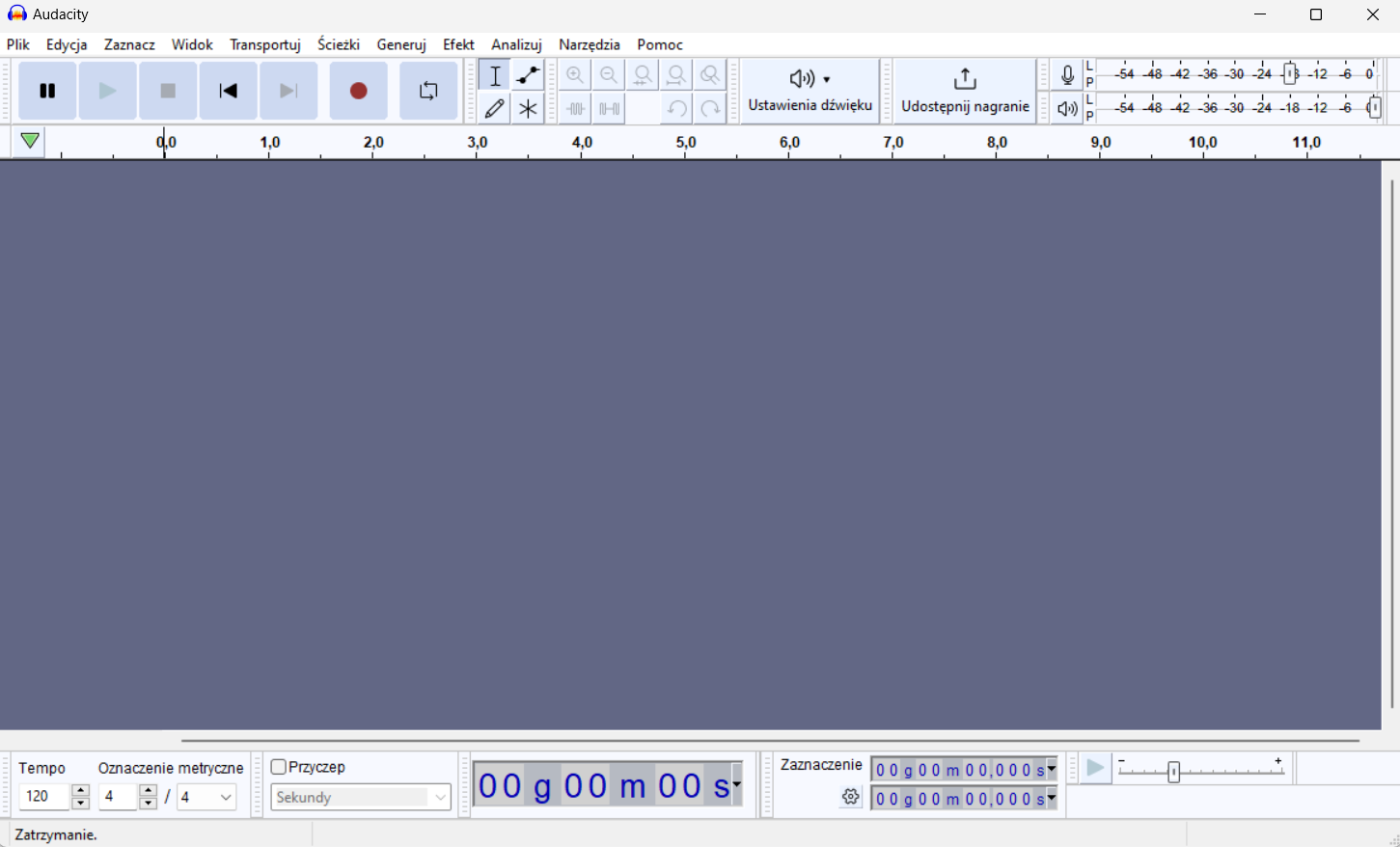
*Rys 1.1 Widok główny strony Wolfram Alpha*

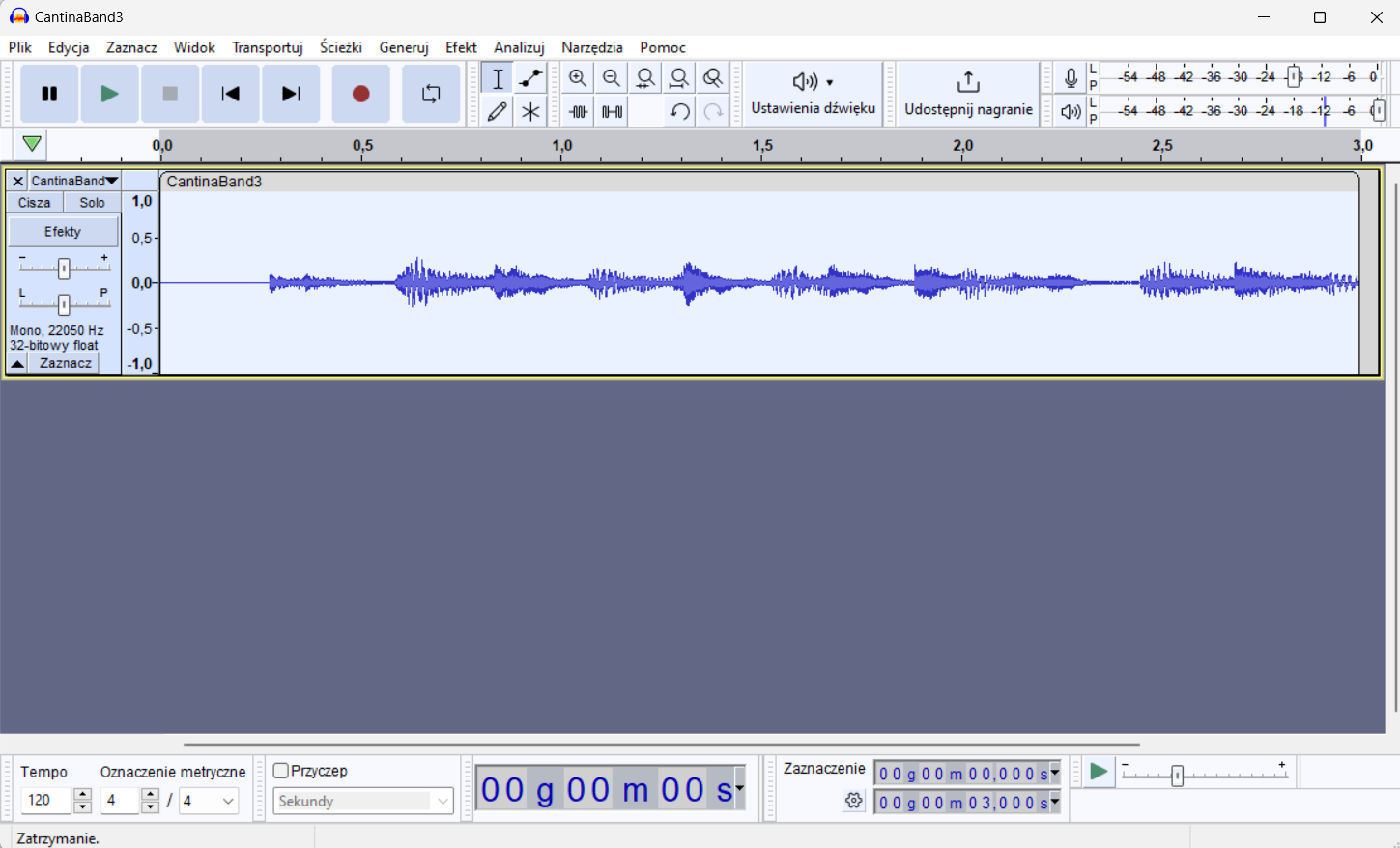


*Rys 1.2 Przykładowy wykres DFT*

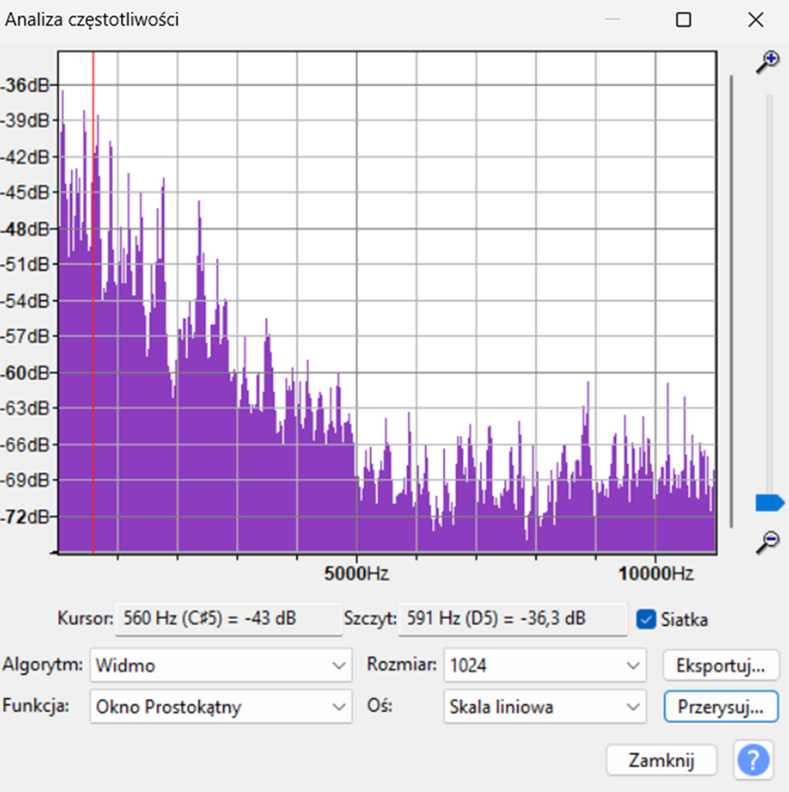
### Audacity

Aplikacja Audacity(Rys 1.3, Rys 1.4) to darmowe oprogramowanie służące do edycji oraz nagrywania dźwięku. Jest dostępny dla użytkowników systemów operacyjnych takich jak Window, macOS oraz Linux. Oferuje on szereg funkcji takich jak analiza widma sygnału(Rys 1.5).

*Rys. 1.3 Główny panel aplikacji*



*Rys 1.4 Przykładowa analiza sygnału dźwiękowego*



*Rys 1.5 Przykładowa transformata sygnału dźwiękowego*

## Geneza

Genezą powstania aplikacji, która będzie opisywana w pracy inżynierskiej był powszechnie znany problem zrozumienia przez uczniów oraz studentów podstawowych zagadnień związanych z przetwarzaniem sygnałów. Z obserwacji przeprowadzonych podczas studiów można wywnioskować, iż abstrakcja oraz skomplikowany aparat matematyczny analizy sygnałów stanowią dużą przeszkodę w zrozumieniu materiału, który ma duże znaczenie w elektronice. Interaktywne narzędzia do wizualizacji mają potencjał do znacznego ułatwiania procesu nauki poprzez możliwość eksperymentowania z różnymi parametrami oraz obserwowania natychmiastowych efektów. Skłoniło mnie to do opracowania innowacyjnego narzędzia edukacyjnego w postaci aplikacji, które ma służyć do ilustracji procesów zachodzących w obszarze jakim jest analiza częstotliwościowa.

## Cel pracy

Celem pracy jest opracowanie, zaprojektowanie oraz implementacja aplikacji desktopowej, którą można uruchomić na każdym komputerze z zainstalowanym środowiskiem języka programowania Python. Zakres prac obejmuje cały proces od projektowania interfejsu użytkownika po implementację algorytmów analizy sygnałów. Głównym elementem aplikacji jest graficzny interfejs użytkownika stworzony za pomocą biblioteki PyQt5. Elementy interaktywne, takie jak przyciski czy pola tekstowe, pozwalają na dynamiczną modyfikacje wybranych parametrów w czasie rzeczywistym, co pozwala na lepsze zrozumienie wpływu różnych ustawień na wynik. Aplikacja zawiera implementację algorytmów teorii sygnałów obejmujących obszar analizy częstotliwościowej. W tym celu zostały wykorzystane popularne biblioteki, takie jak NumPy w celu manipulacji danymi, SciPy, która dostarcza gotowe algorytmy do obliczania transformat oraz Matplotlib służąca do wizualizacji wyników analizy. Uniwersalność oraz prostota obsługi sprawią, że aplikacja będzie cennym wsparciem w procesie nauczania.

# Interfejs użytkownika

## Sygnał jednowymiarowy

### Wybór parametrów

### Sygnał oryginalny

### Dyskretna transformata Fouriera

### Odwrotna transformata Fouriera

### Dyskretna transformata cosinusowa

### Odwrotna transformata cosinusowa

### Sygnał dźwiękowy

## Sygnał dwuwymiarowy

# Projekt

## Wymagania

## Zasady SOLID

## Wzorce projektowe

## Biblioteki

# Implementacja

# Podsumowanie

## Podsumowanie pracy

## Plany rozwoju

# Bibliografia

[1]