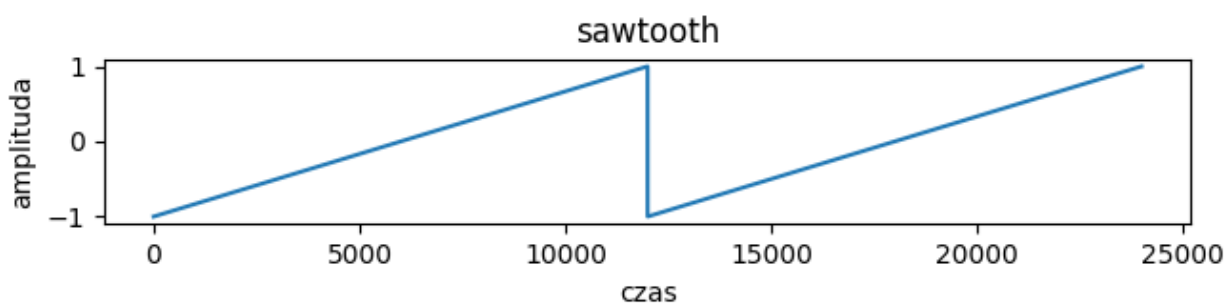
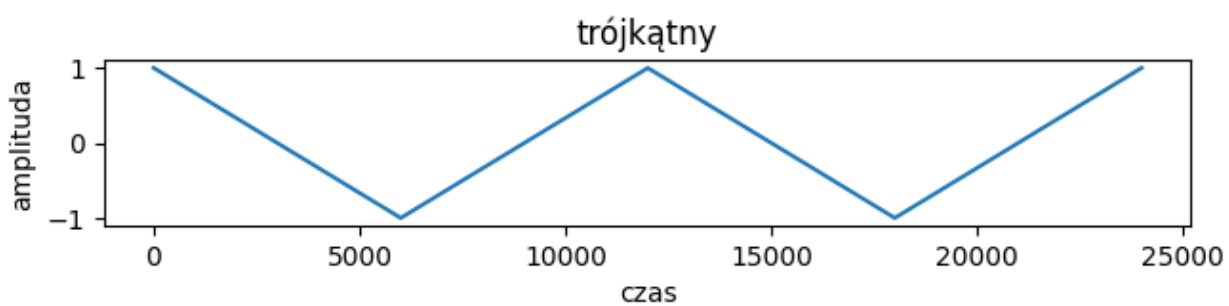
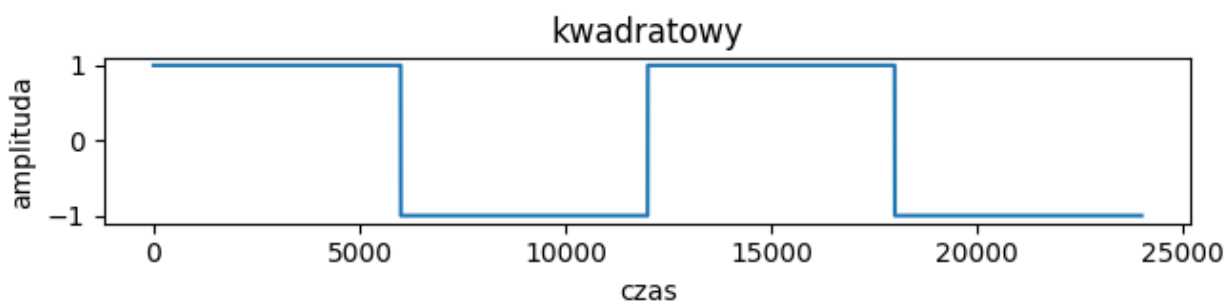
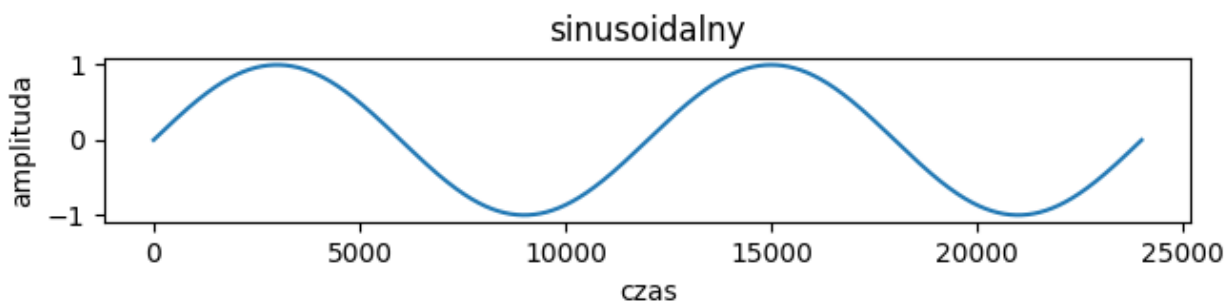


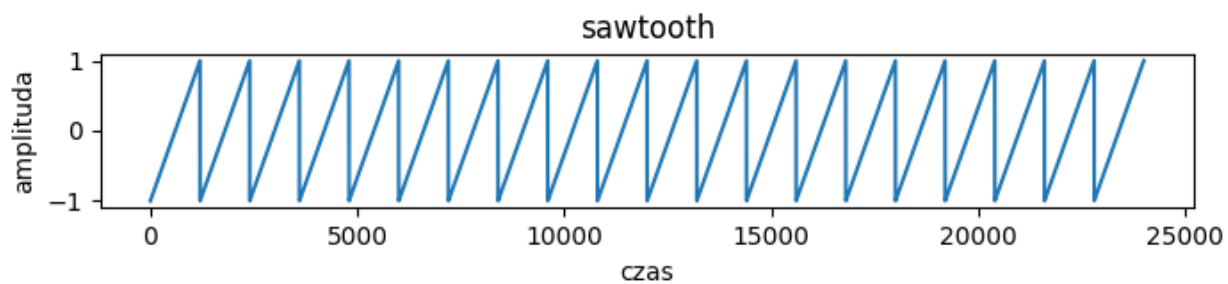
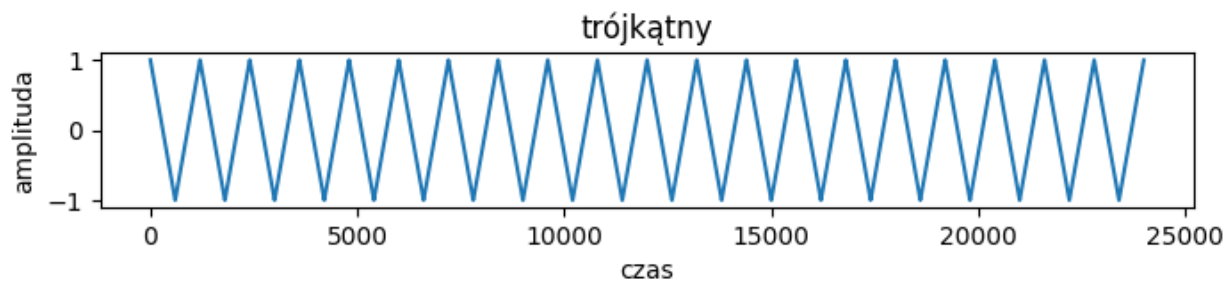
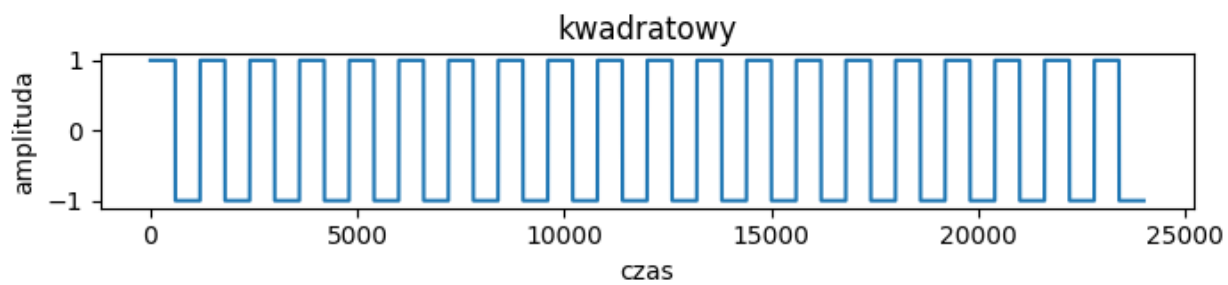
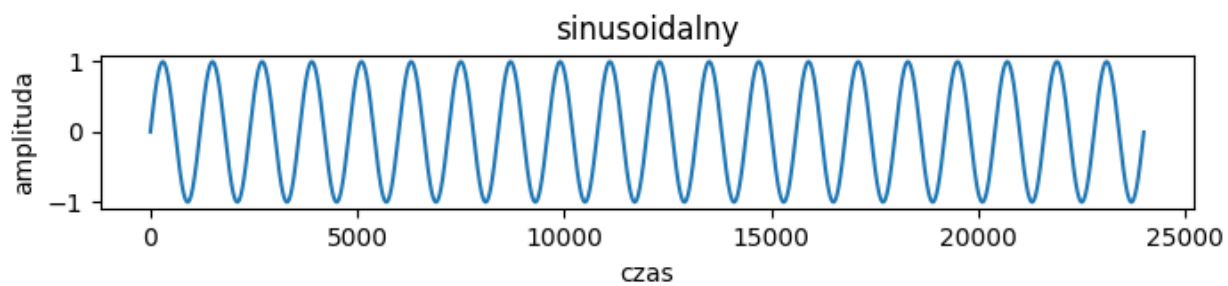
Synteza dźwięku (świąteczna)

1. Cztery generatory fal

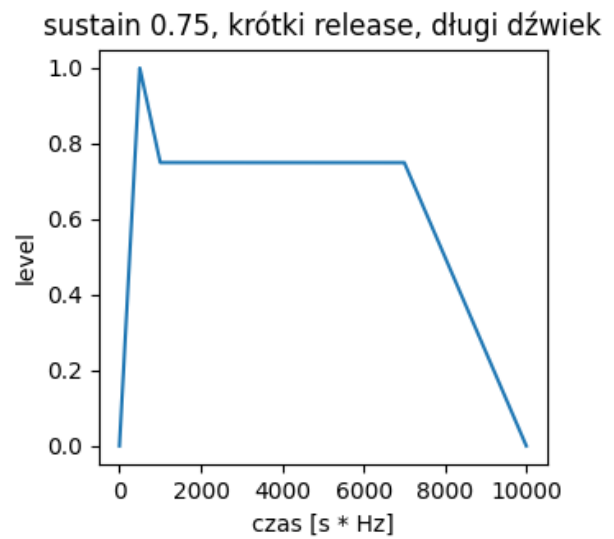
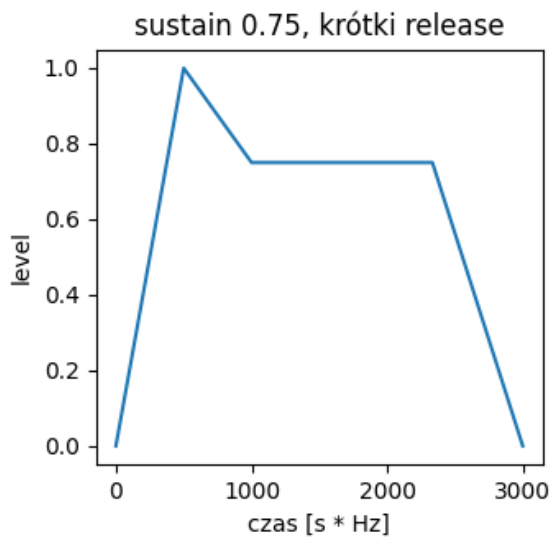
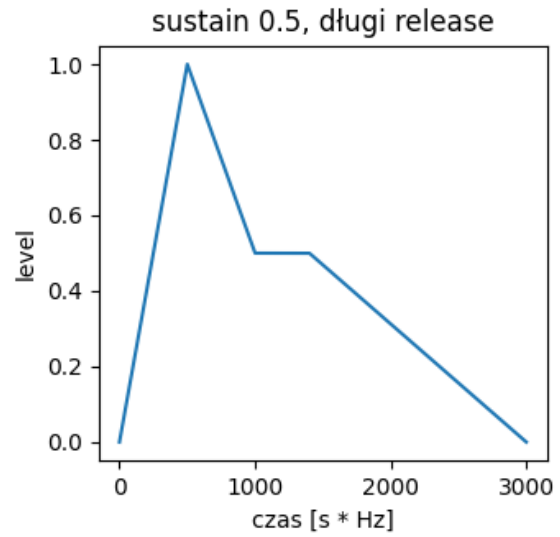
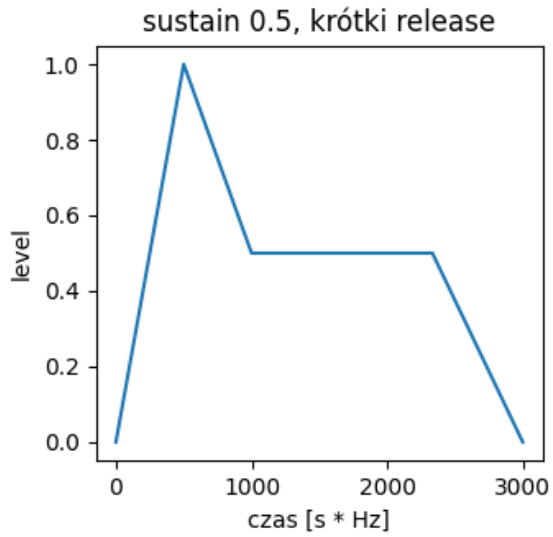
a) dla 2 Hz



b) dla 20 Hz



2. ADSR



3. Wczytywanie nut z pliku i generowanie polifonii

Do zapisu nut wykorzystano plik w formacie txt, gdzie pierwsza linijka to bpm, a kolejne to linie nut, gdzie linia rozpoczyna się od typu instrumentu. Zapis nut w formacie:

A4#-4

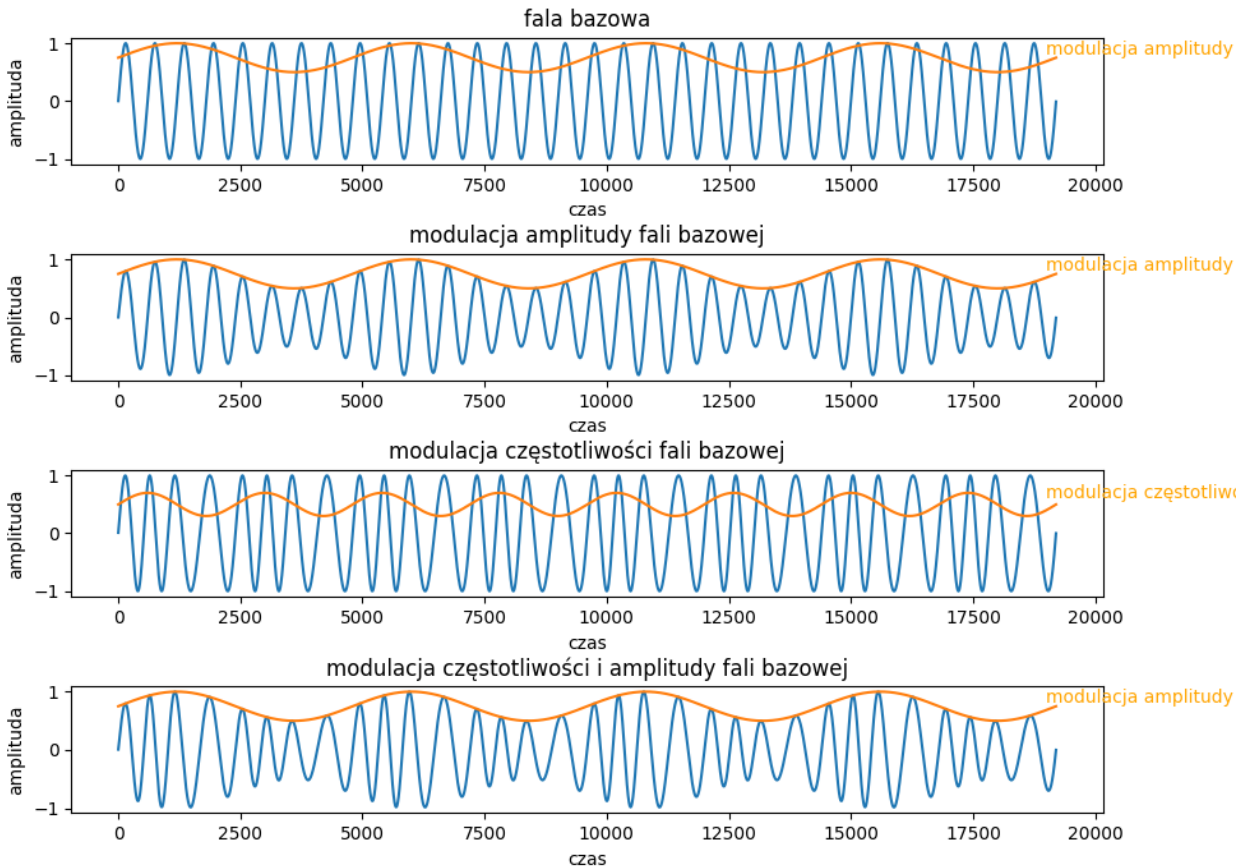
gdzie A4 to notacja dźwięku A czwartej oktawy, następnie symbo dźwięku podniesionego o pół tonu sharp, a po myślniku czas trwania nuty, czyli mianownik dzielenia nuty pełnej – w tym przypadku jest to ćwierćnuta.

Melodia generowana jest poprzez wczytanie pliku txt z nutami, a następnie:

1. program iteruje po liniach tekstu
2. najpierw tworzy pojedynczą nutę o odpowiedniej długości i danym instrumencie (pierwszy element wiersza)
3. akordy (kilka nut tej samej pięciolinii jednocześnie) rozwiązane są poprzez dodanie kolejnego wiersza nut z pauzami oraz nutami we właściwym miejscu
4. kolejne wiersze nut z pliku są następnie sumowane, aby utworzyć dźwięk polifoniczny

W retrospekcji, zapis w formacie csv oddzielonego spacjami jest znacznie mniej praktyczny, niż proponowany w instrukcji format json. Wybrany format zapisu w txt był nie tylko wolniejszy w obsłudze, ale też trudniejszy w nawigacji i odczycie.

4. Modulacja częstotliwości i amplitudy



Pierwszy wykres przedstawia falę bazową o częstotliwości 40Hz. Na pomarańczowo zaprezentowano funkcję modulującą amplitudę.

Drugi wykres przedstawia falę bazową o zmodulowanej amplitudzie przez funkcję o częstotliwości 5 Hz, $A = 0.25$, przesuniętej o 0.75 w górę. Na pomarańczowo zaprezentowano funkcję modulującą amplitudę.

Trzeci wykres przedstawia falę bazową o zmodulowanej częstotliwości przez funkcję $f = 10\text{Hz}$, $A = 10$. Na pomarańczowo zaprezentowano kształt funkcji modulującej częstotliwość.

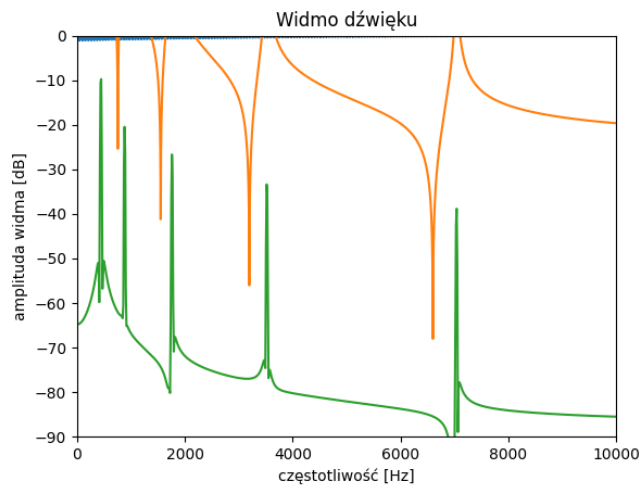
Czwarty wykres przedstawia falę bazową o zmodulowanej częstotliwości (z wykresu nr 3), a następnie zmodulowanej amplitudzie tą samą funkcją co wykres nr 2. Na pomarańczowo zaprezentowano funkcję modulującą amplitudę.

5. Częstotliwości harmoniczne

Przykładowa harmonizacja:

```
tt = 2 * np.pi * np.arange(fs * 1) * 440 / fs
ww = 1
tt = 2 * np.pi * np.arange(fs * 1) * 440 / fs
ww = -0.0025
result = np.sin(tt) * np.exp(ww * tt)
result += np.sin(2 * tt) / 2 * np.exp(ww * tt) / 2
result += np.sin(4 * tt) / 2 * np.exp(ww * tt) / 4
result += np.sin(8 * tt) / 2 * np.exp(ww * tt) / 8
result += np.sin(16 * tt) / 2 * np.exp(ww * tt) / 16
```

Wykres znalezionych lokacji harmonicznych:



Znalezione wartości peaków dla współczynników – wartości niemal idealne.

```
f = 439.925, współczynnik = 1.00
f = 880.078, współczynnik = 2.00
f = 1760.173, współczynnik = 4.00
f = 3520.144, współczynnik = 8.00
f = 7039.853, współczynnik = 16.00
```

Zastosowano harmonizację w polifonicznych kolędach oraz do próby utworzenia innych instrumentów w kolędzie eksperymentalnej na konkurs.