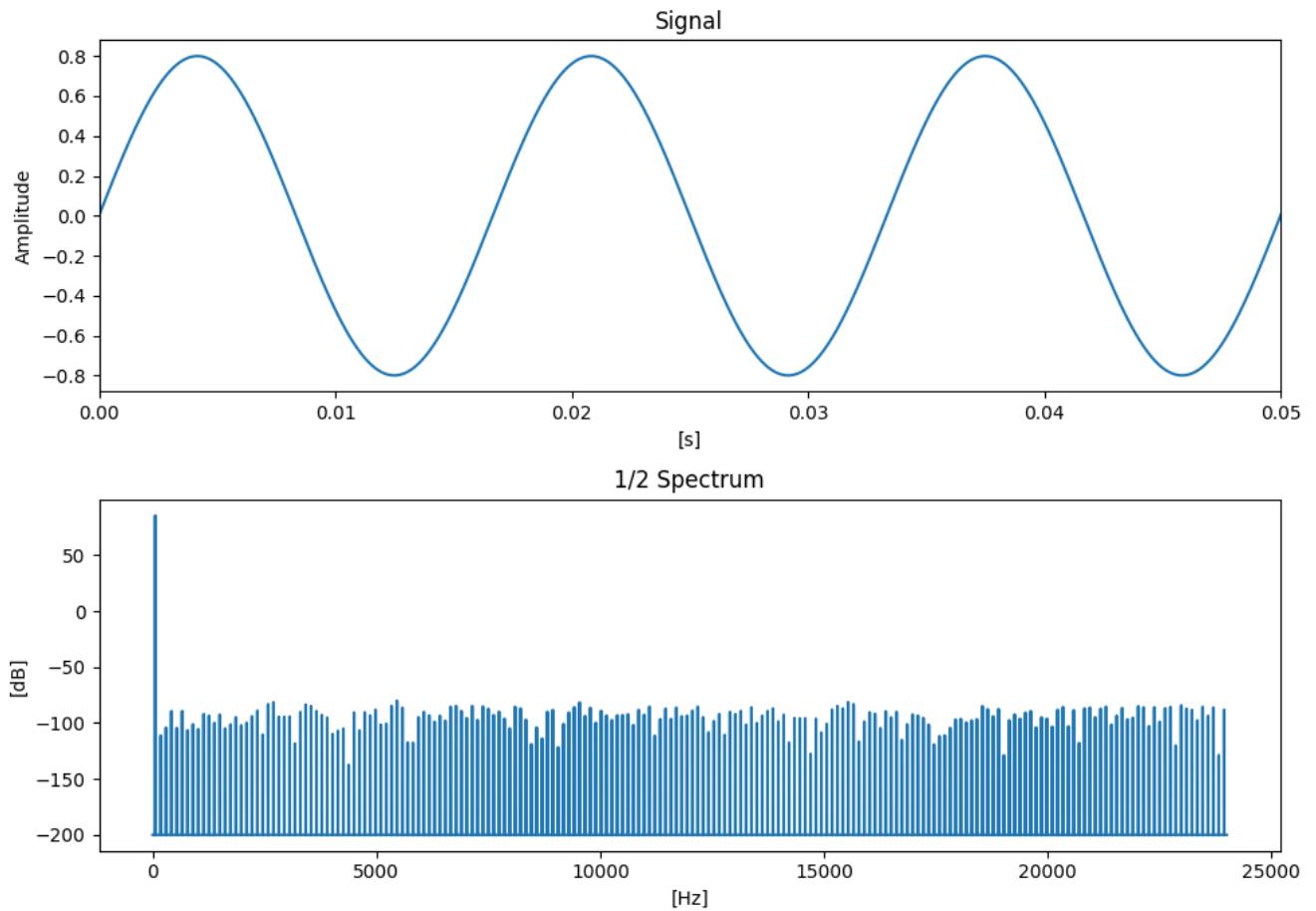


# Kwantyzacja i próbkowanie dźwięku oraz re-sampling

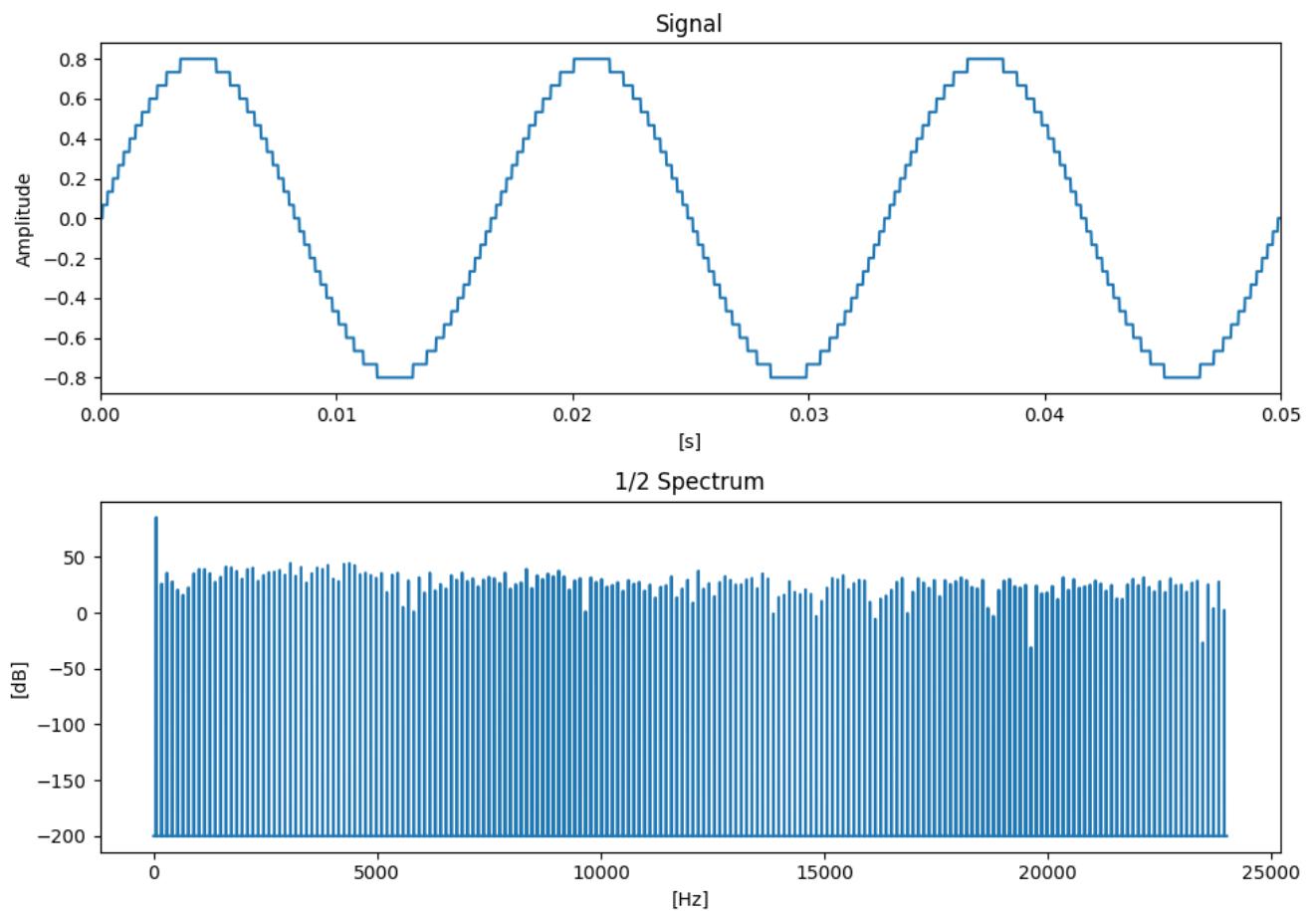
## Wojciech Latoś

Sygnal - SIN/sin\_60Hz.wav

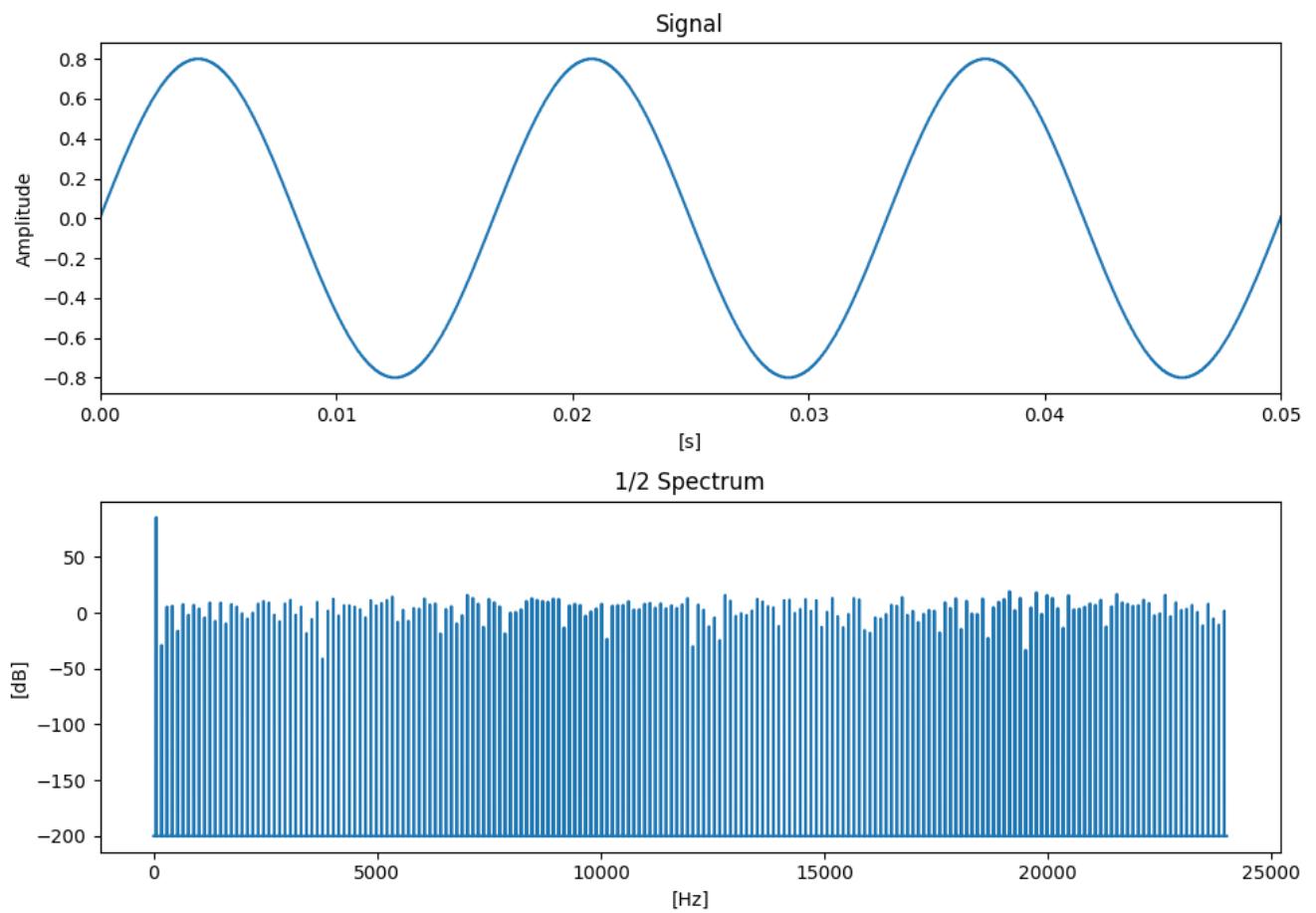
Sygnal oryginalny



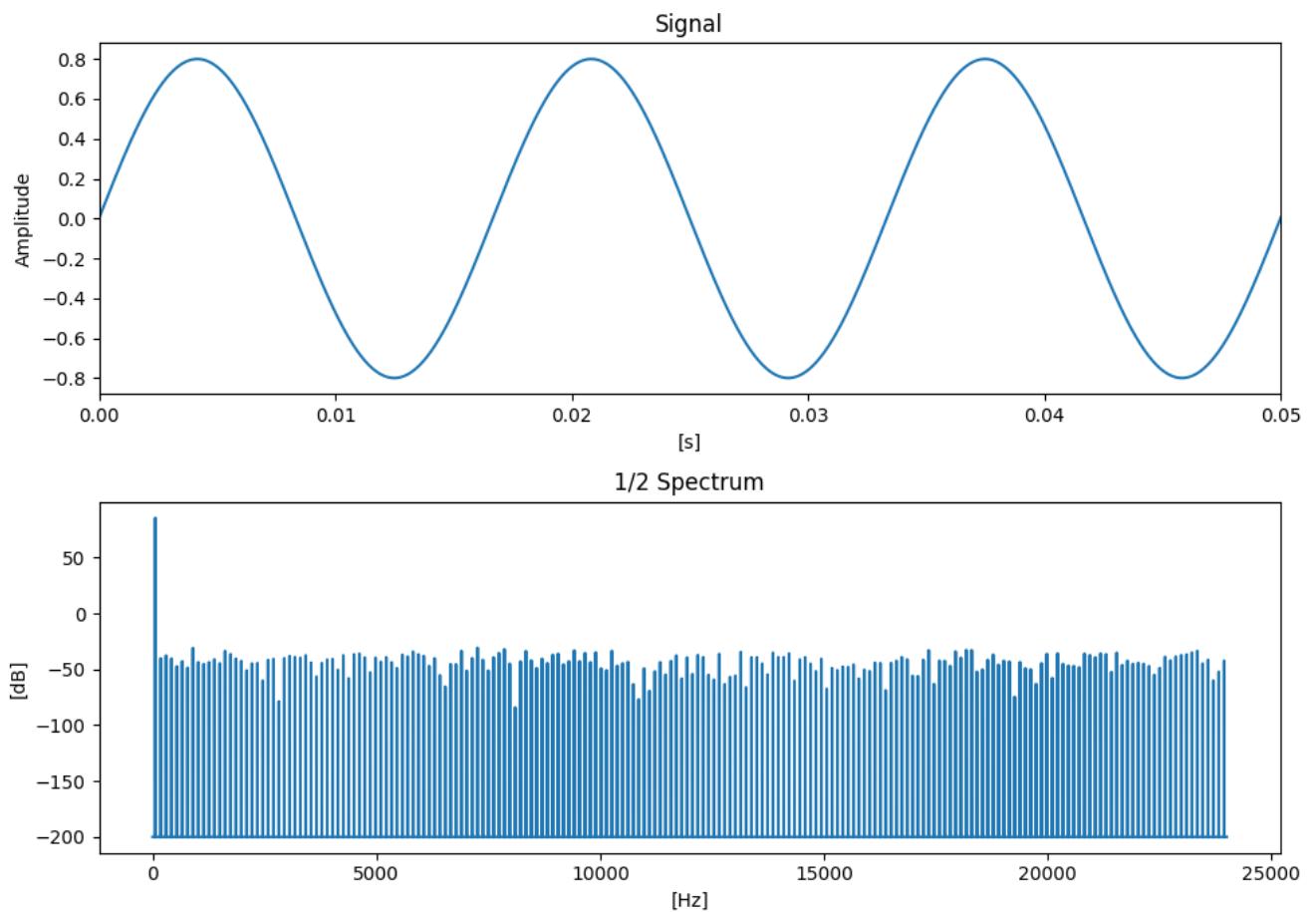
### Kwantyzacja 4 bit



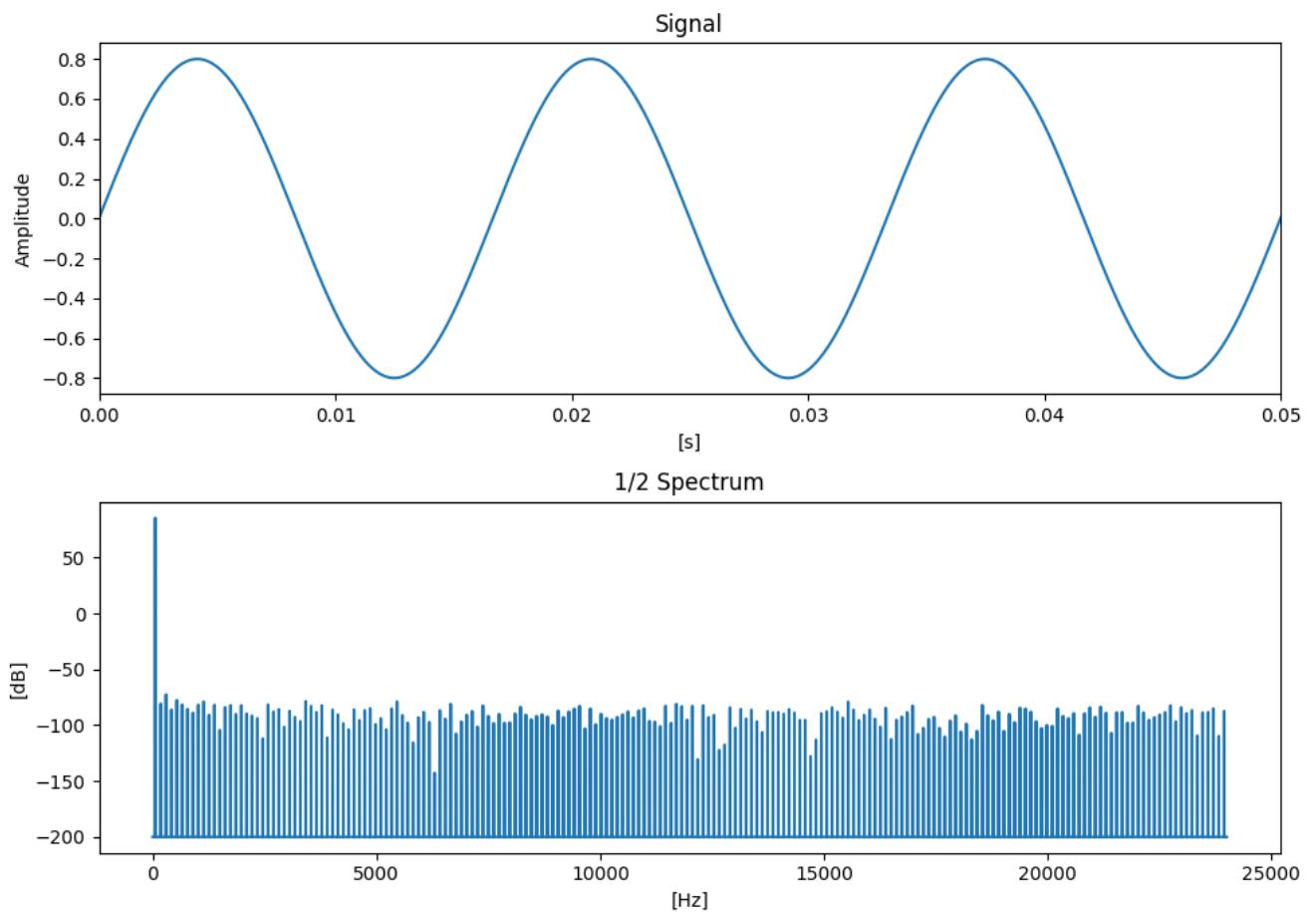
### Kwantyzacja 8 bit



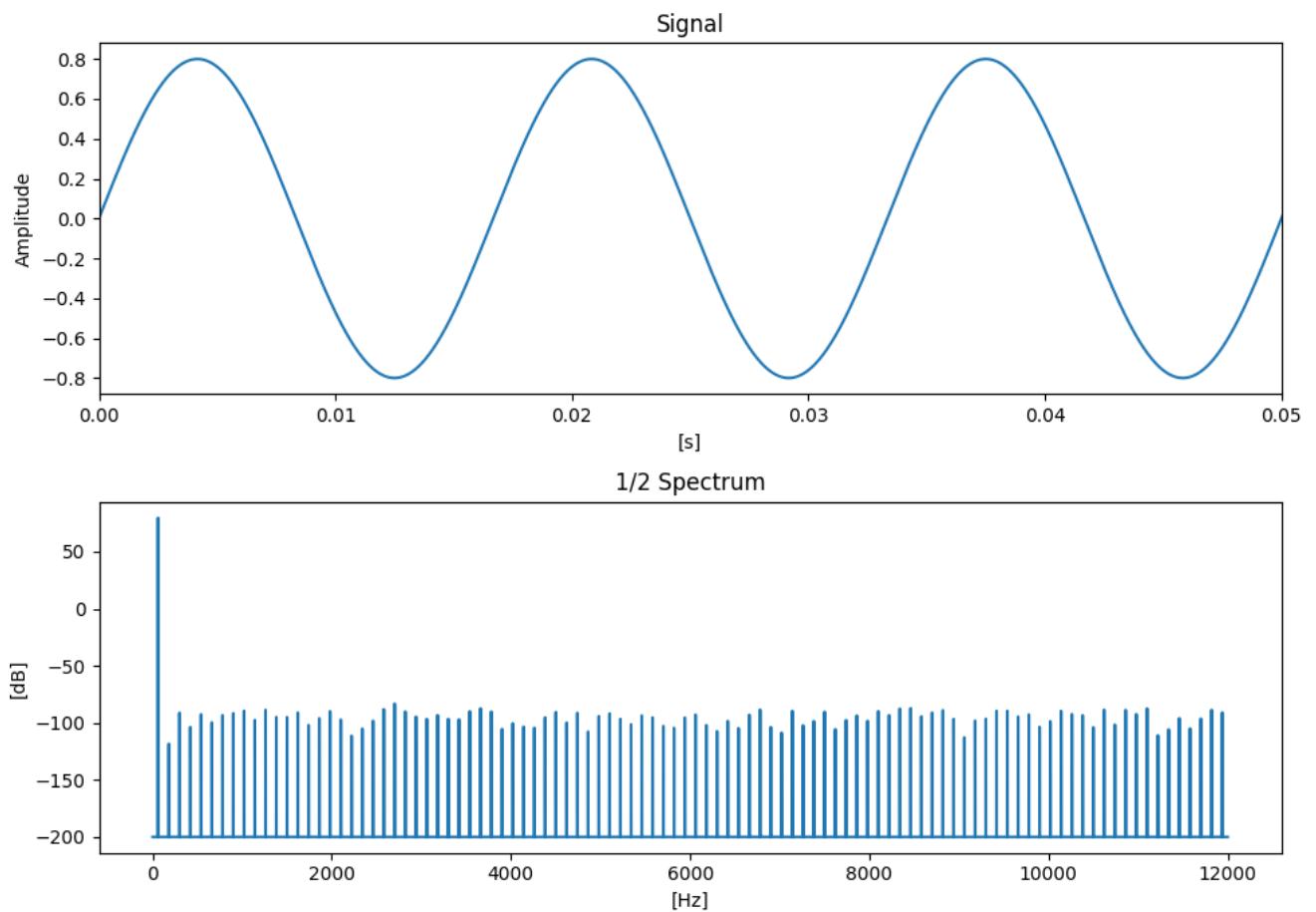
### Kwantyzacja 16 bit



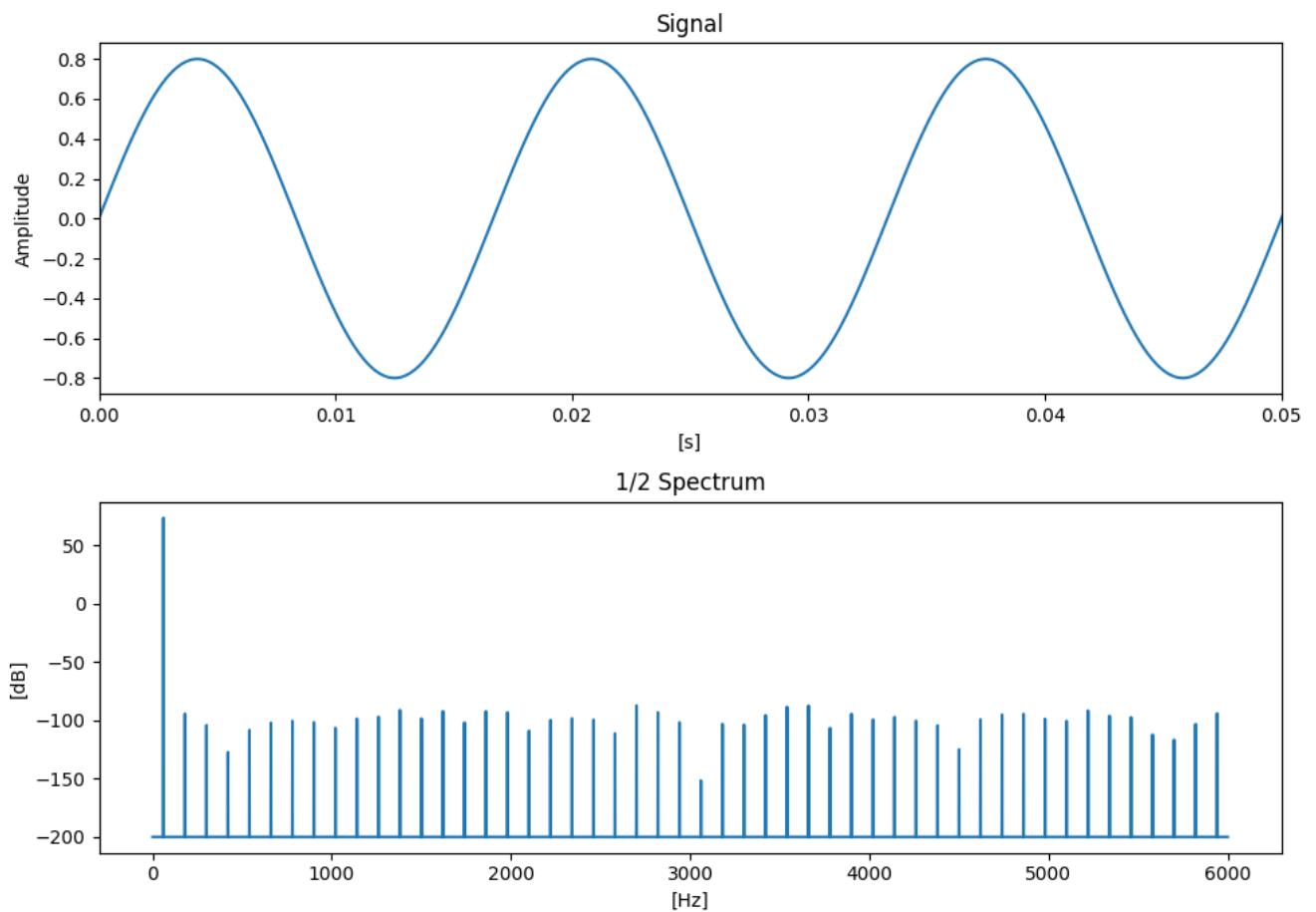
### Kwantyzacja 24 bit



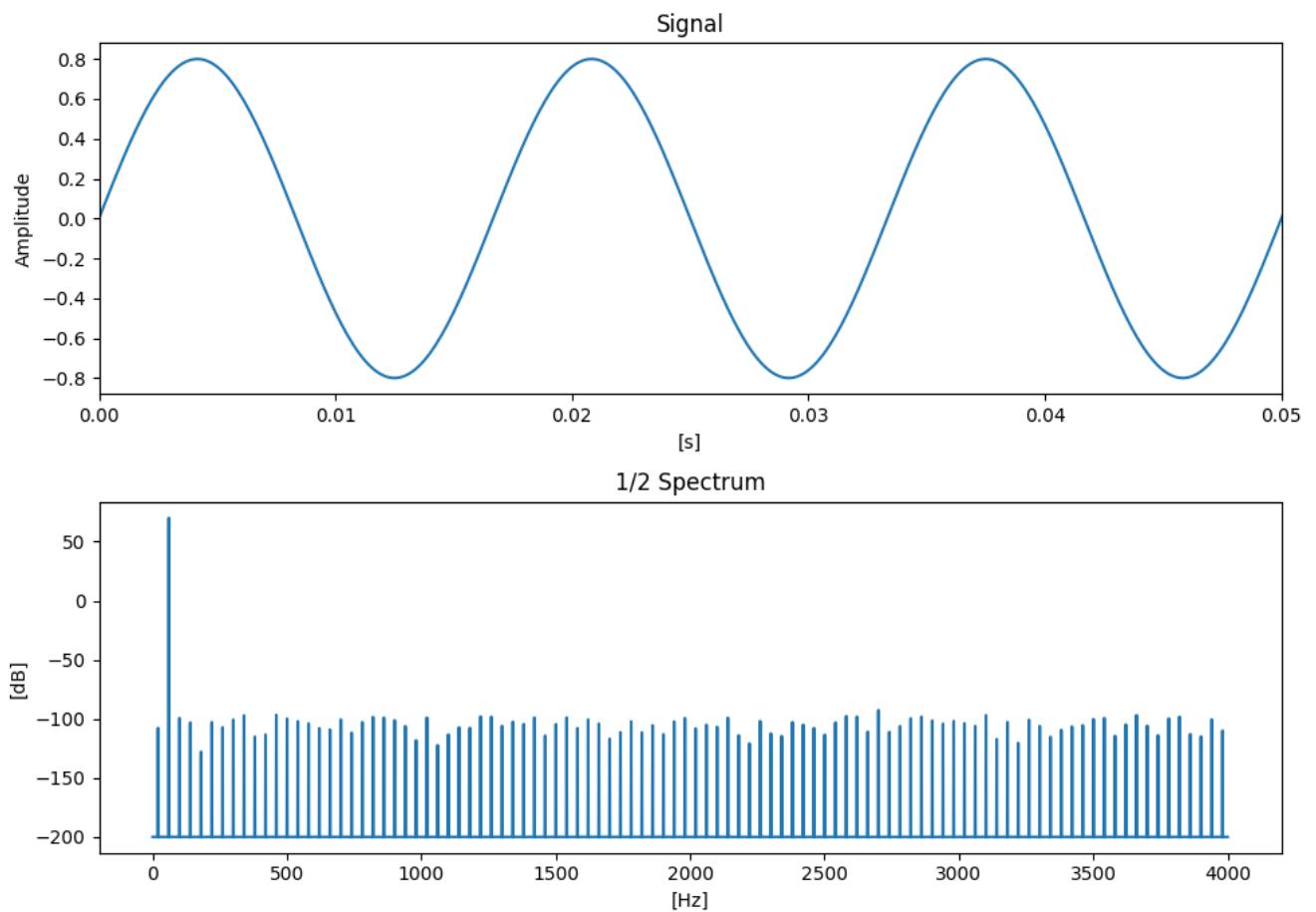
## Decymacja 2 kroki



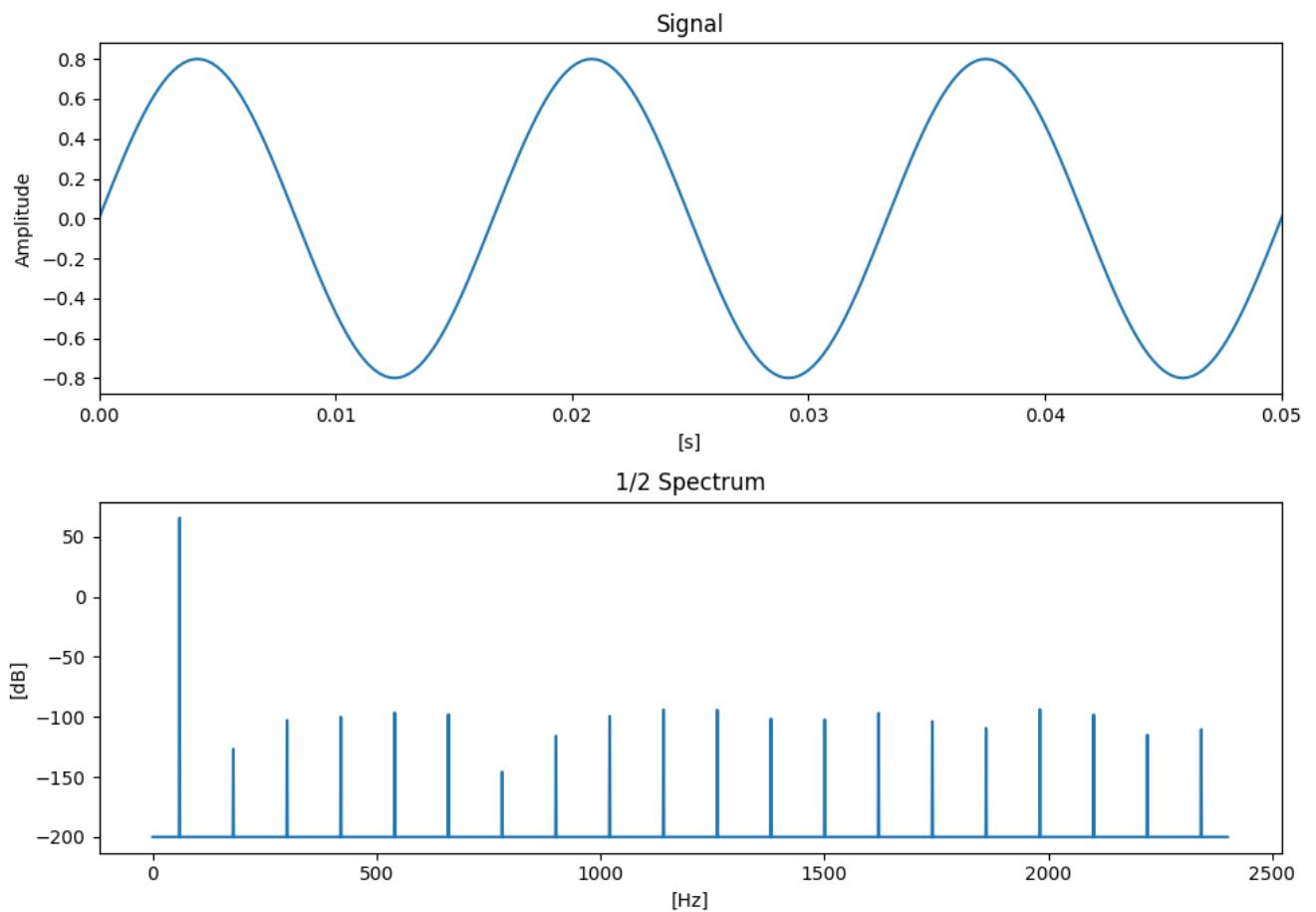
#### Decymacja 4 kroki



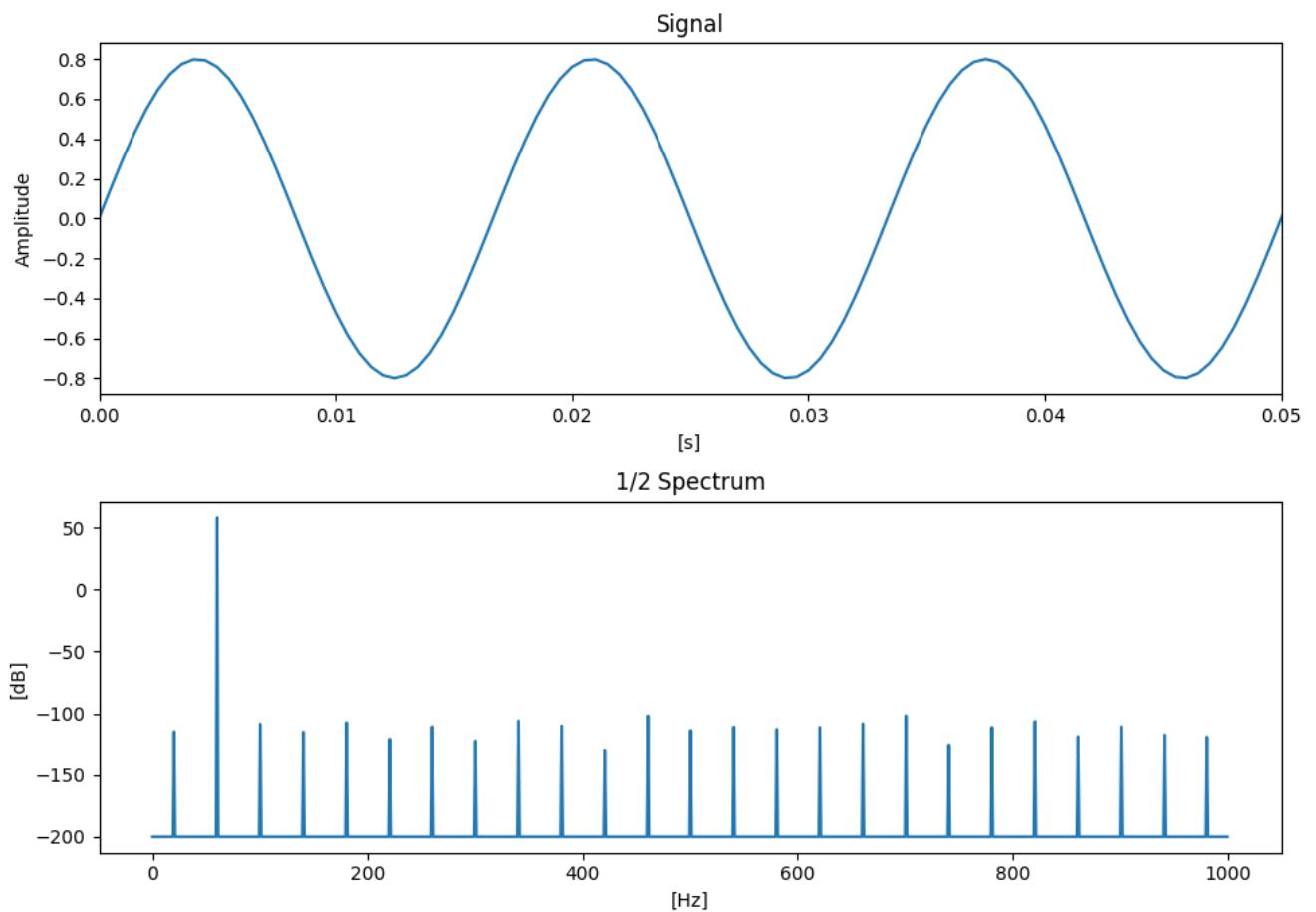
### Decymacja 6 kroki



### Decymacja 10 kroki

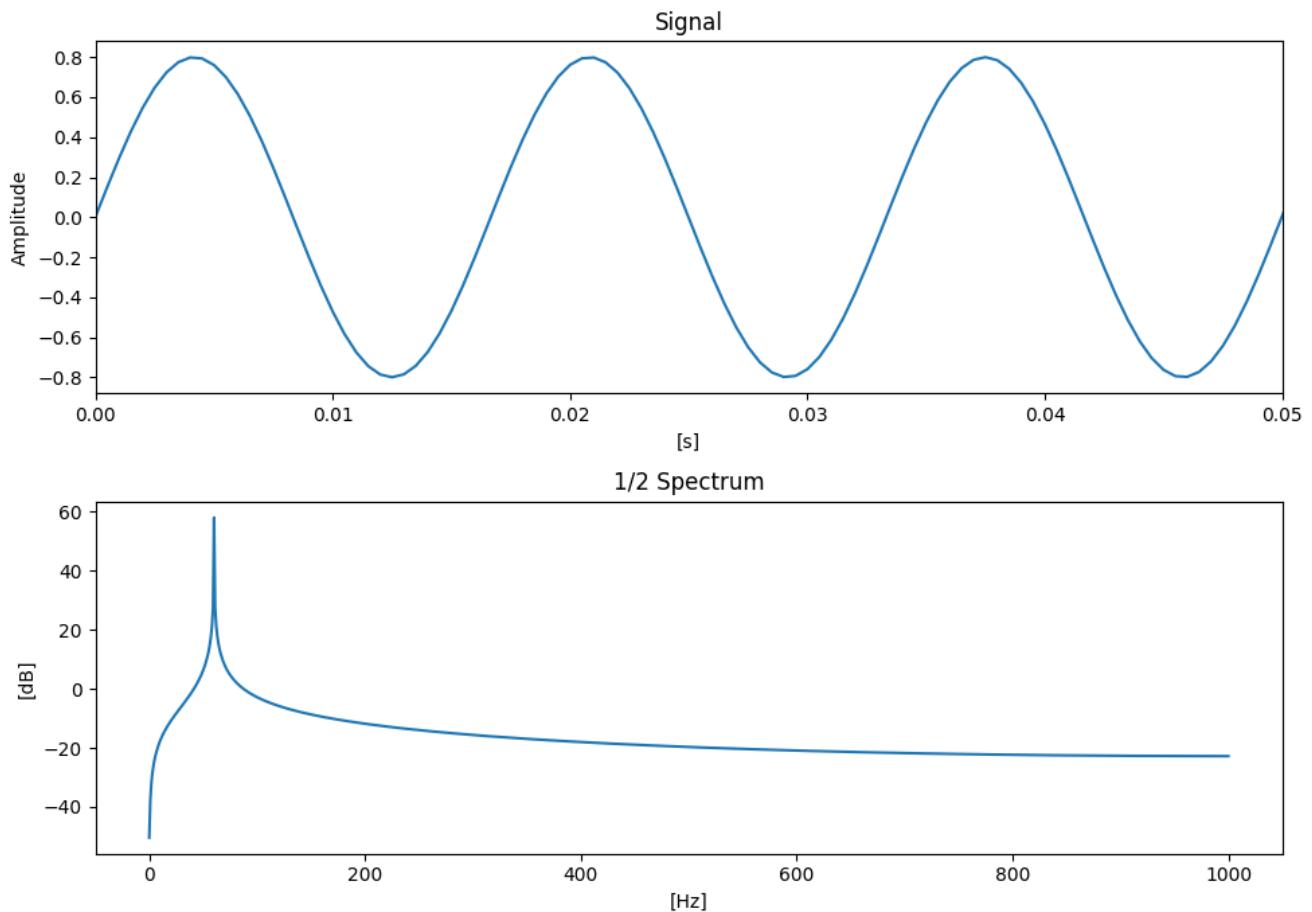


### Decymacja 24 kroki

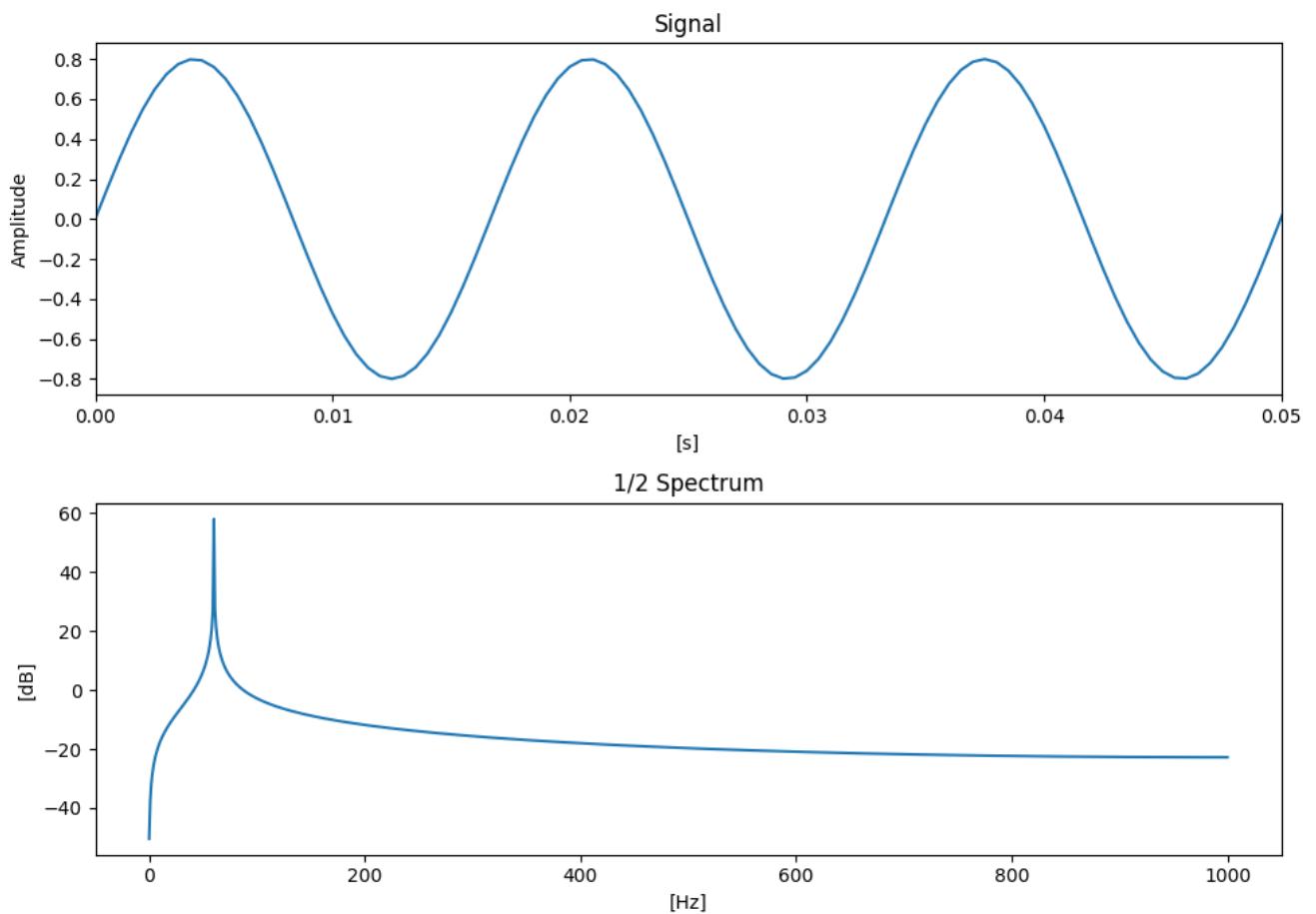


## Interpolacja do 2000Hz

### Metoda linear

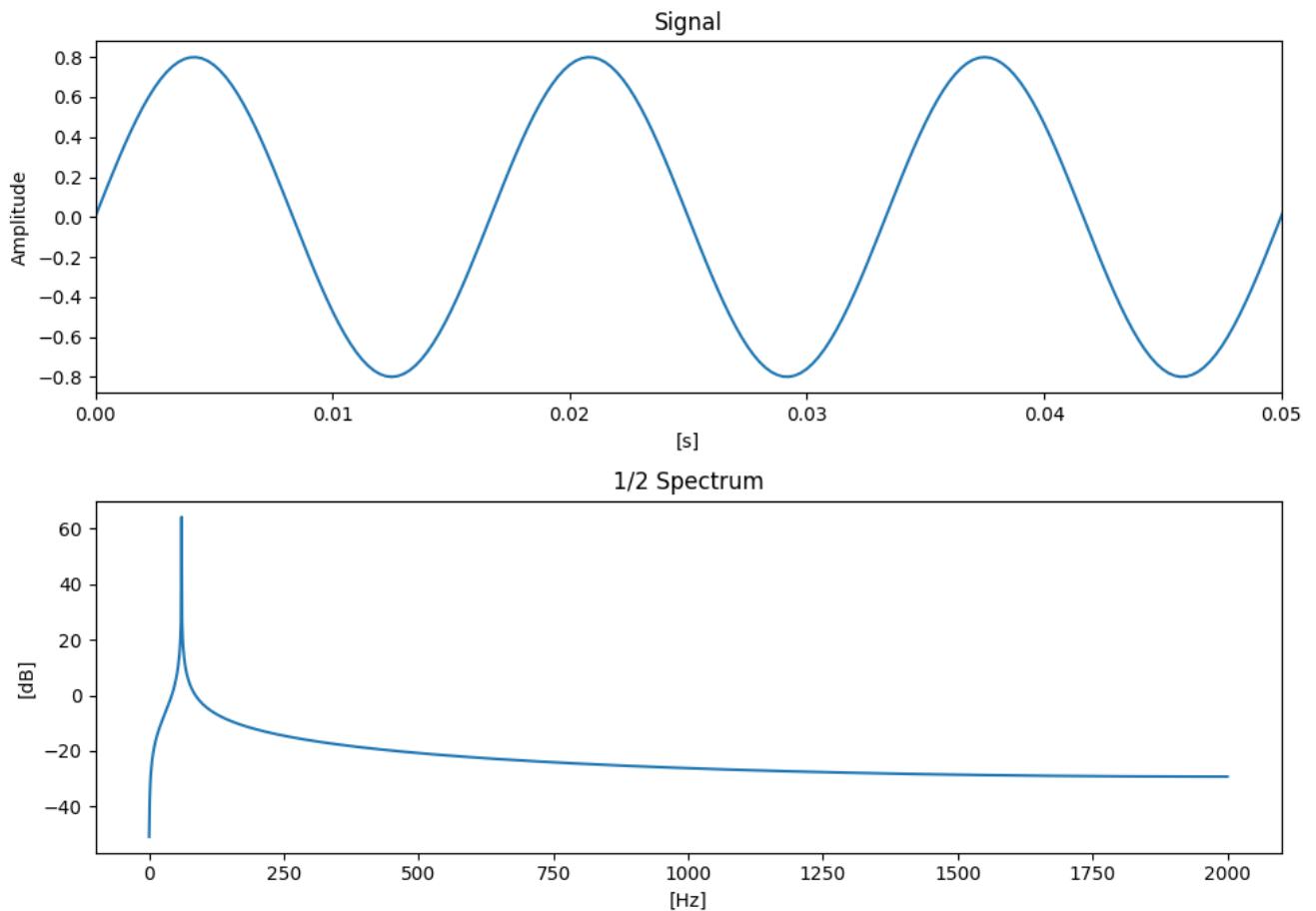


*Metoda cubic*

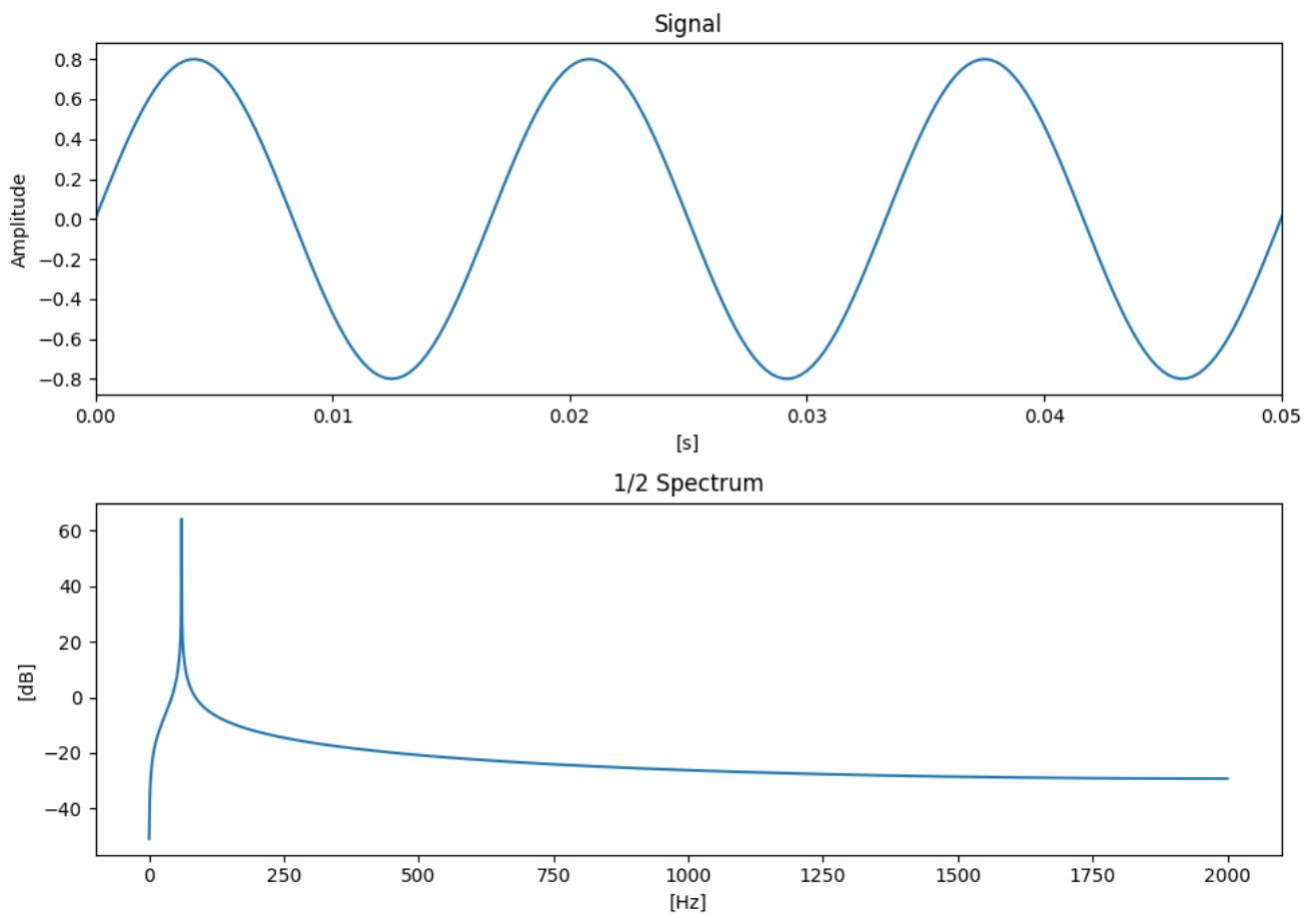


## Interpolacja do 4000Hz

### Metoda linear

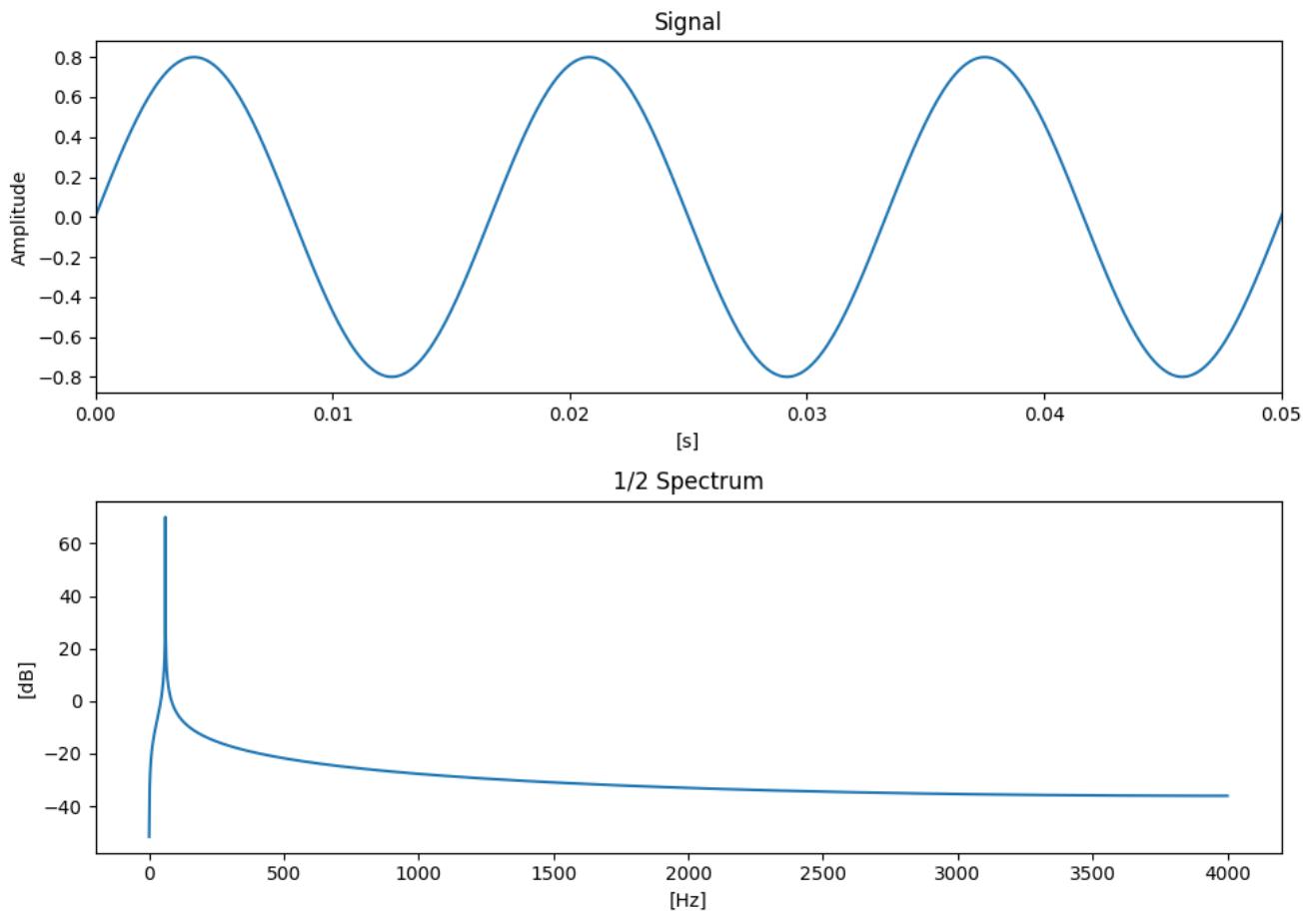


*Metoda cubic*

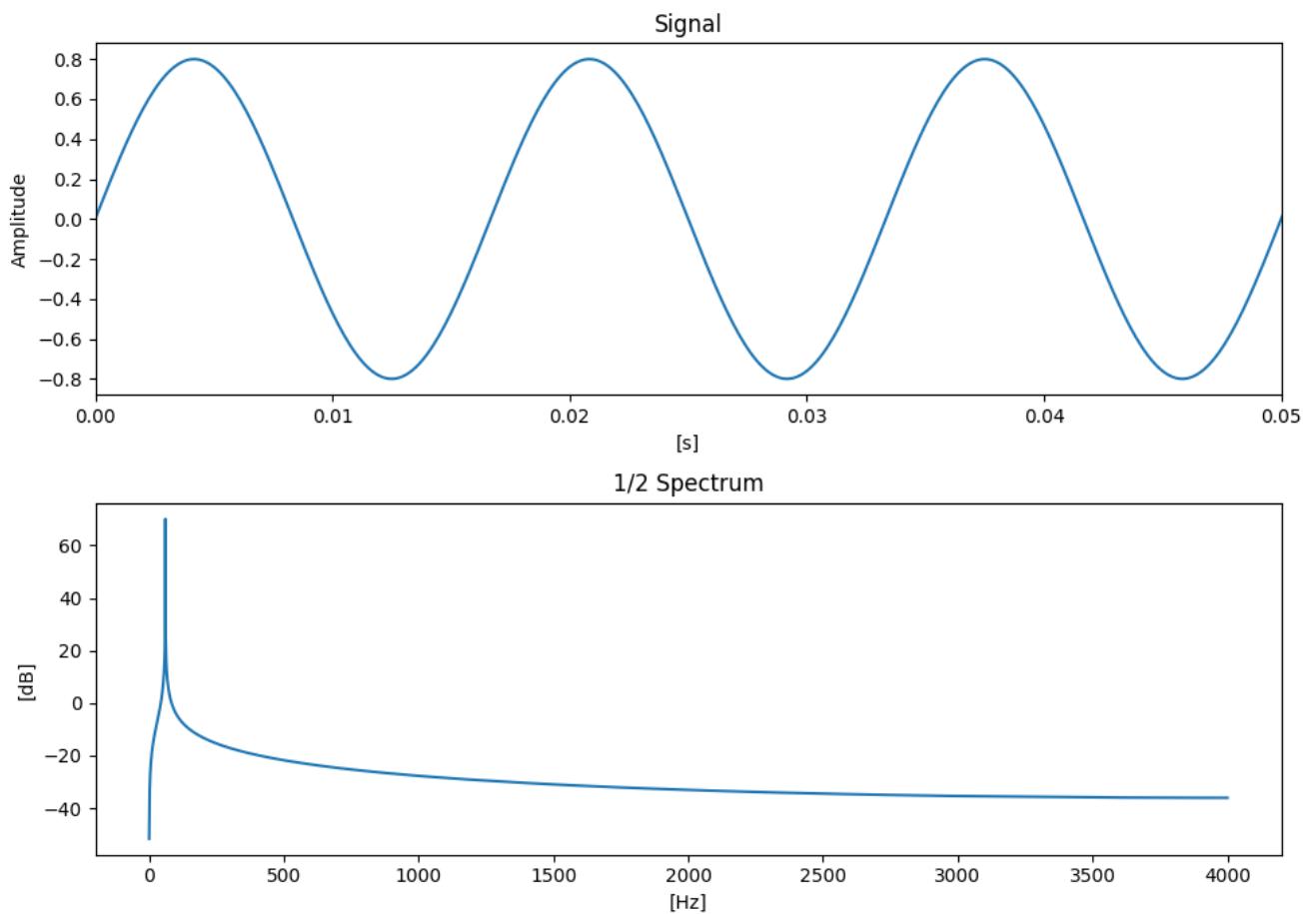


## Interpolacja do 8000Hz

### Metoda linear

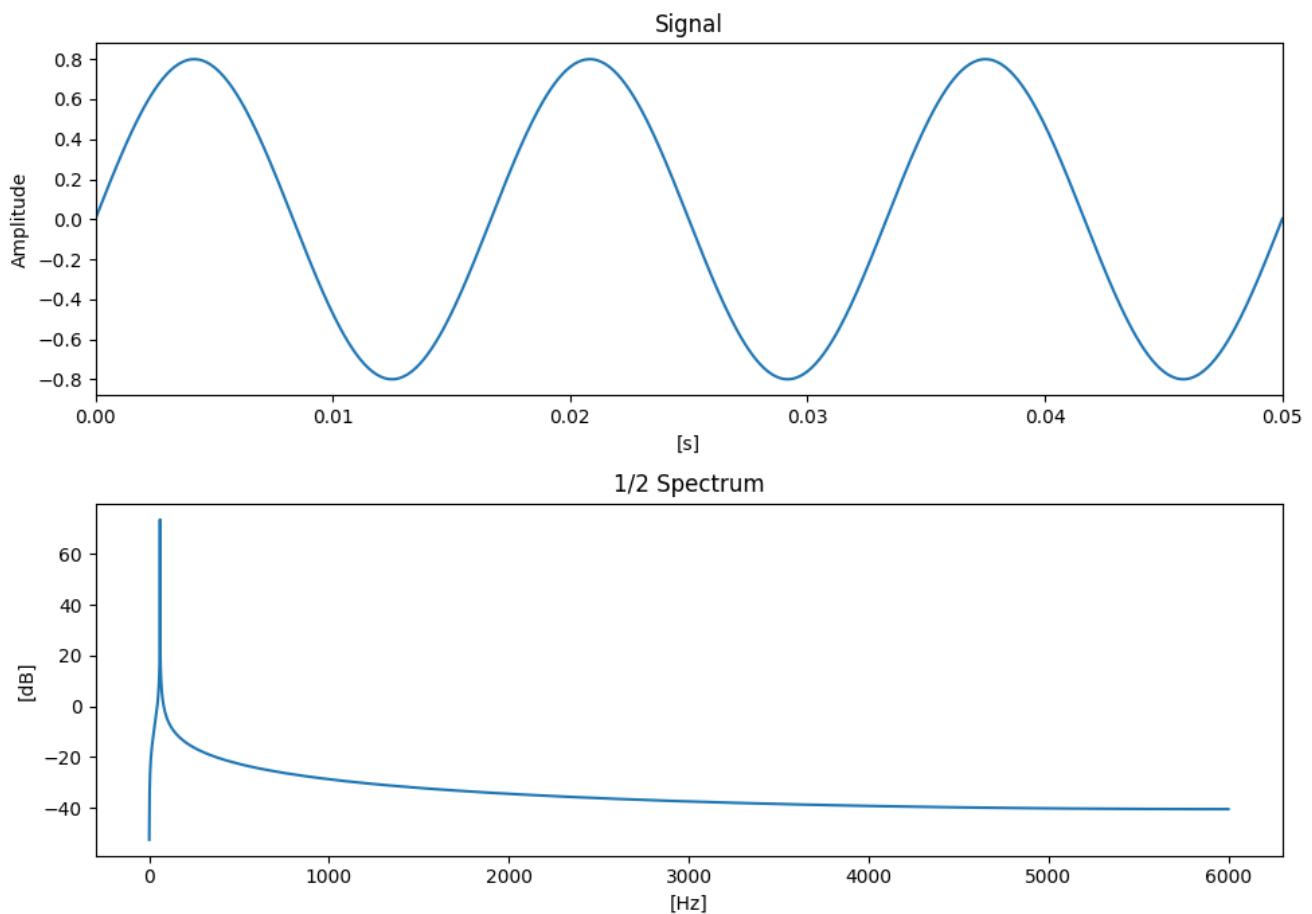


*Metoda cubic*

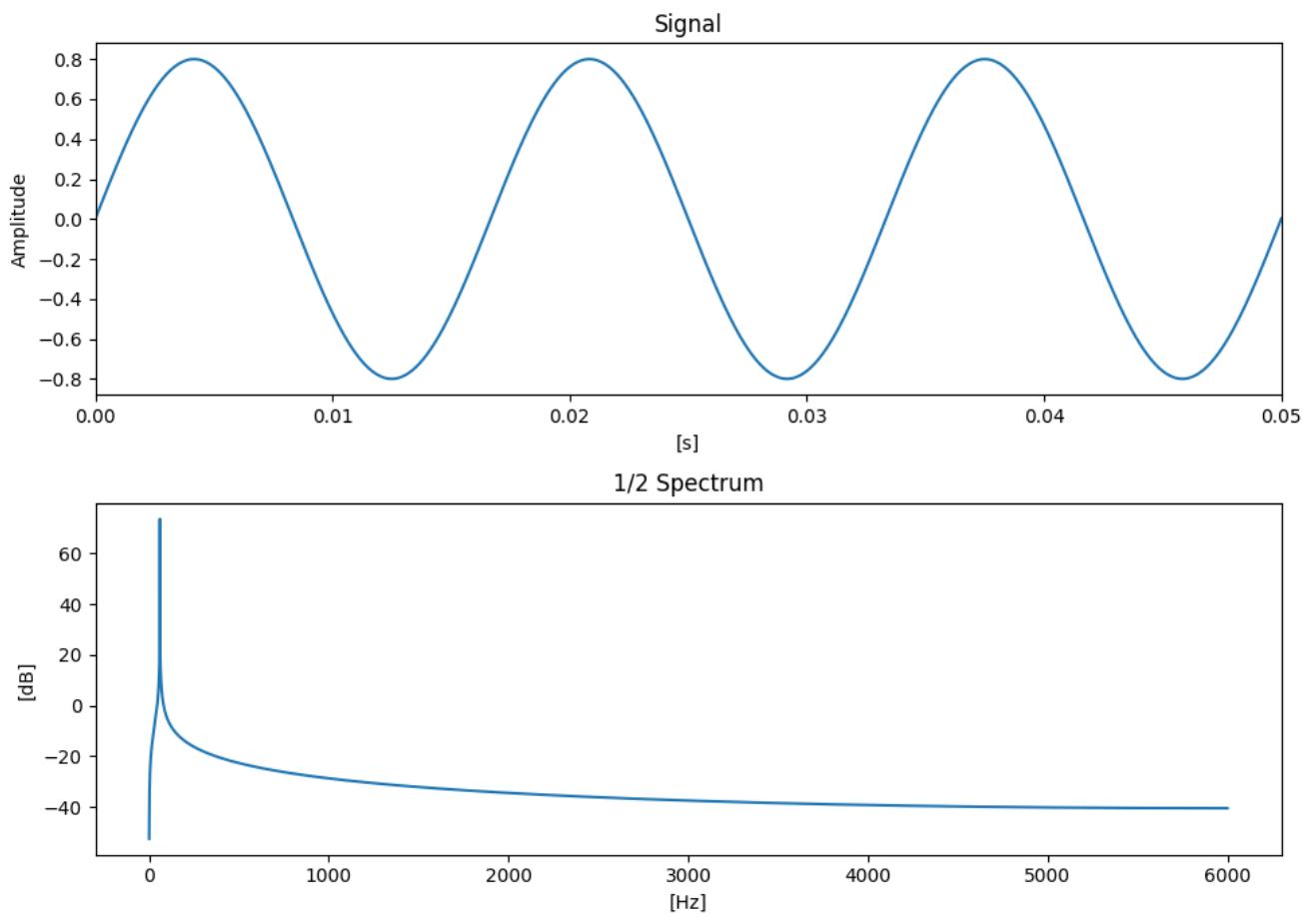


## Interpolacja do 11999Hz

### Metoda linear

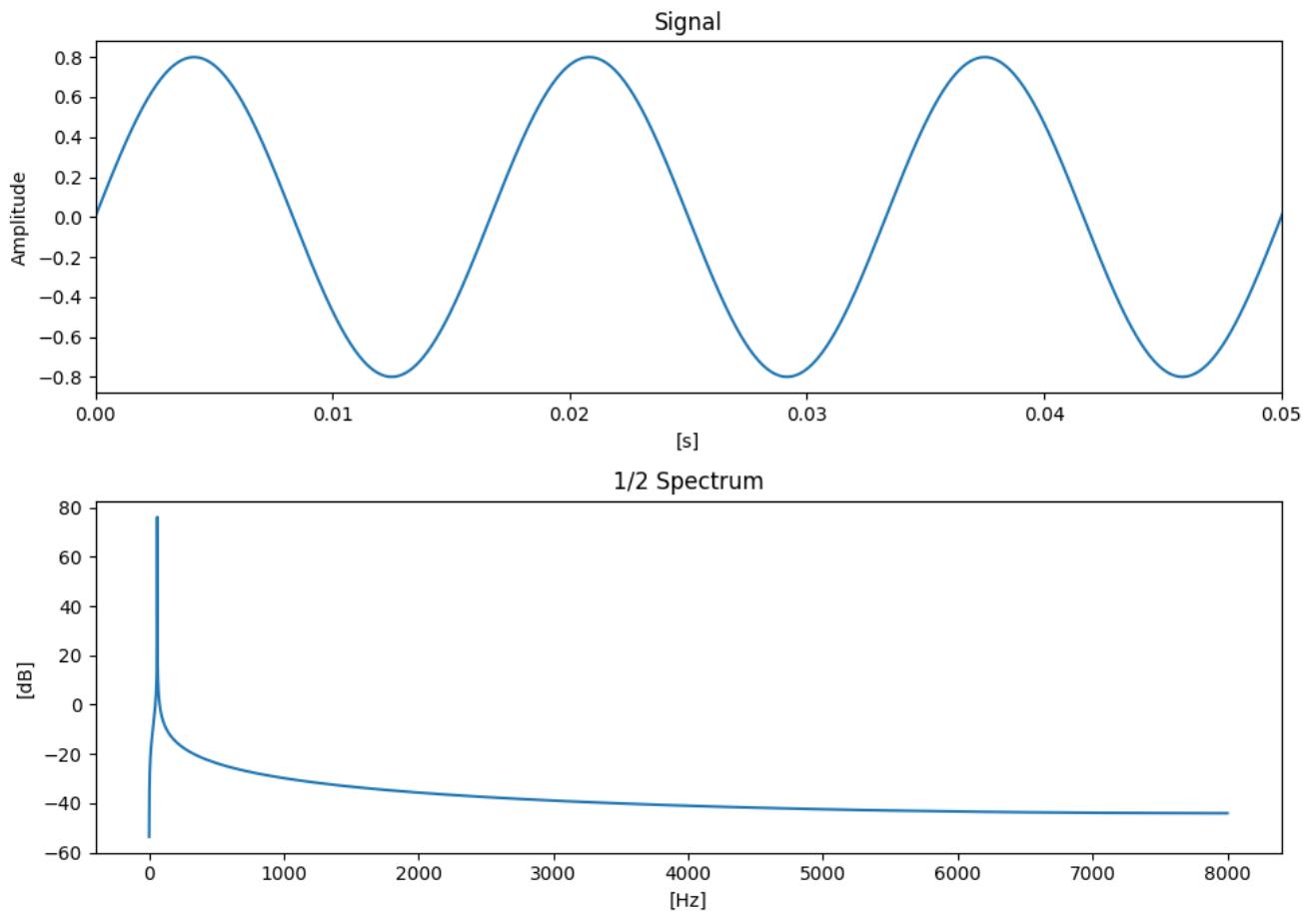


*Metoda cubic*

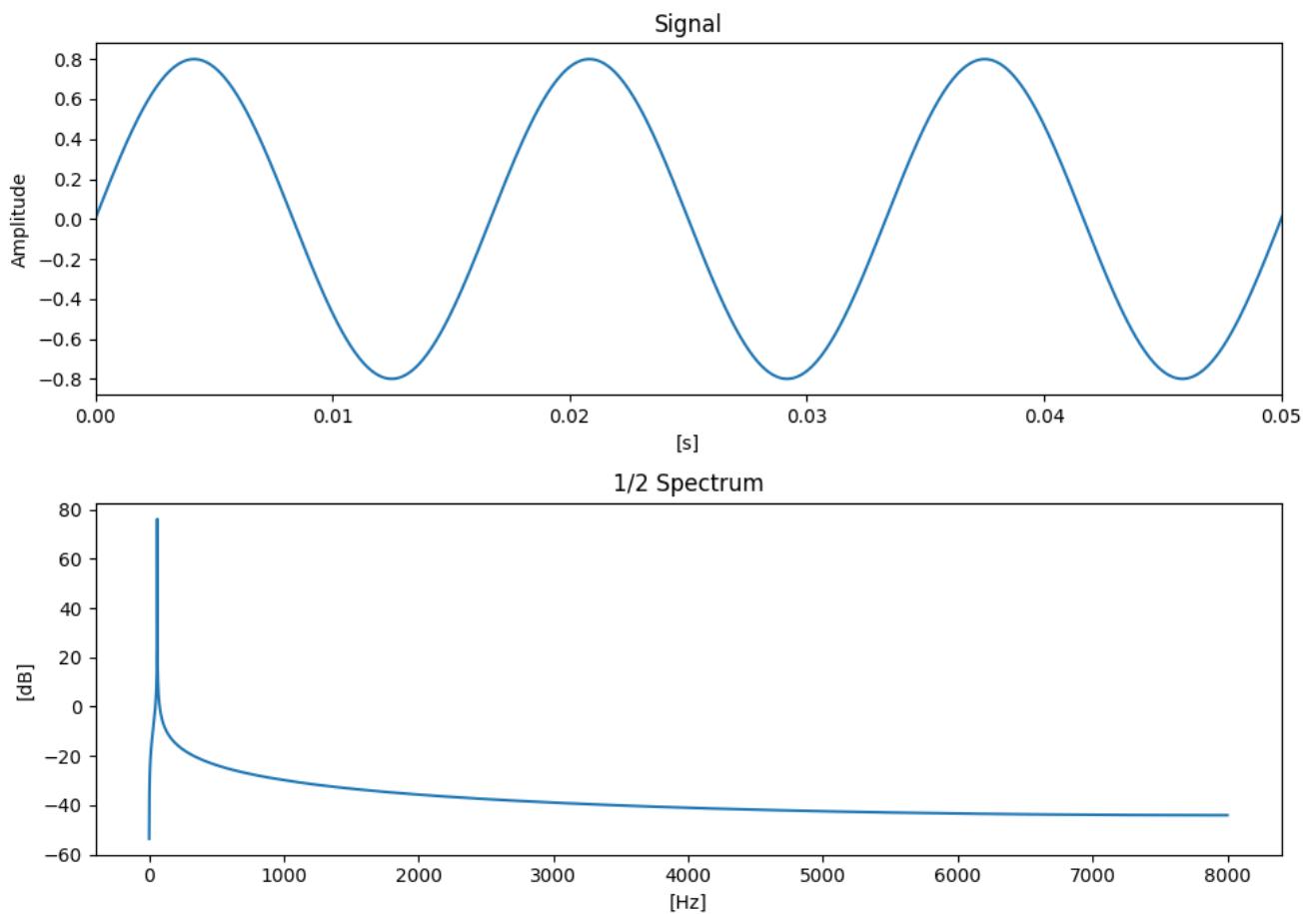


## Interpolacja do 16000Hz

### Metoda linear

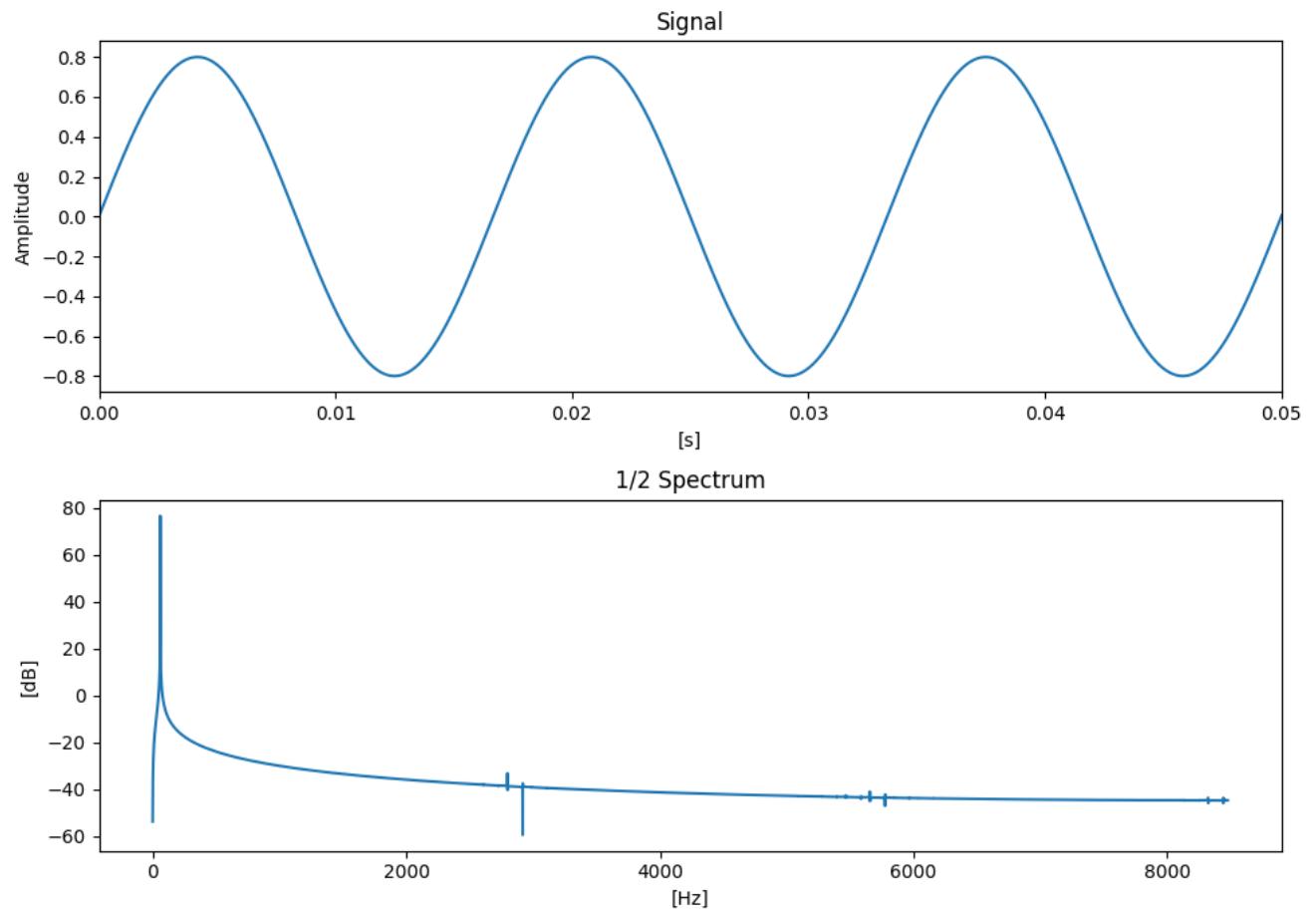


*Metoda cubic*

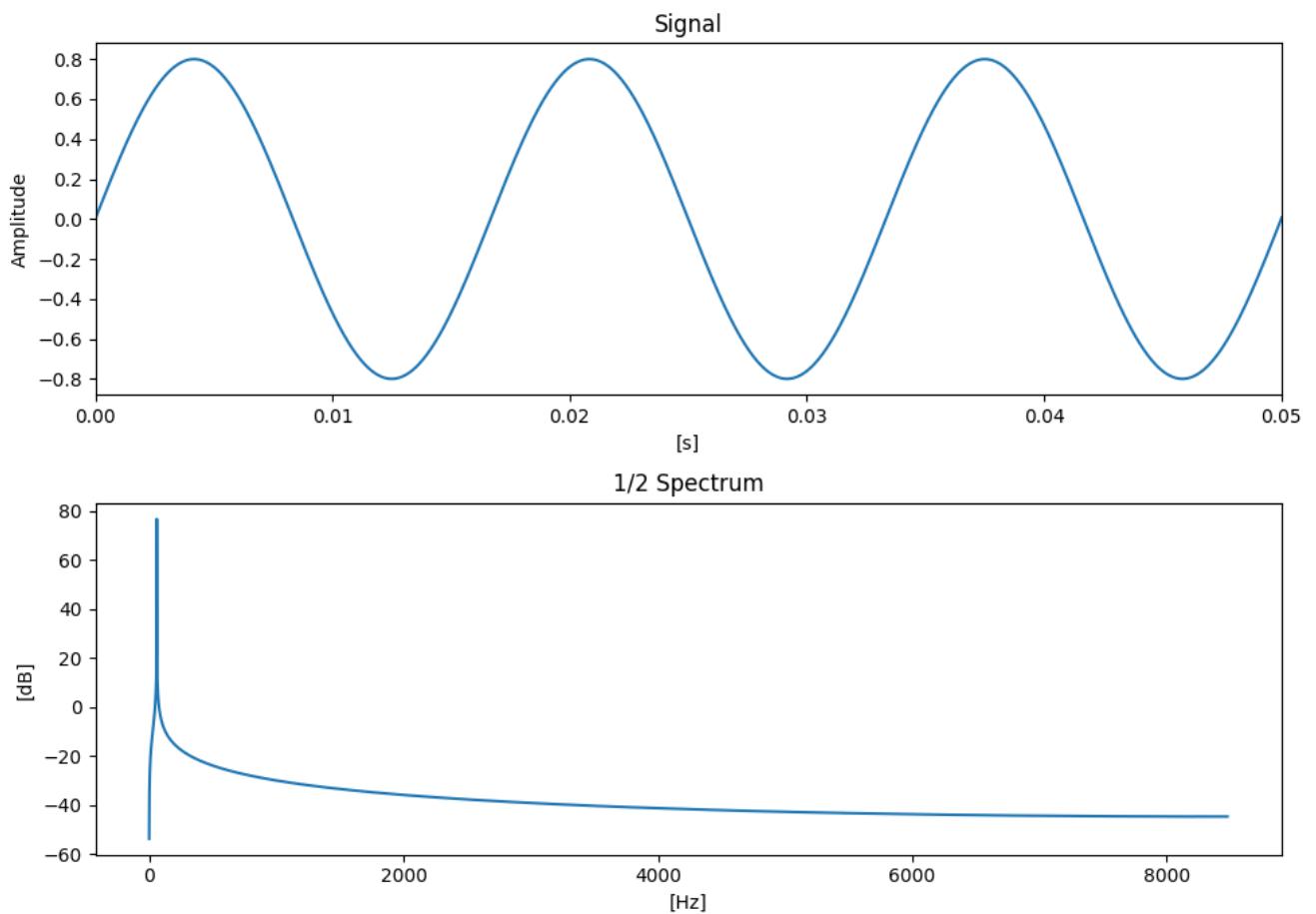


## Interpolacja do 16953Hz

### Metoda linear

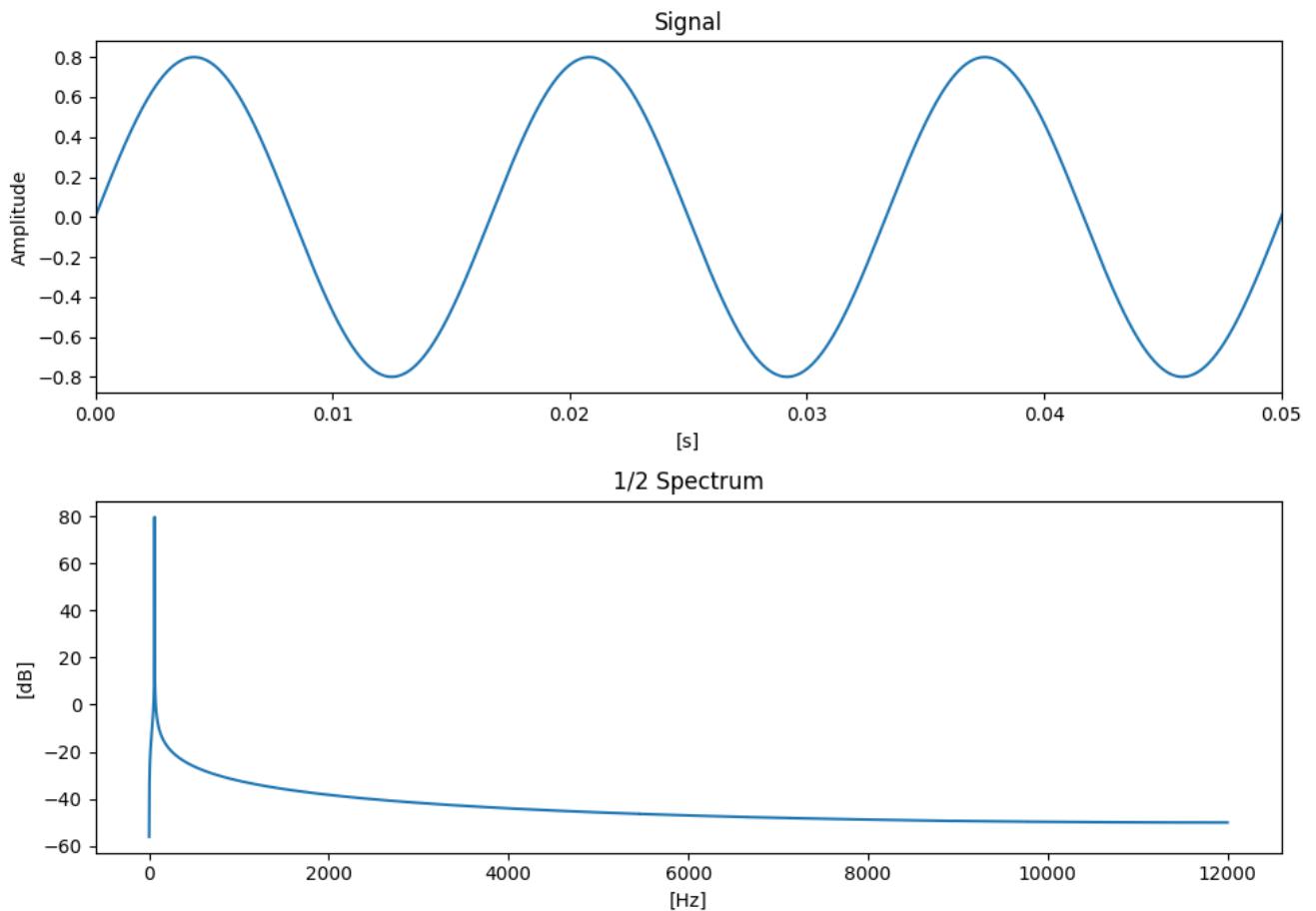


*Metoda cubic*

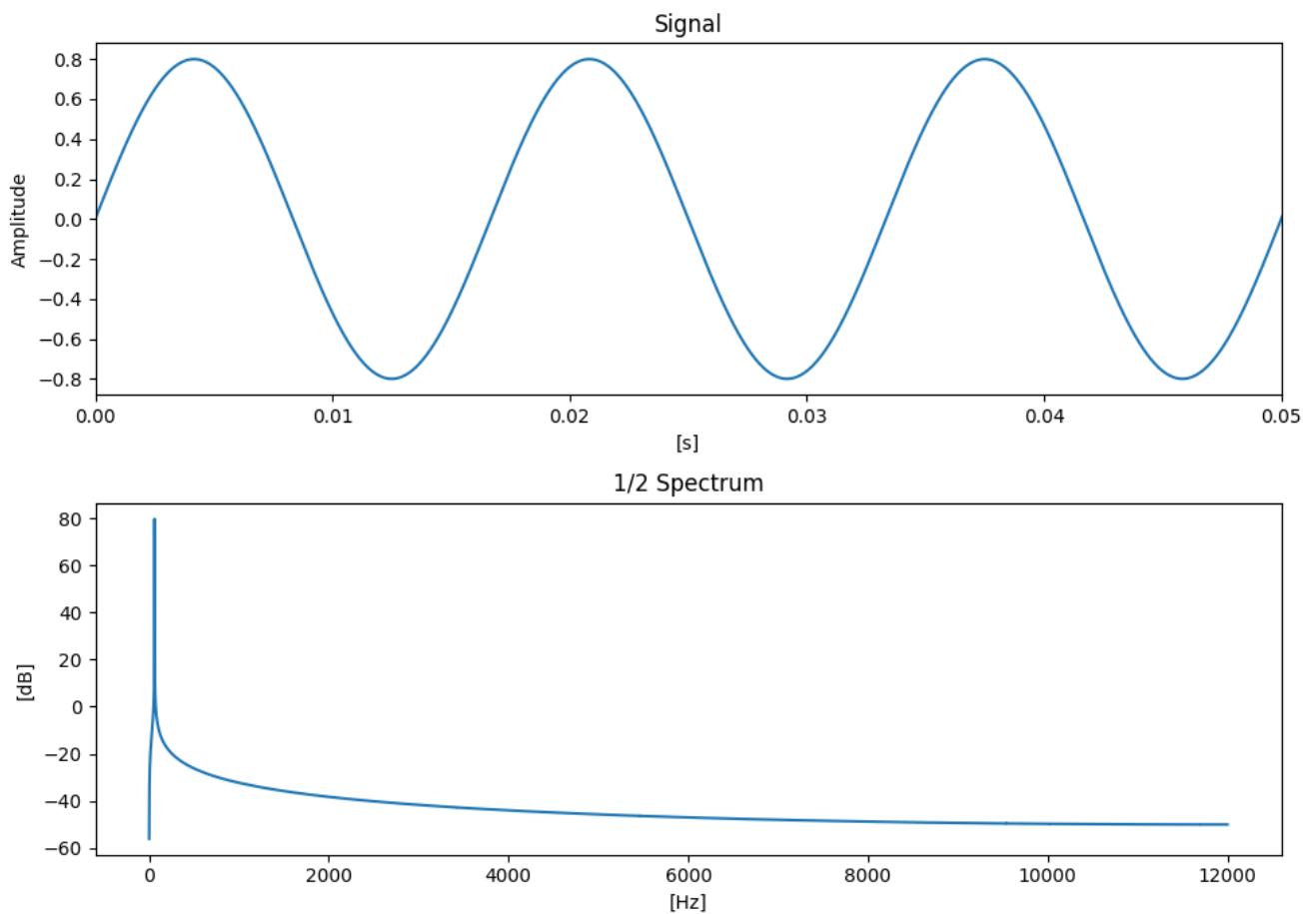


## Interpolacja do 24000Hz

### Metoda linear

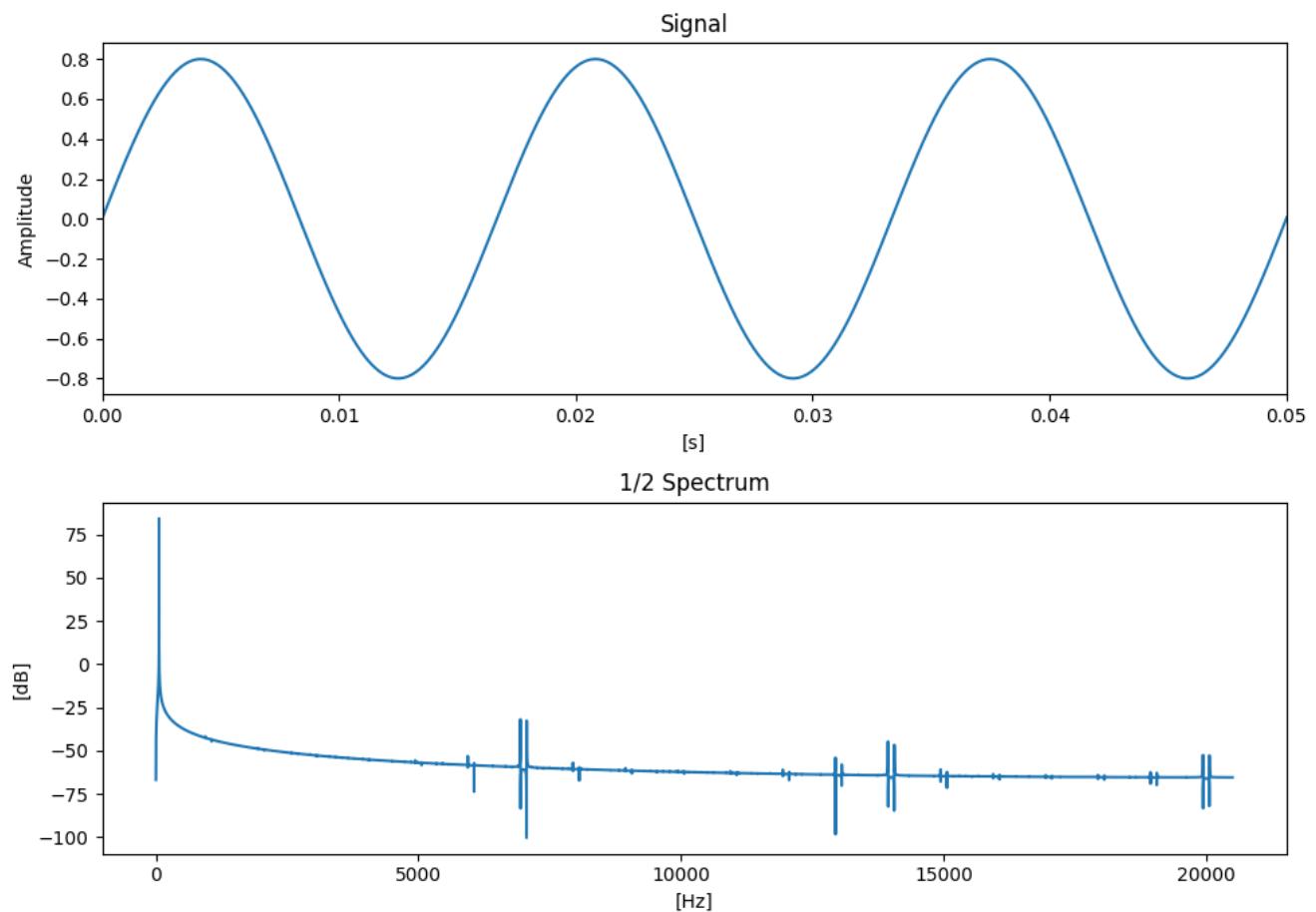


*Metoda cubic*

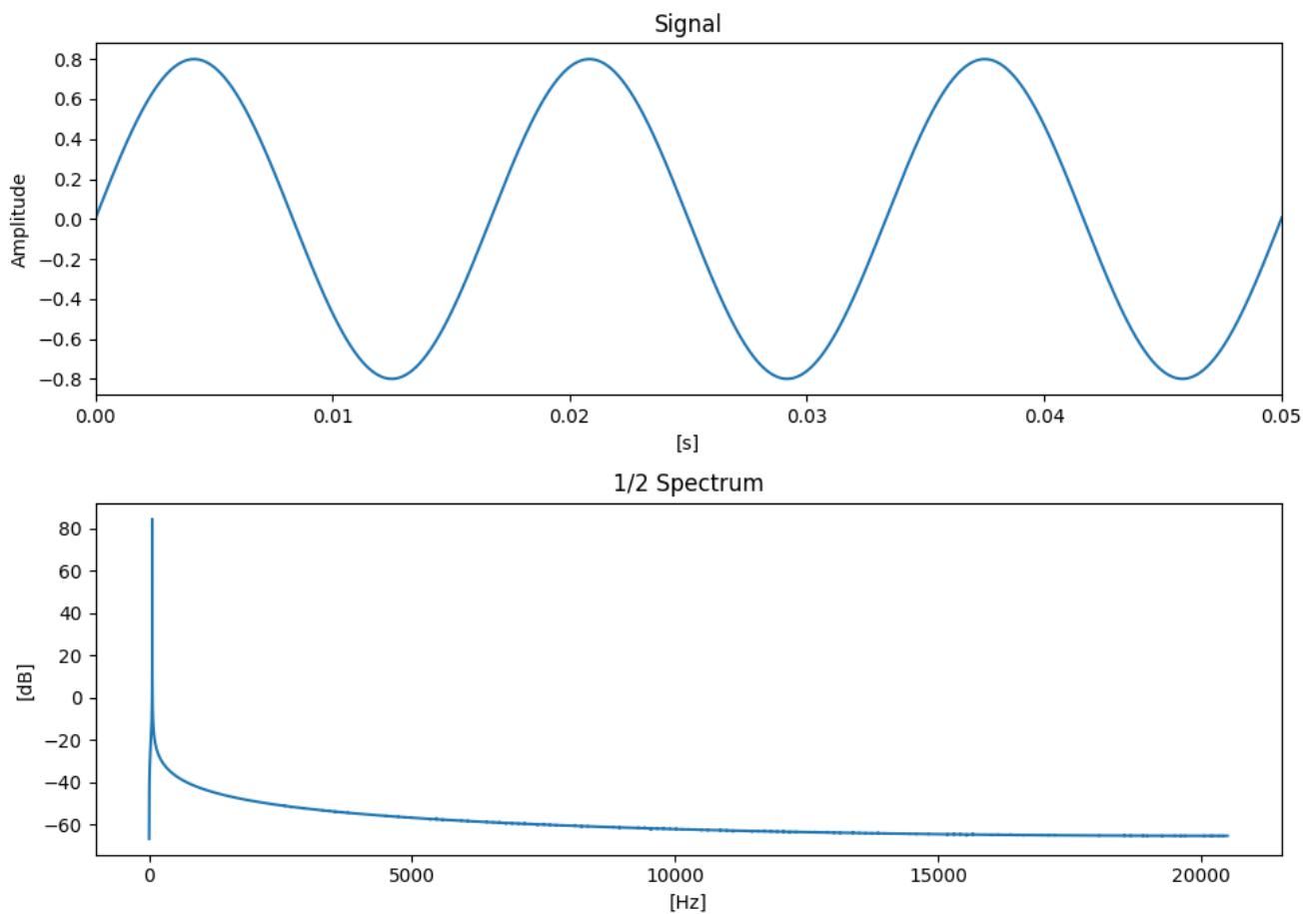


## Interpolacja do 41000Hz

### Metoda linear

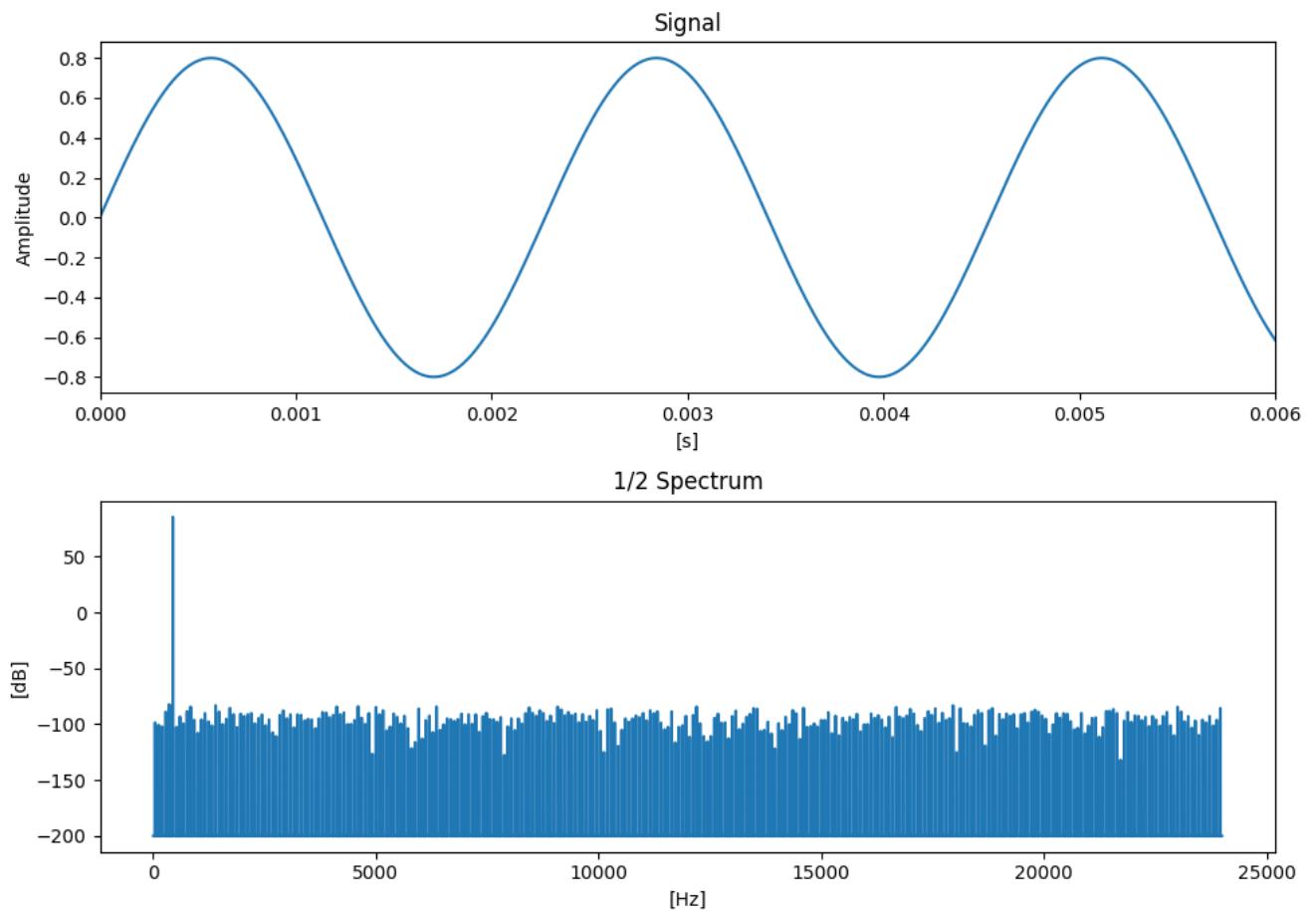


*Metoda cubic*

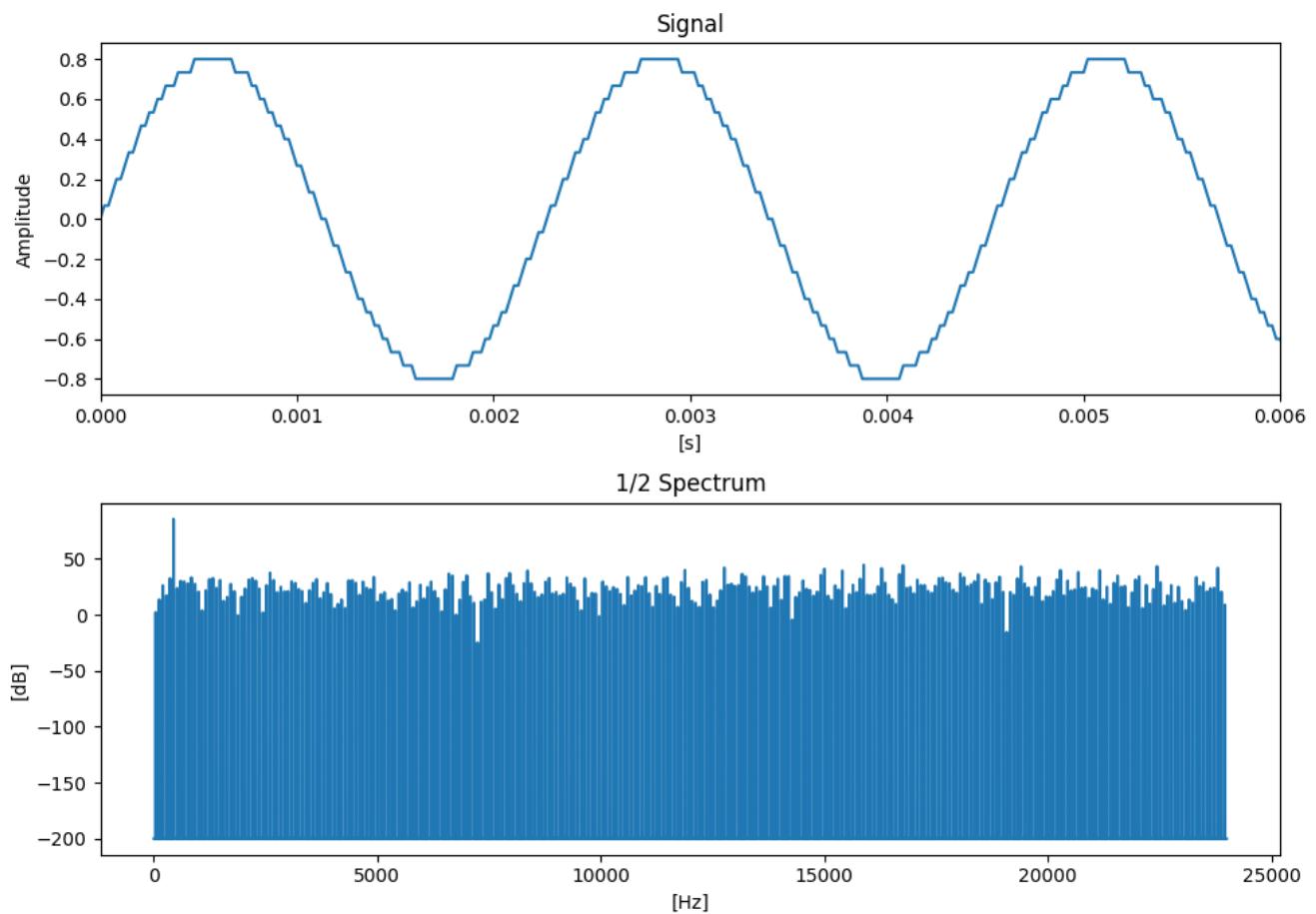


## Sygnal - SIN/sin\_440Hz.wav

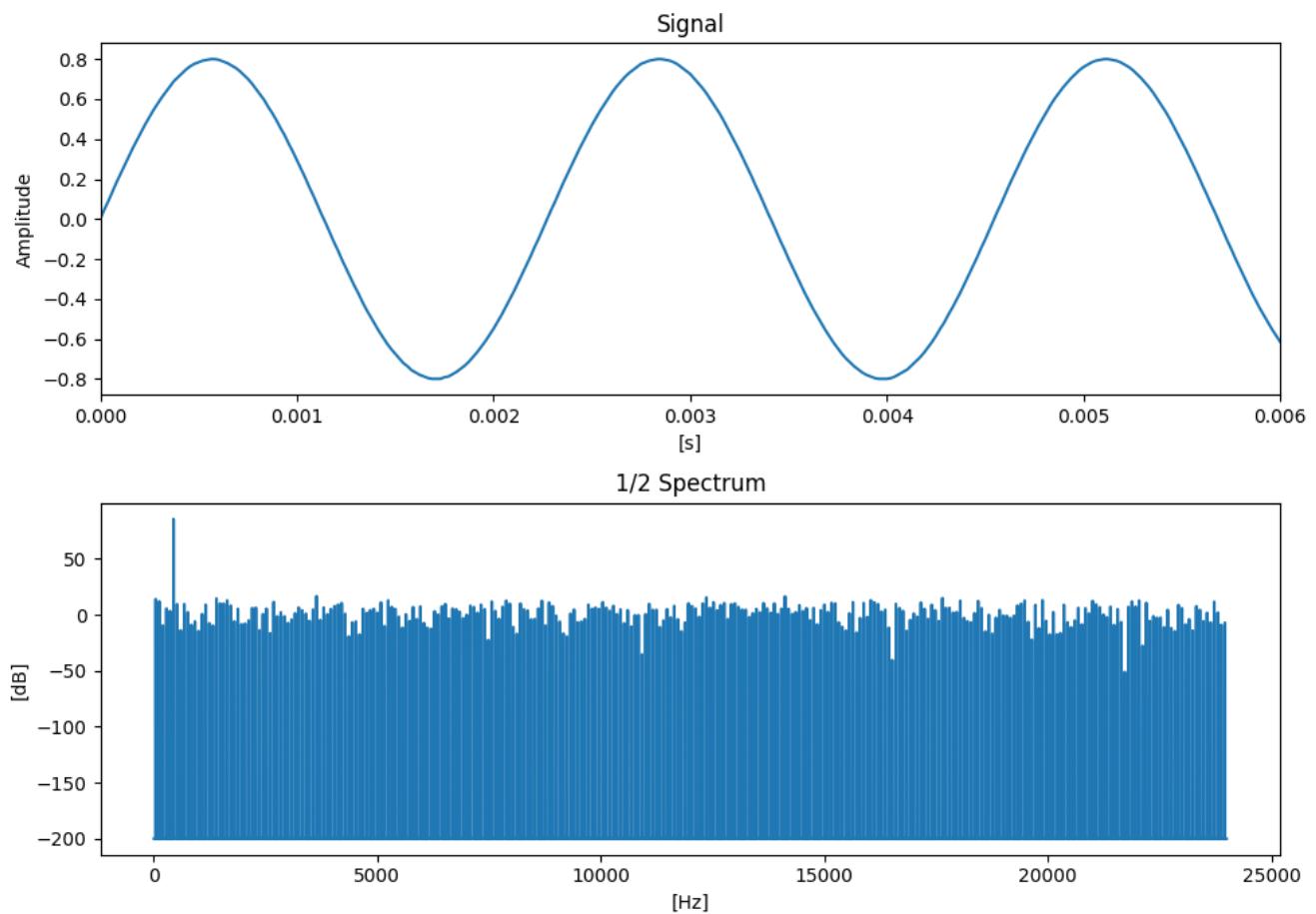
Sygnal oryginalny



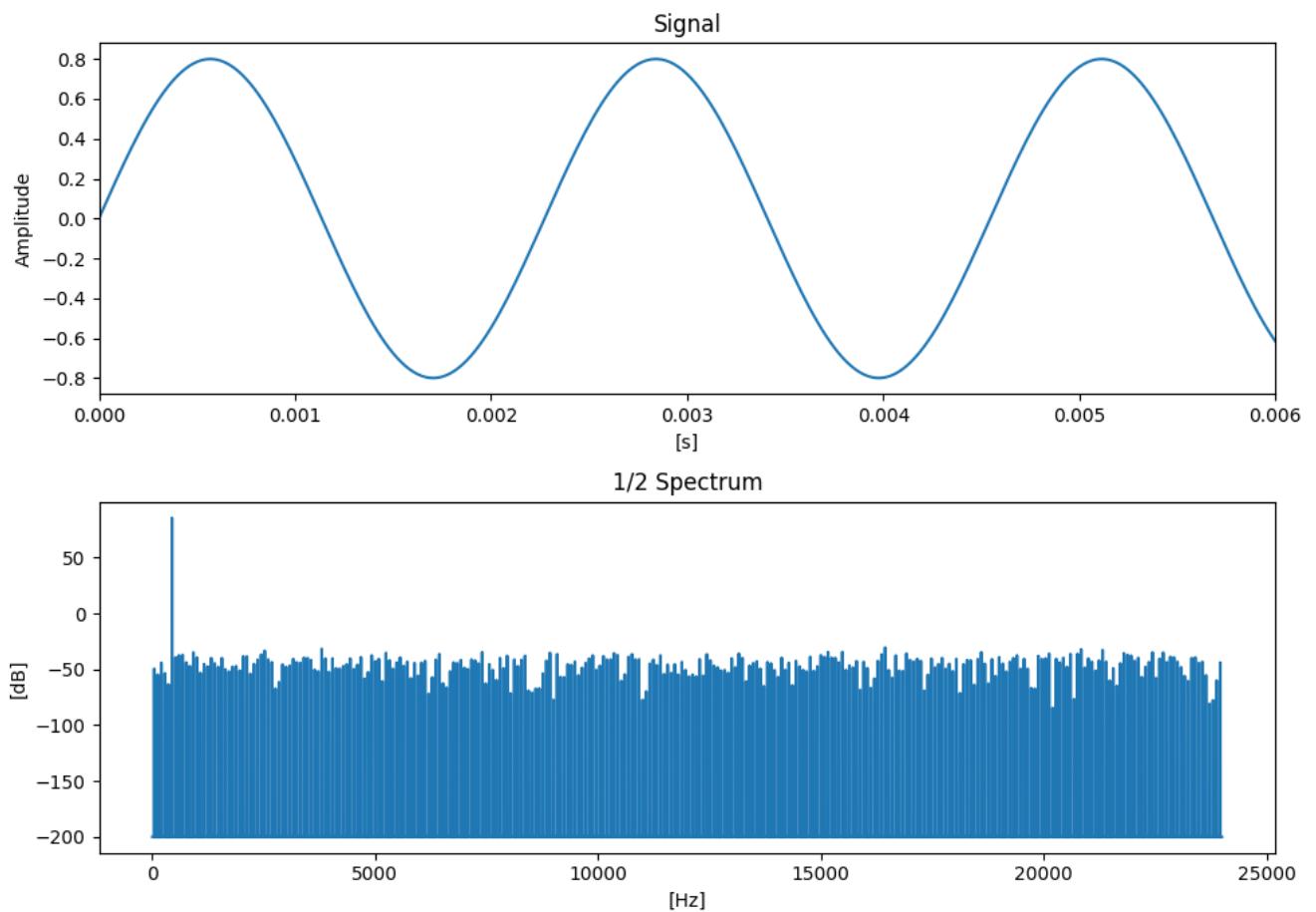
### Kwantyzacja 4 bit



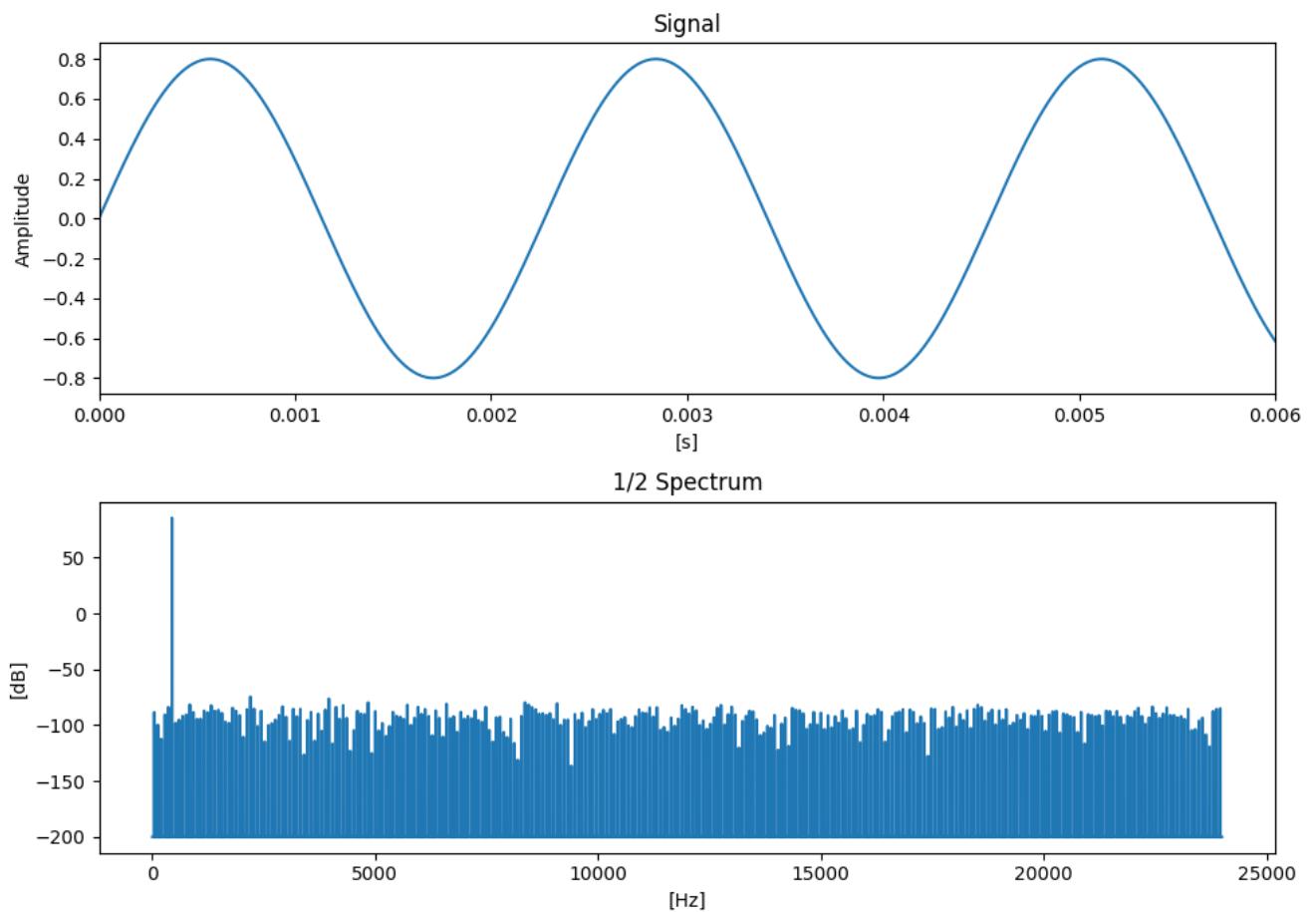
### Kwantyzacja 8 bit



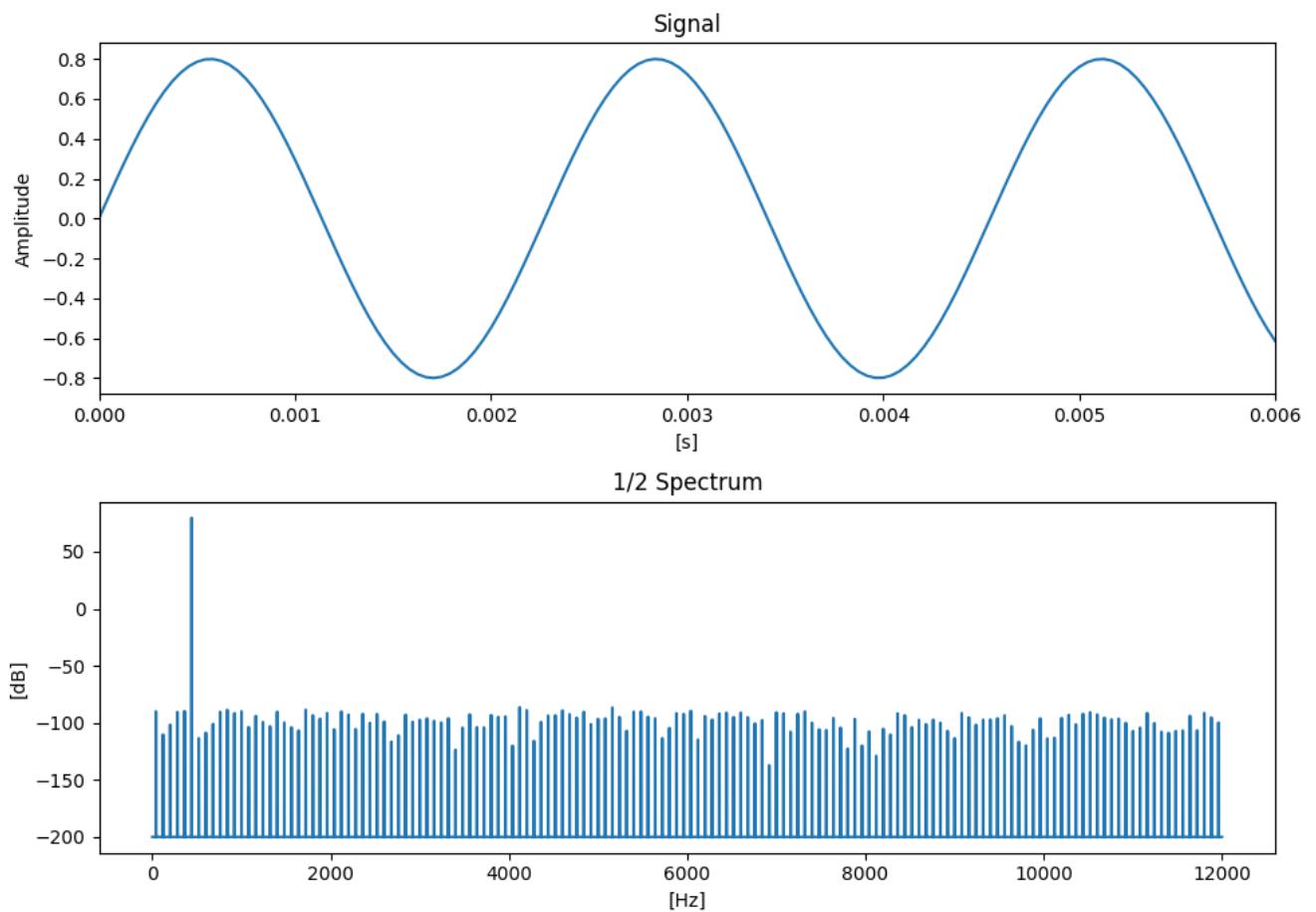
### Kwantyzacja 16 bit



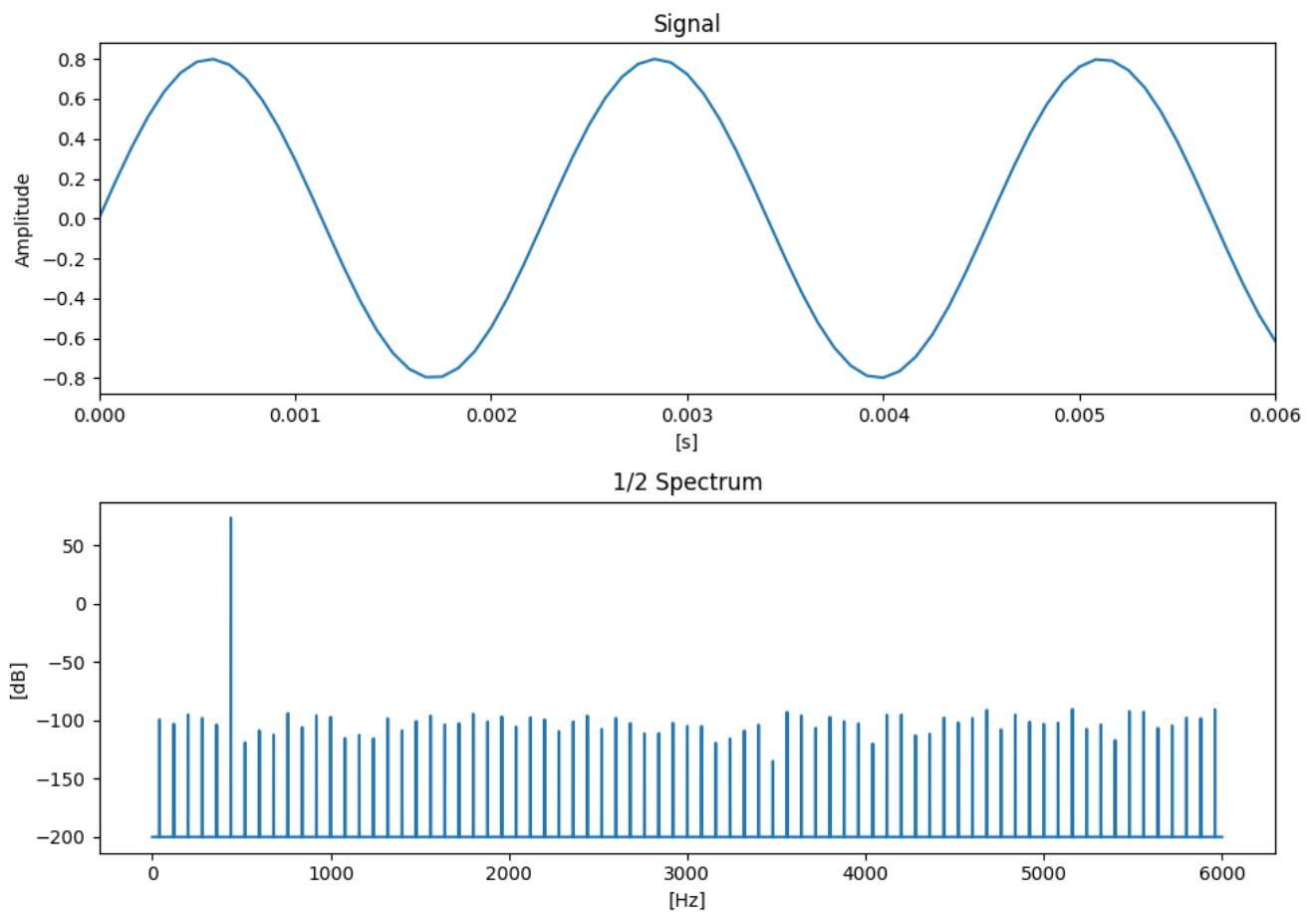
### Kwantyzacja 24 bit



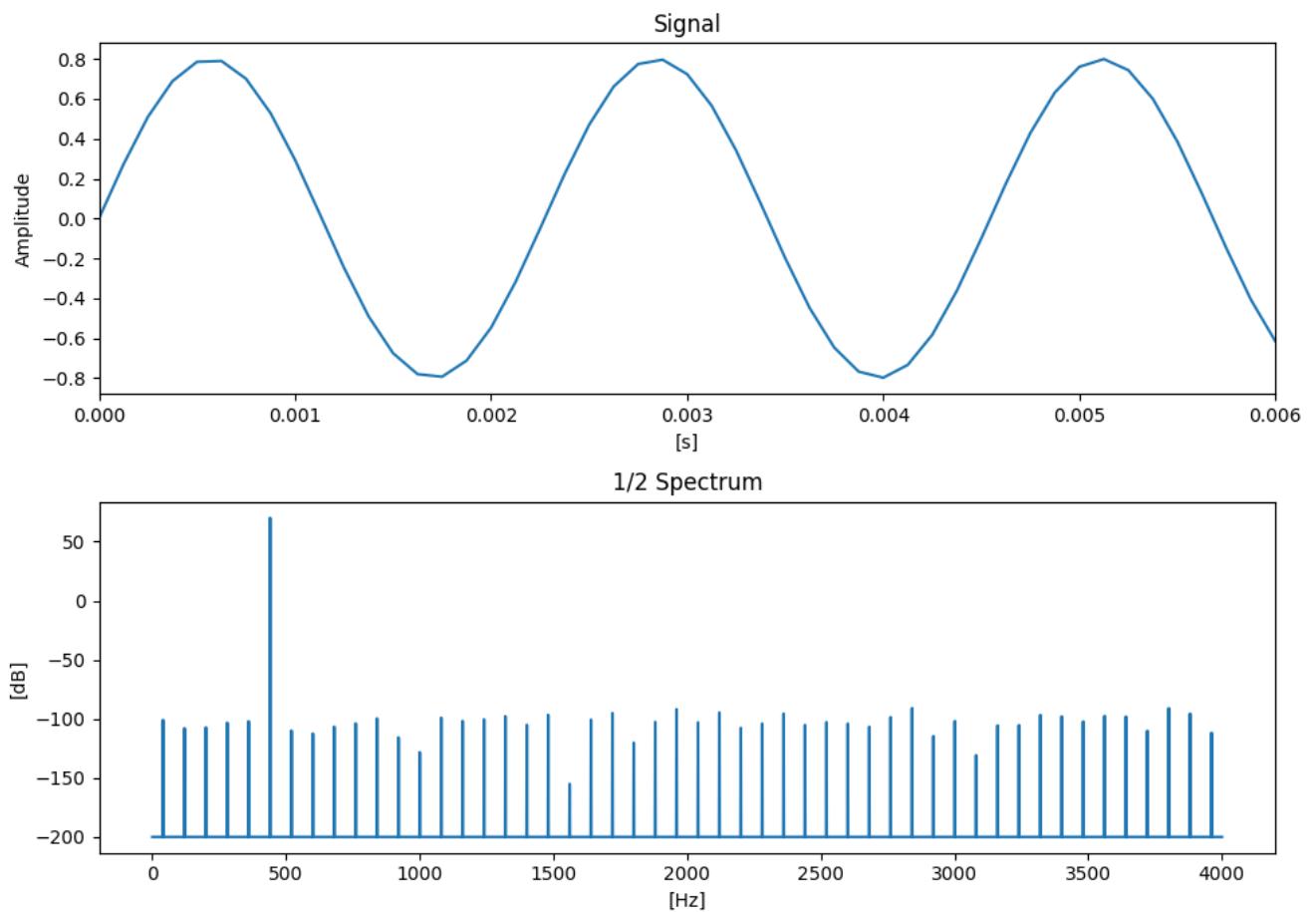
## Decymacja 2 kroki



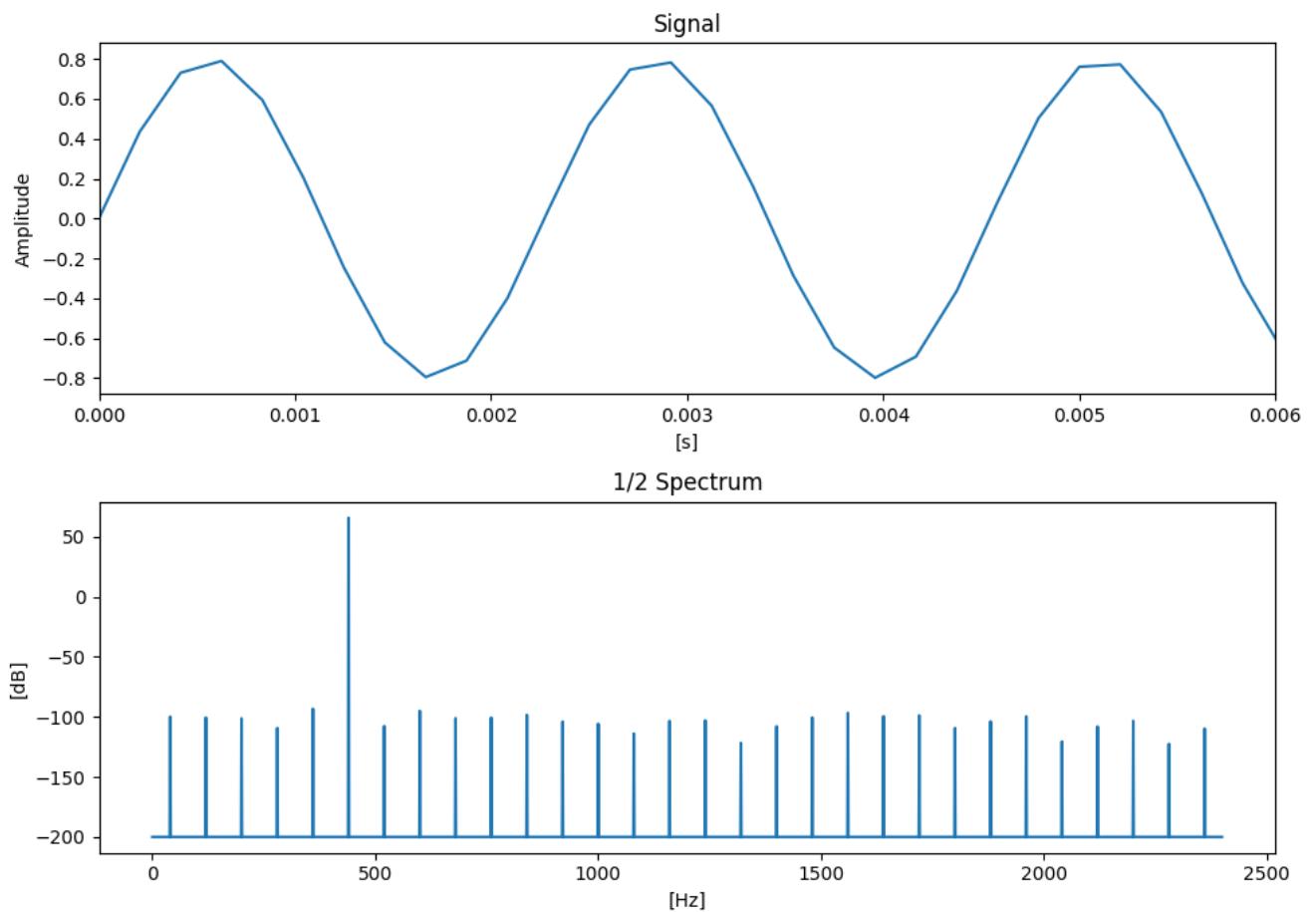
#### Decymacja 4 kroki



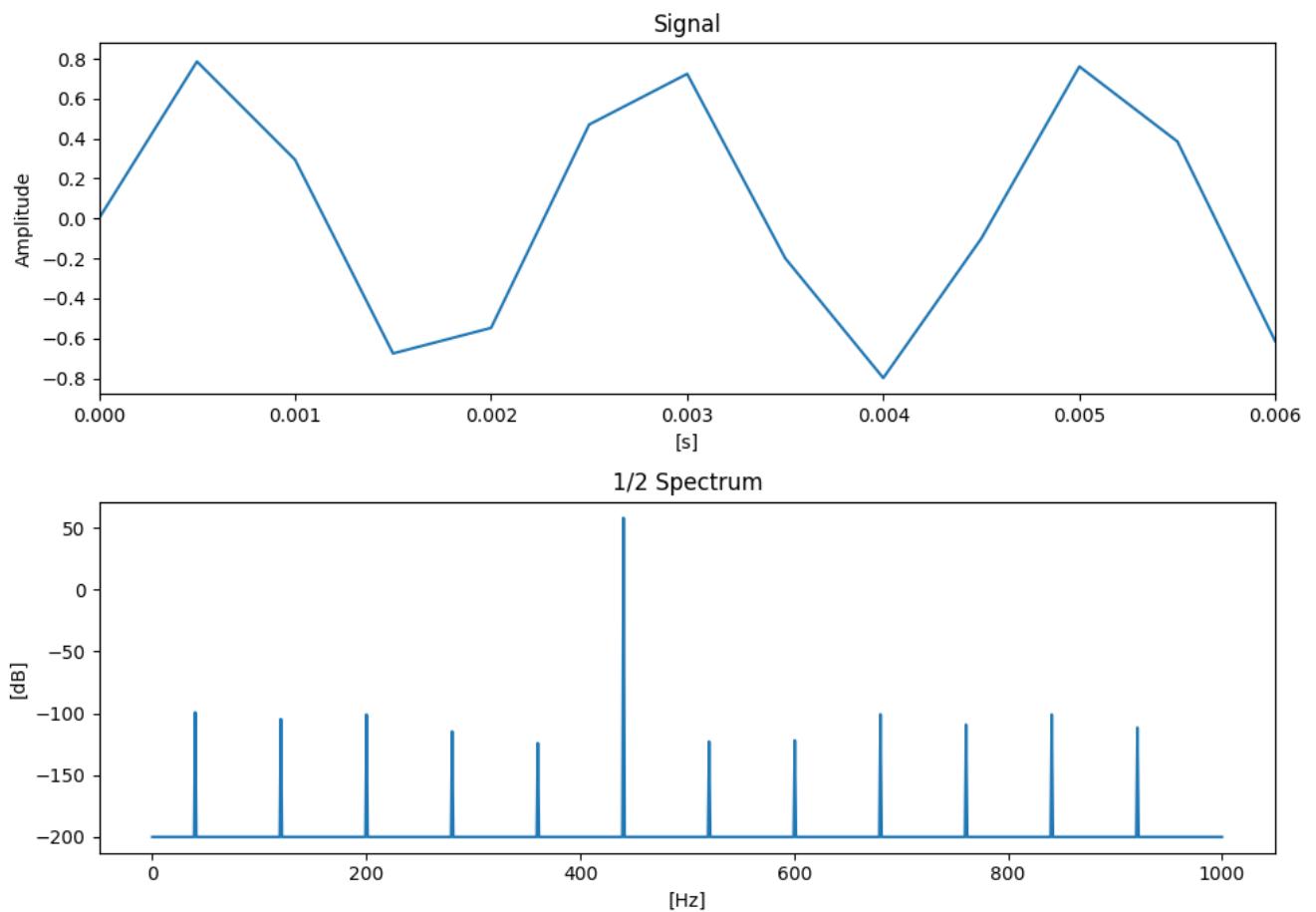
### Decymacja 6 kroki



### Decymacja 10 kroki

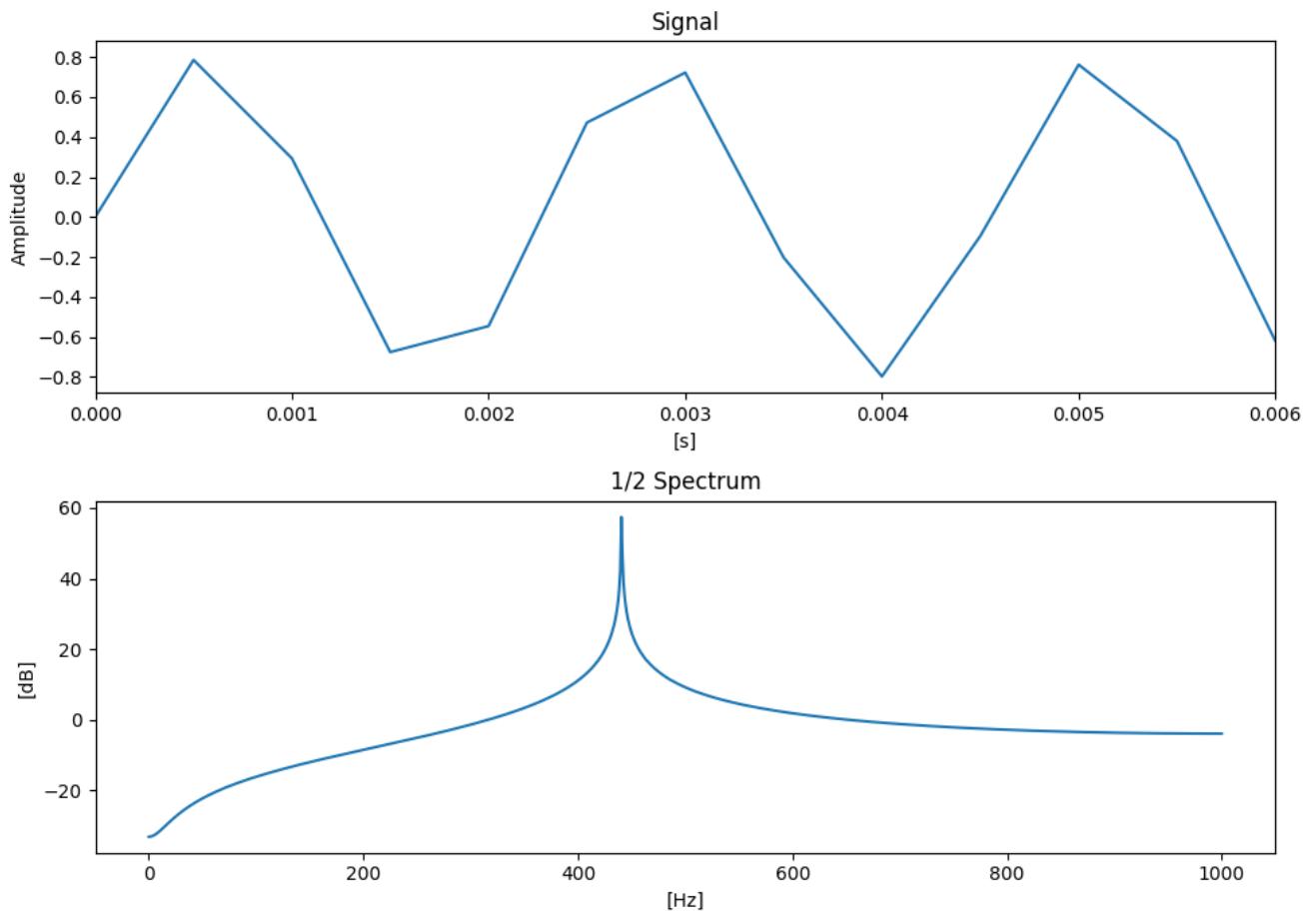


### Decymacja 24 kroki

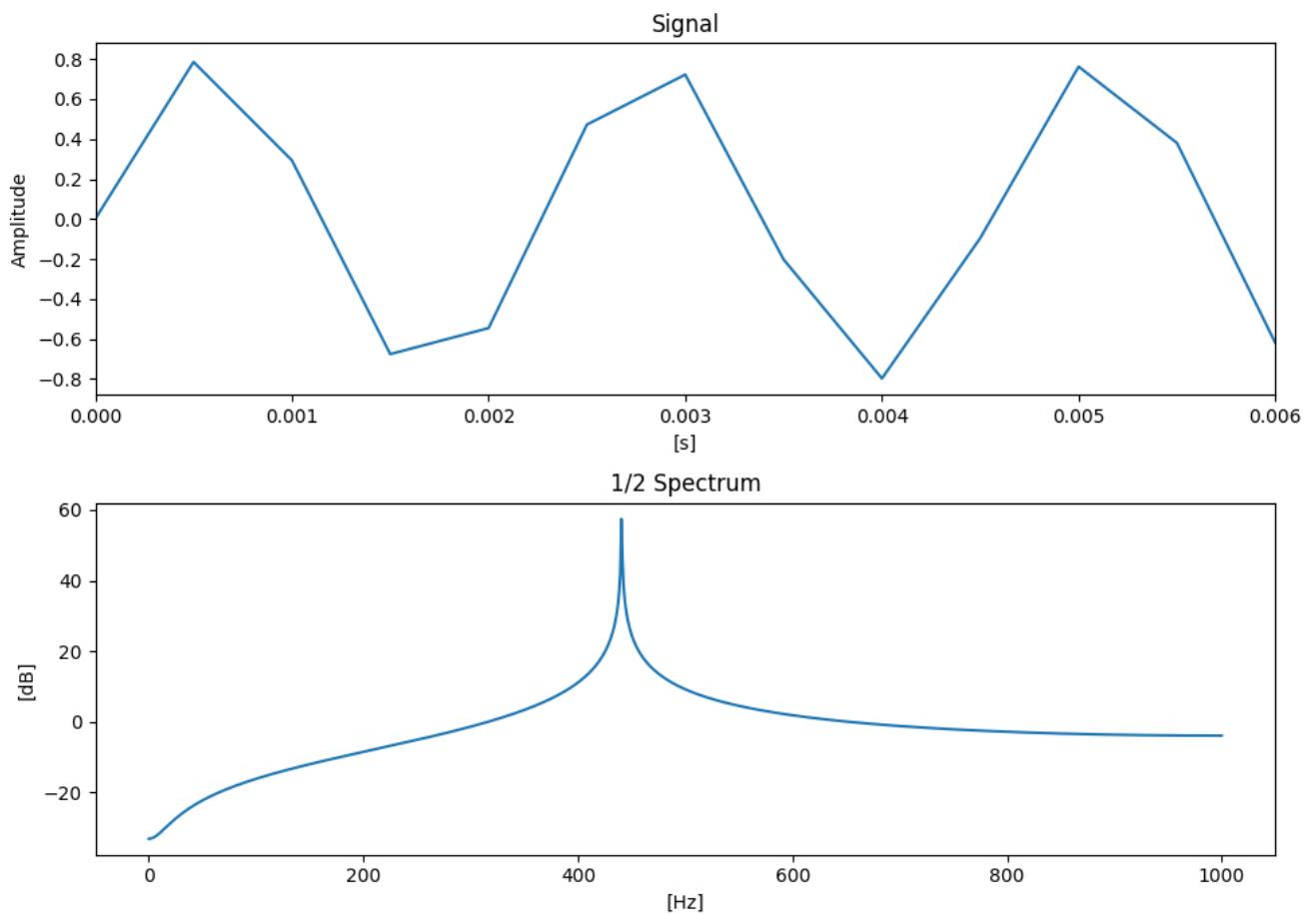


## Interpolacja do 2000Hz

### Metoda linear

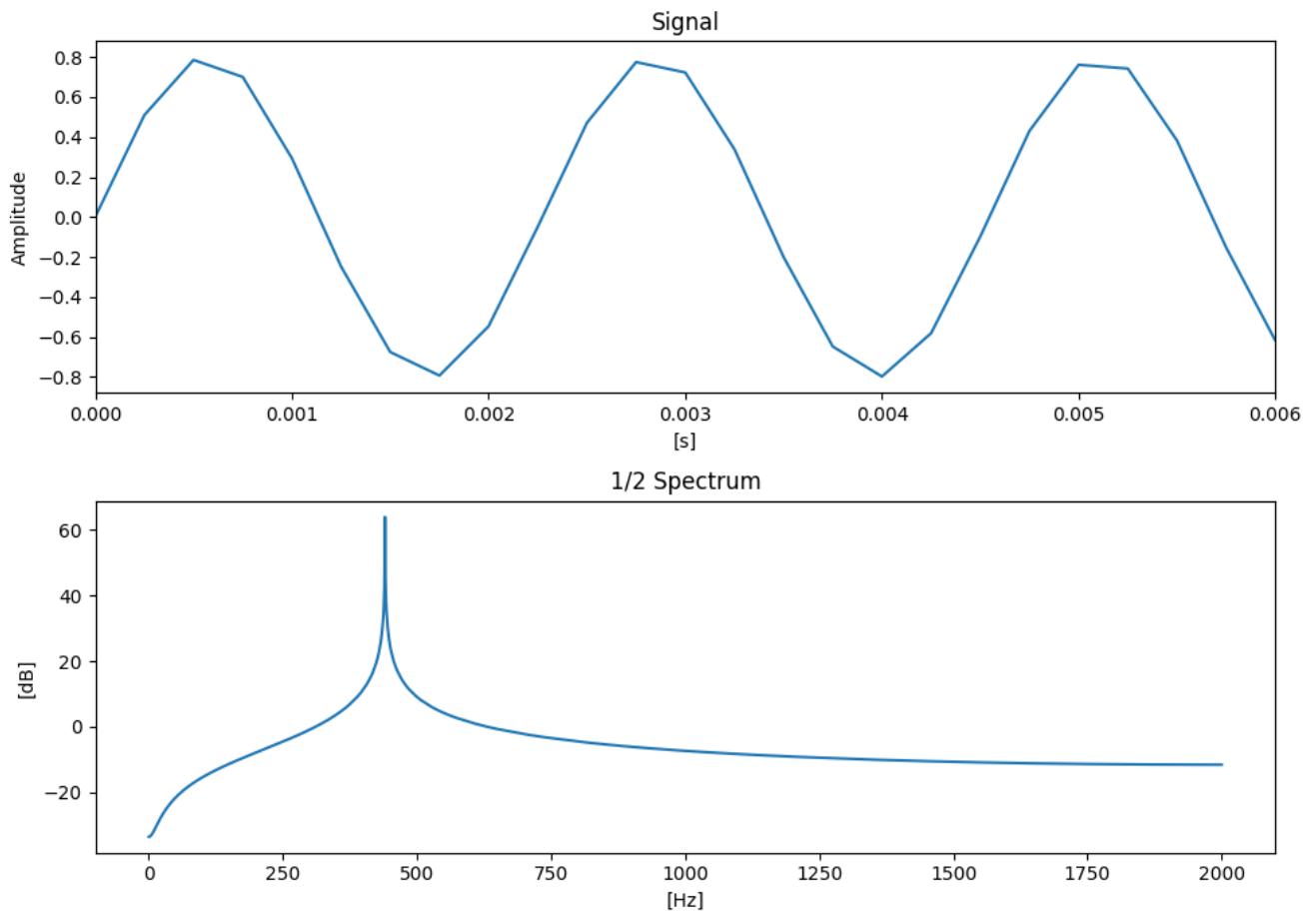


*Metoda cubic*

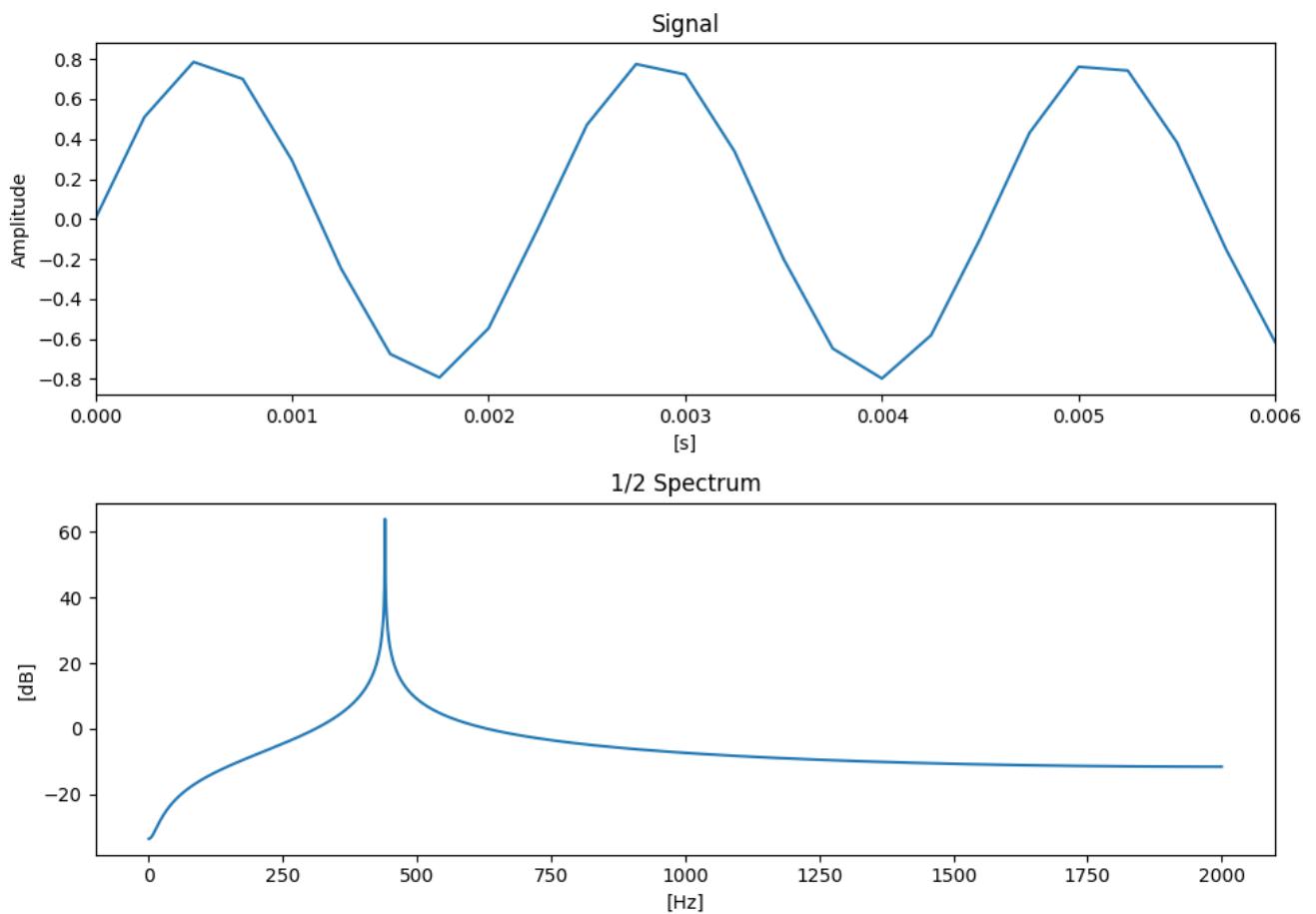


## Interpolacja do 4000Hz

### Metoda linear

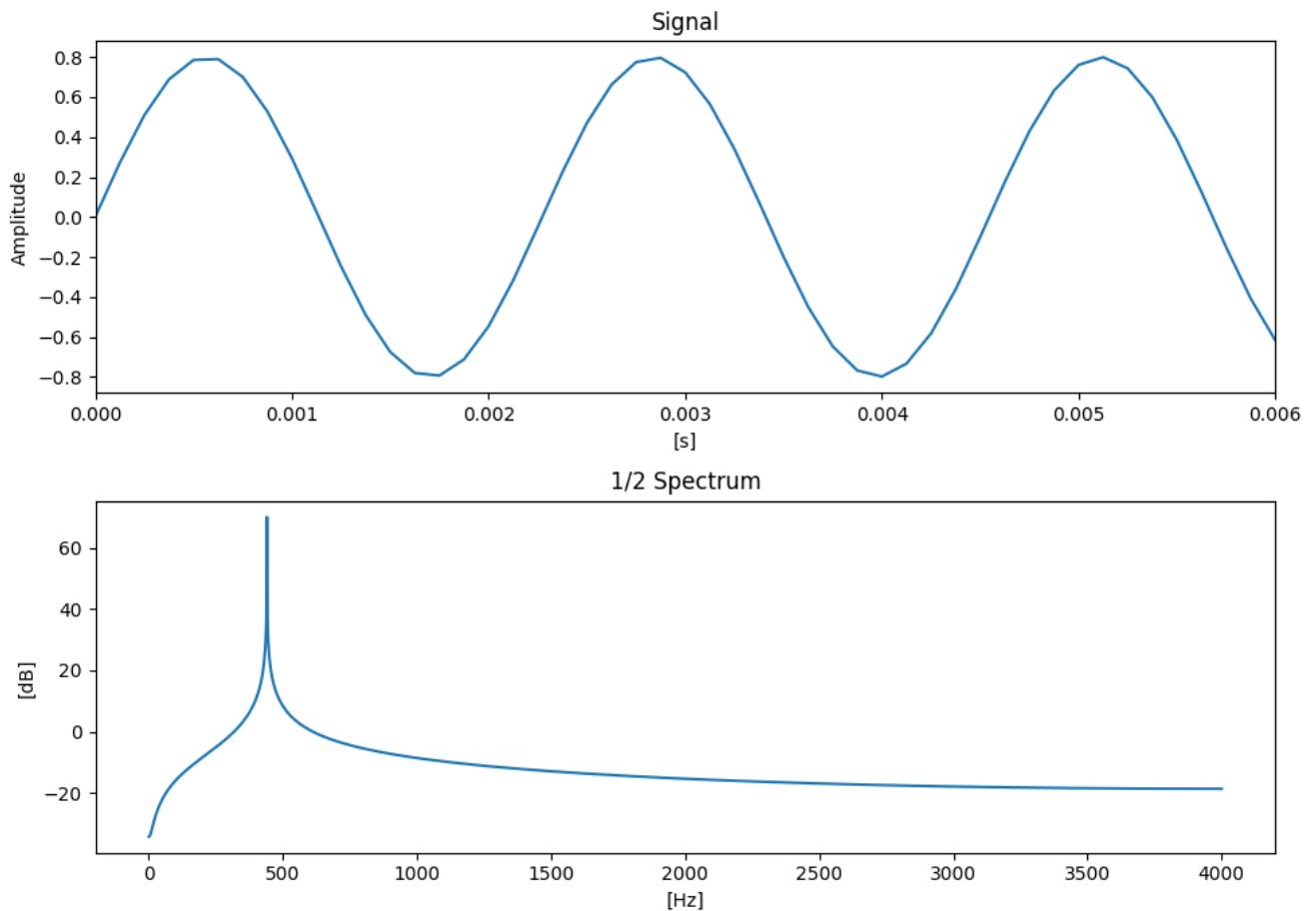


*Metoda cubic*

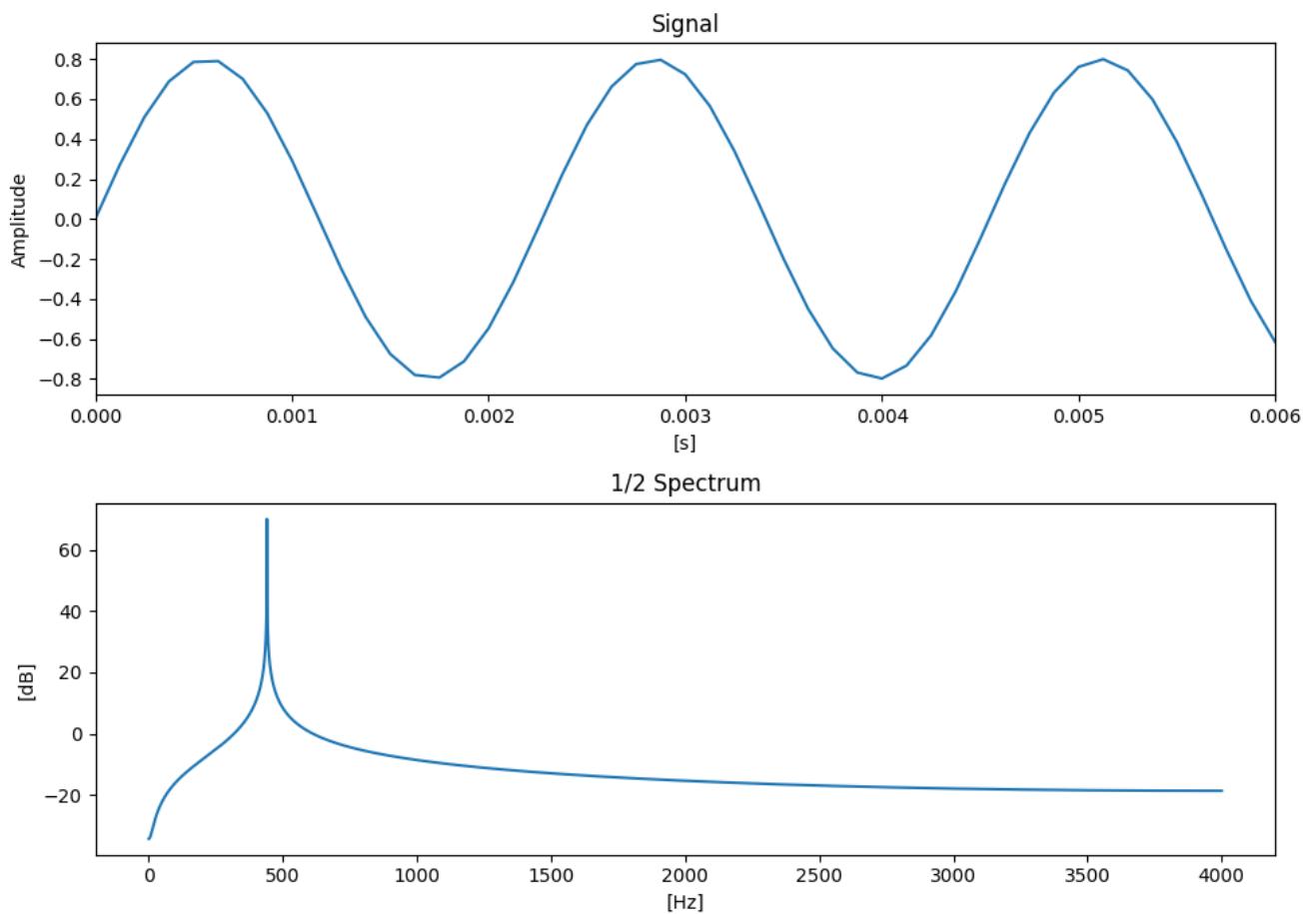


## Interpolacja do 8000Hz

### Metoda linear

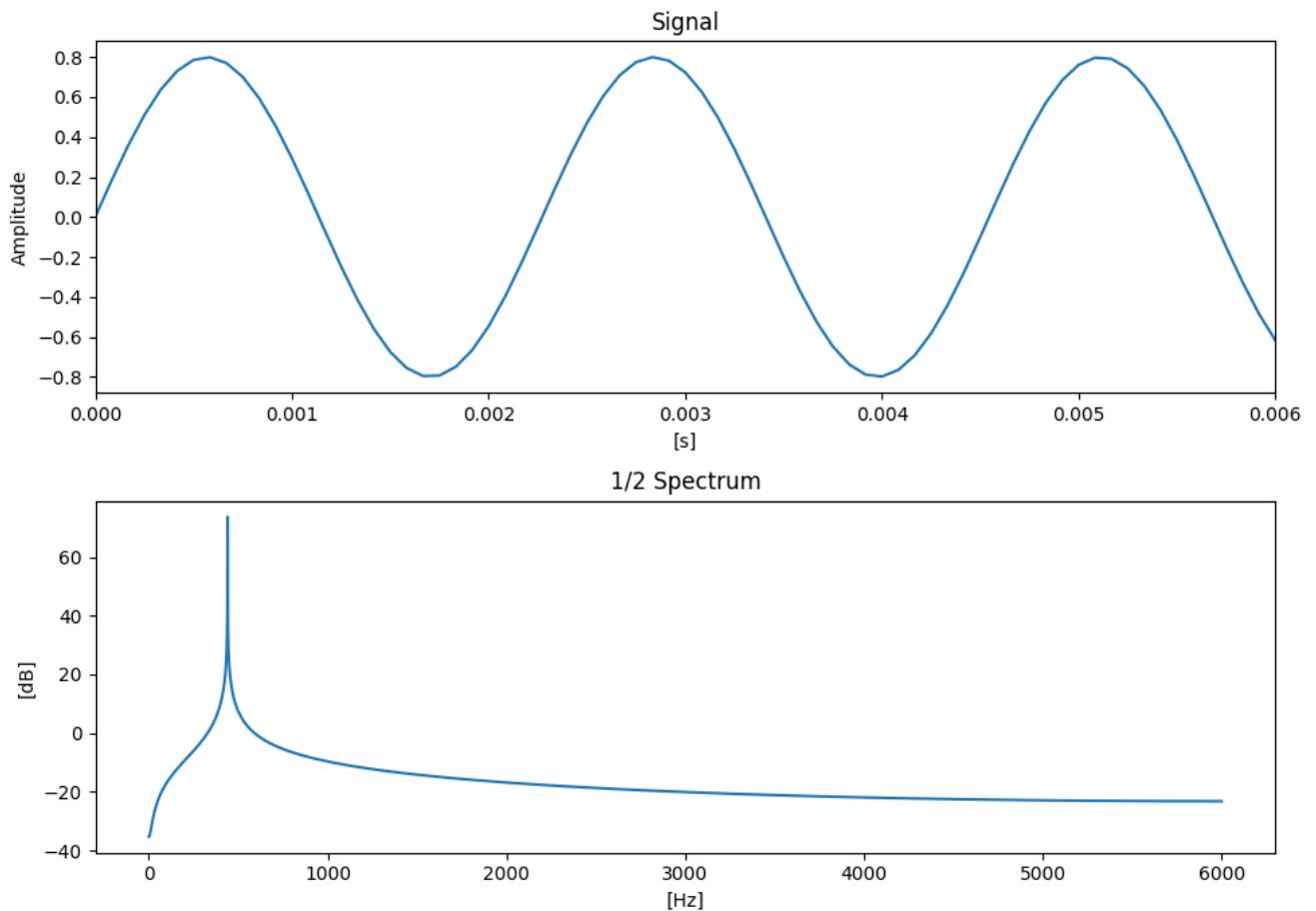


*Metoda cubic*

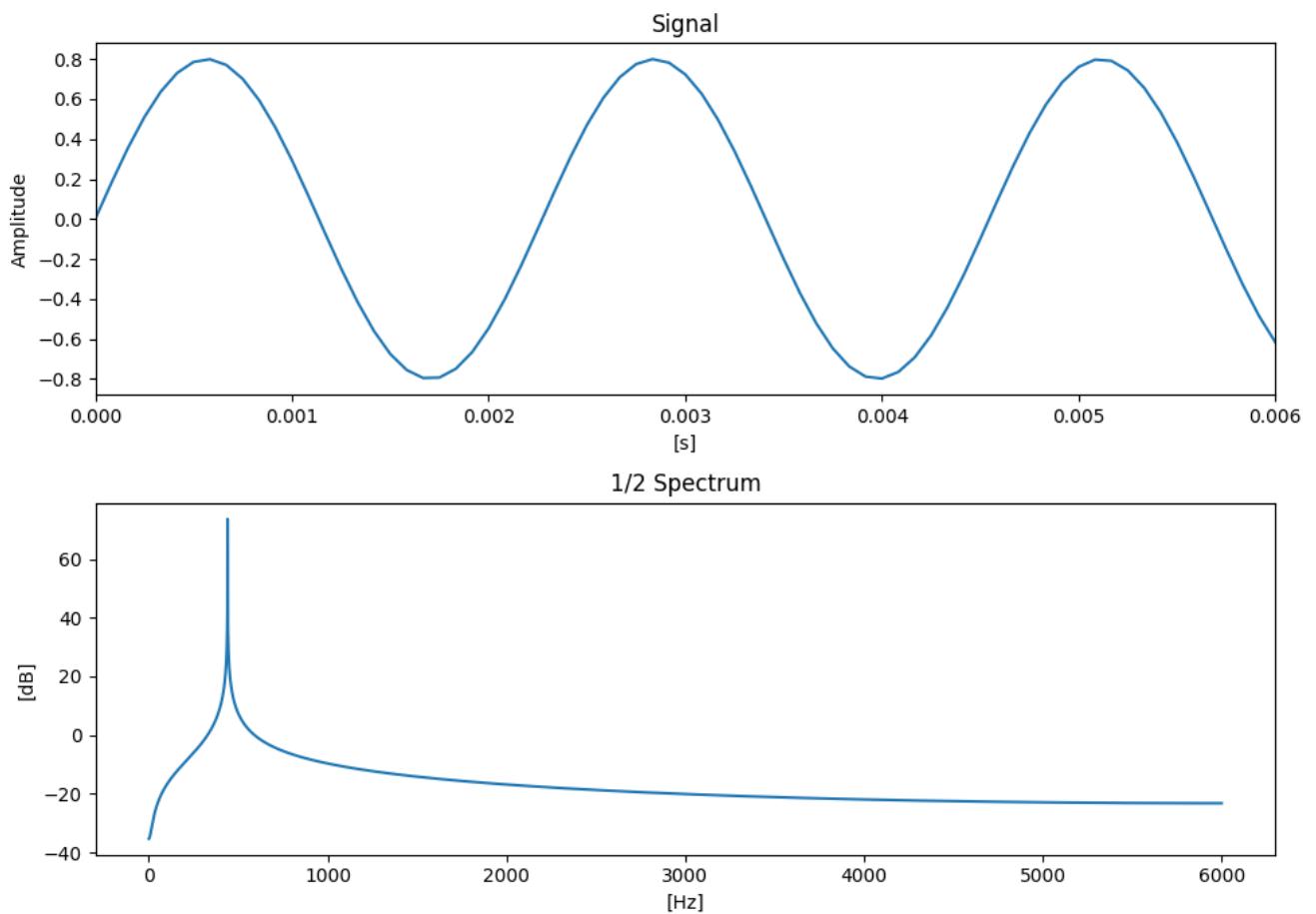


## Interpolacja do 11999Hz

### *Metoda linear*

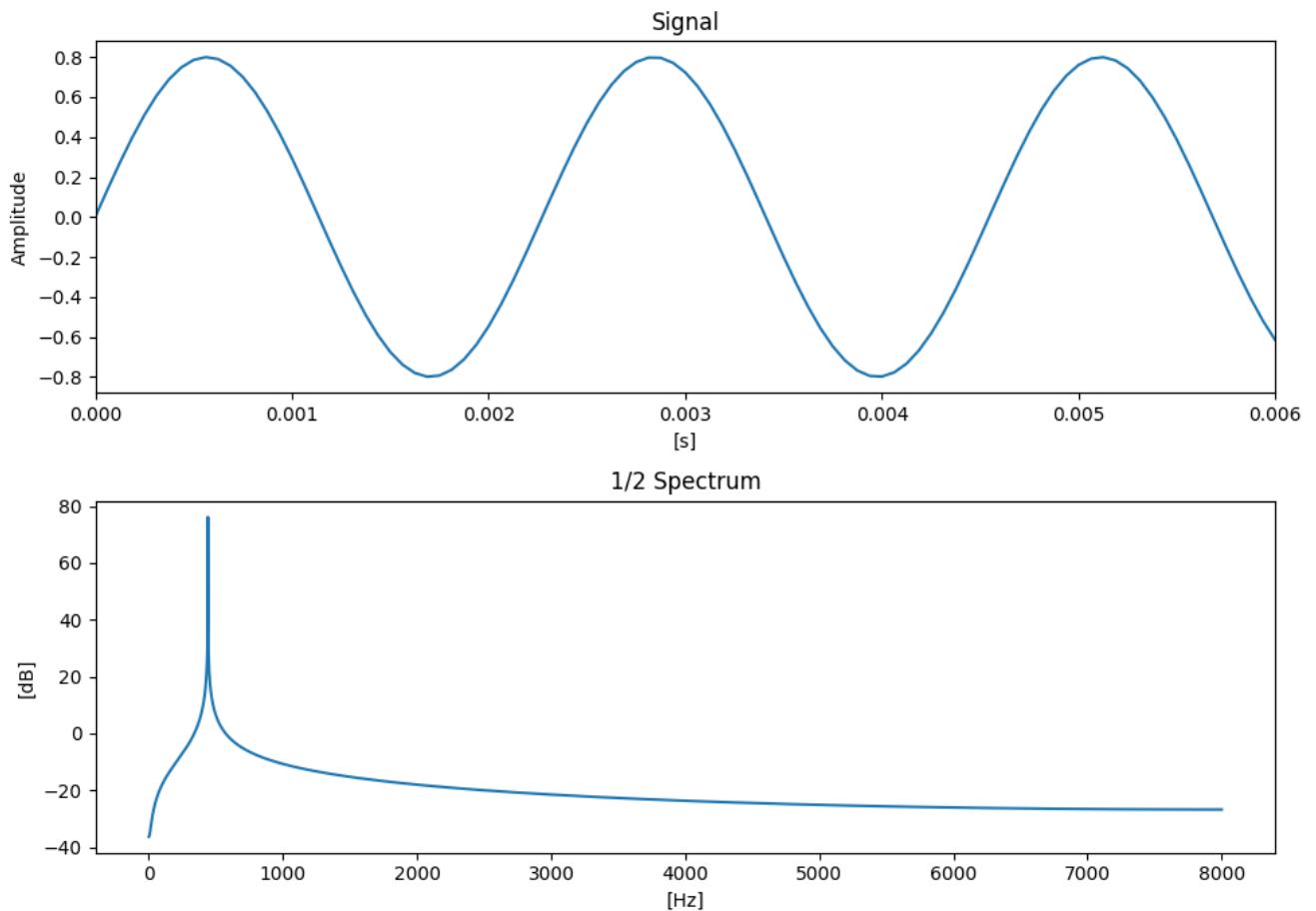


*Metoda cubic*

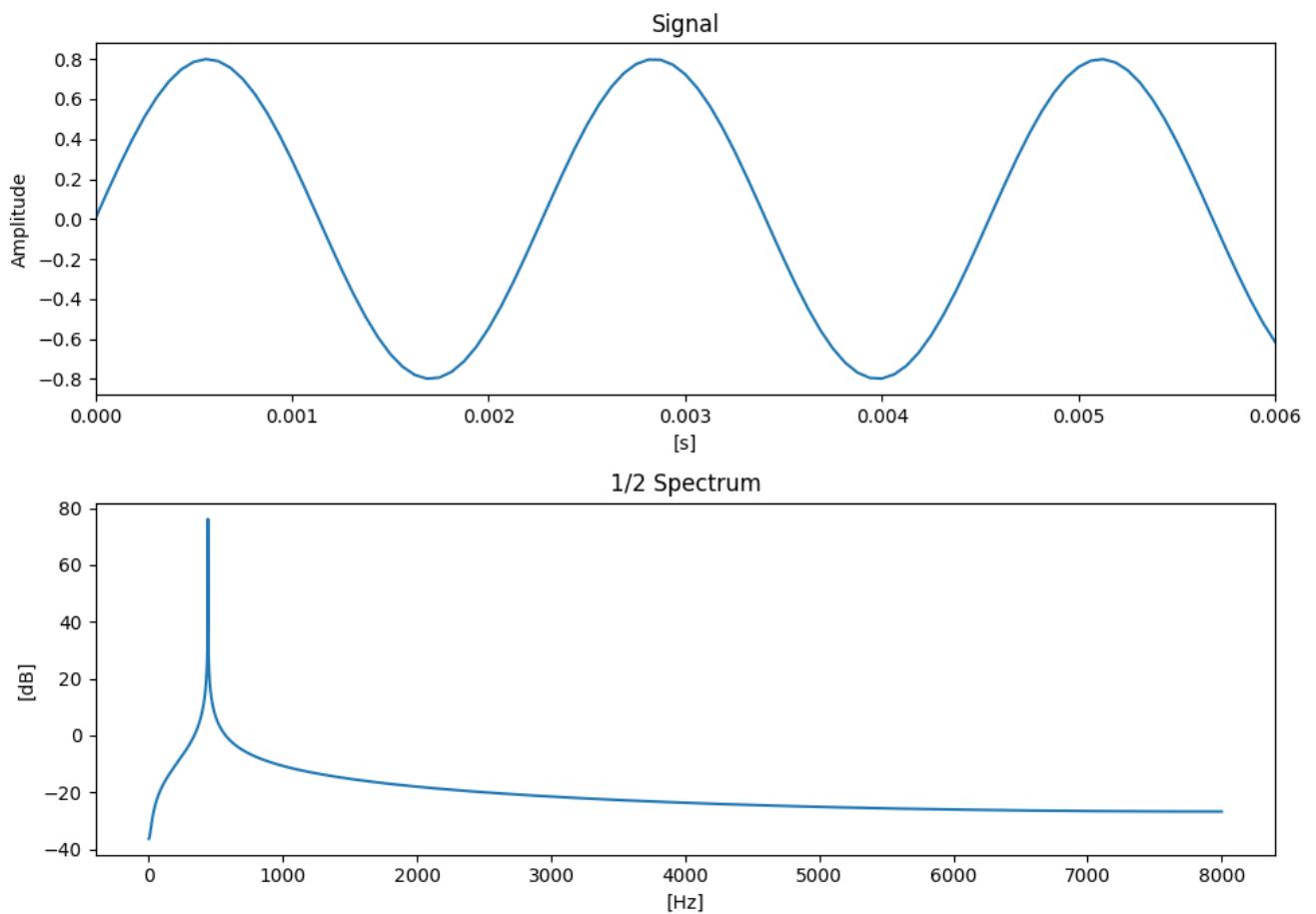


## Interpolacja do 16000Hz

### Metoda linear

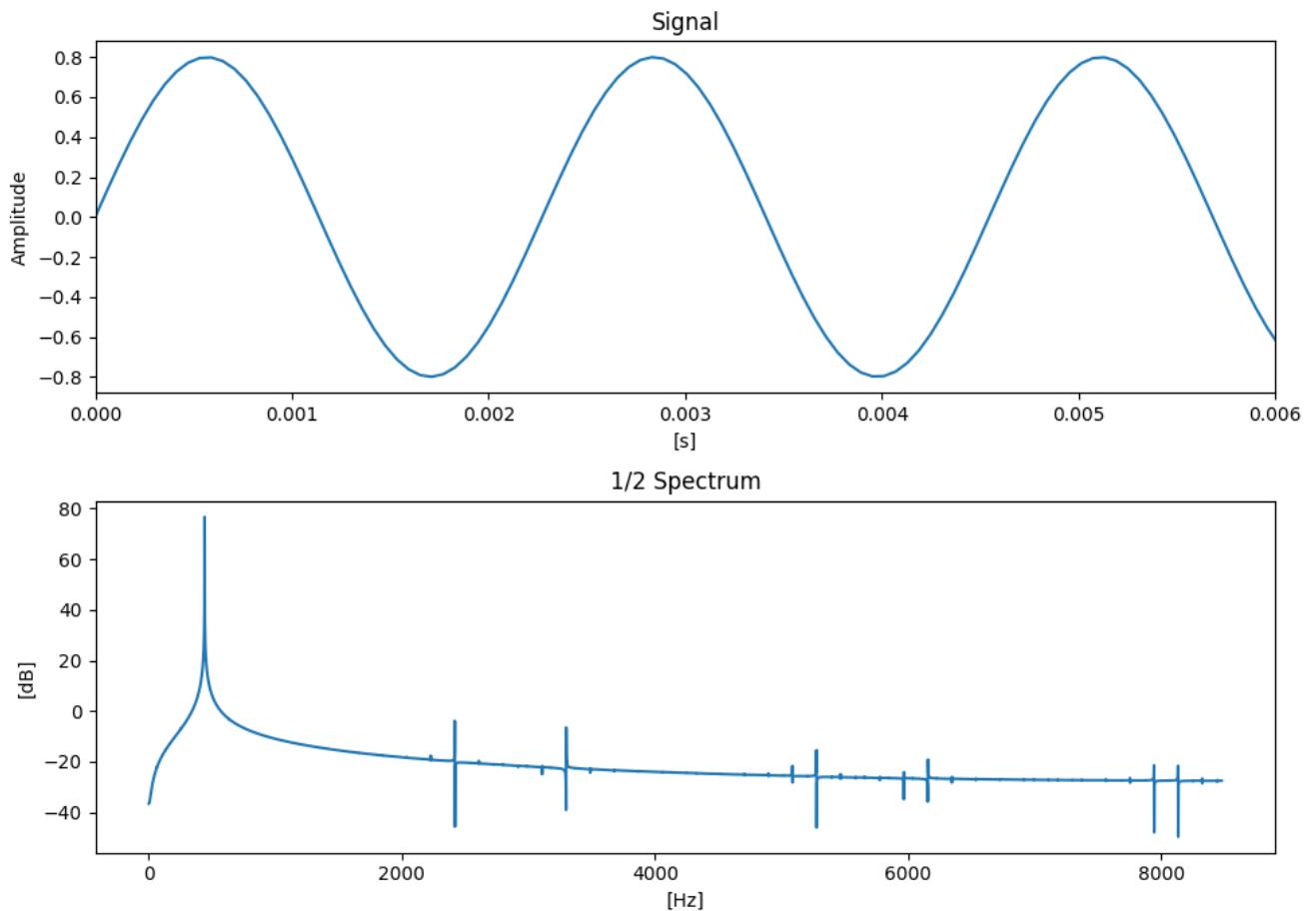


*Metoda cubic*

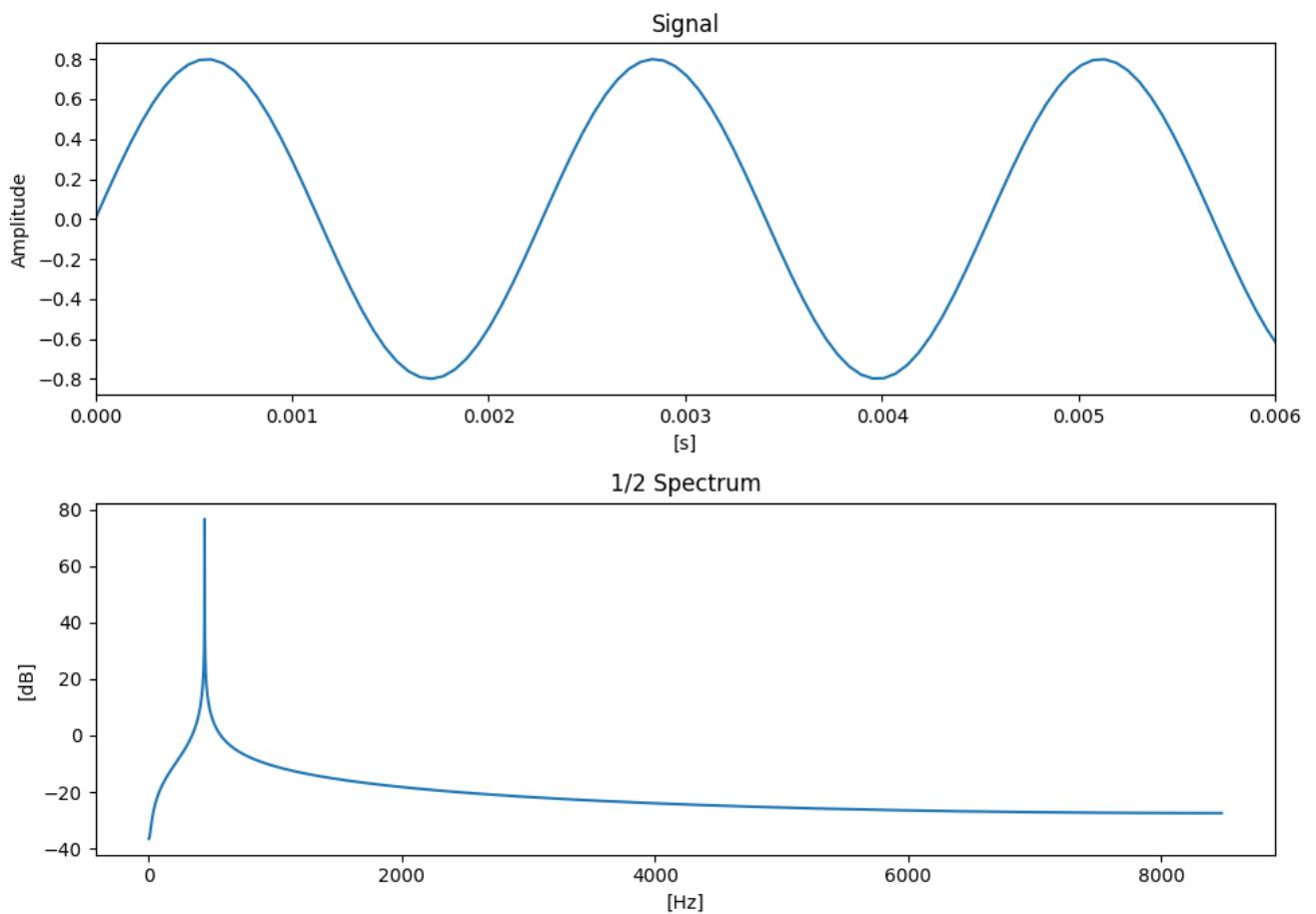


## Interpolacja do 16953Hz

### Metoda linear

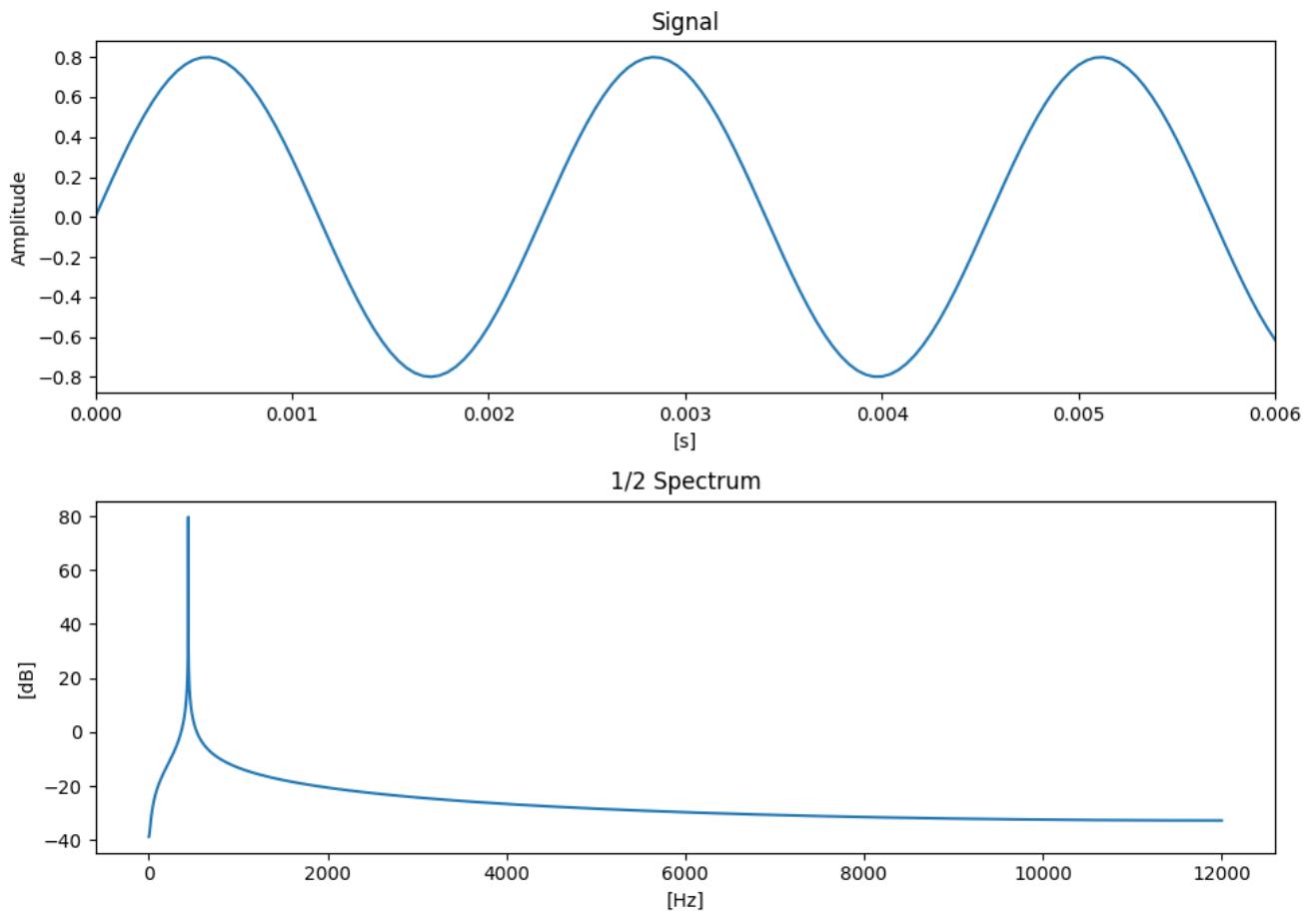


*Metoda cubic*

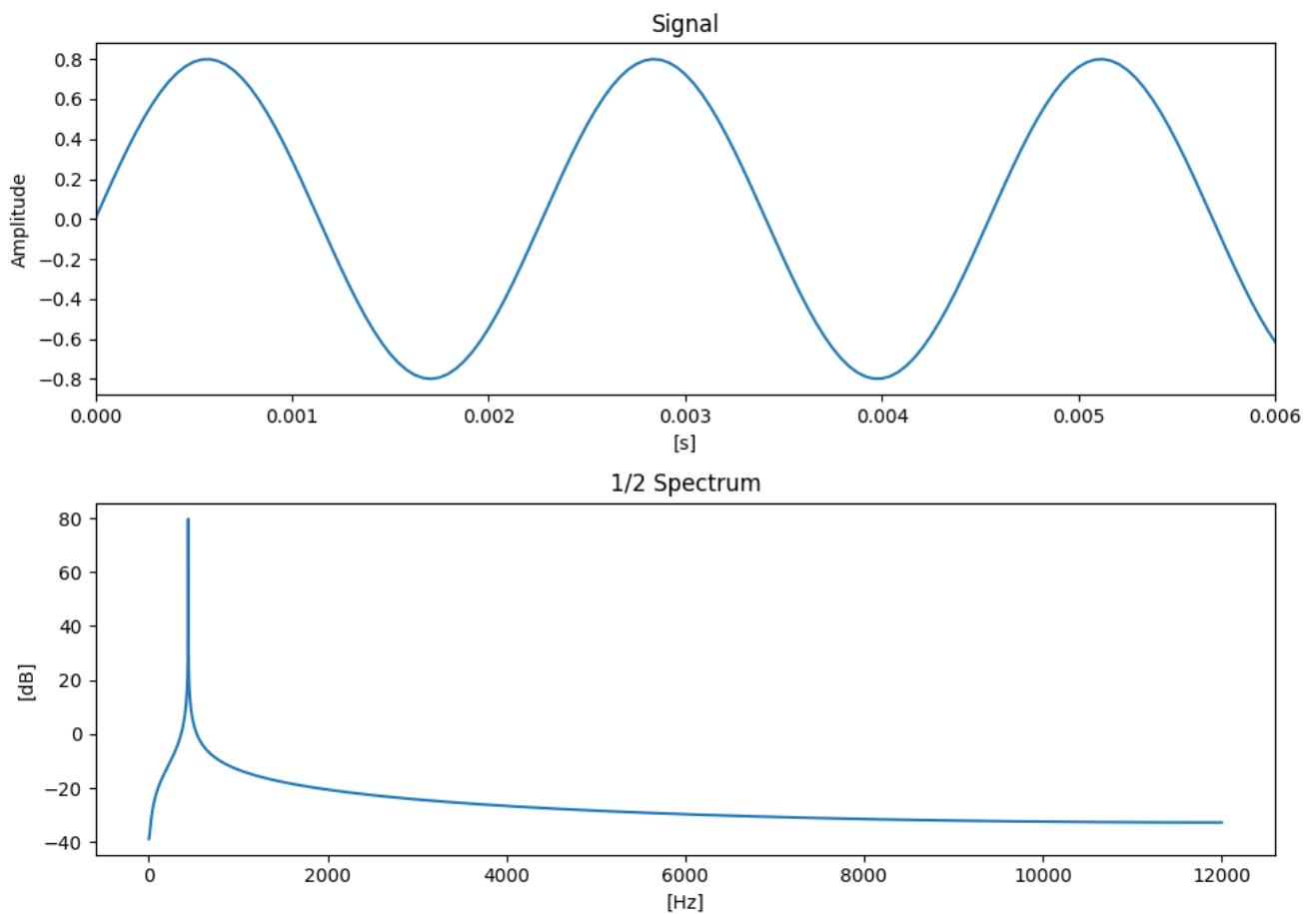


## Interpolacja do 24000Hz

### Metoda linear

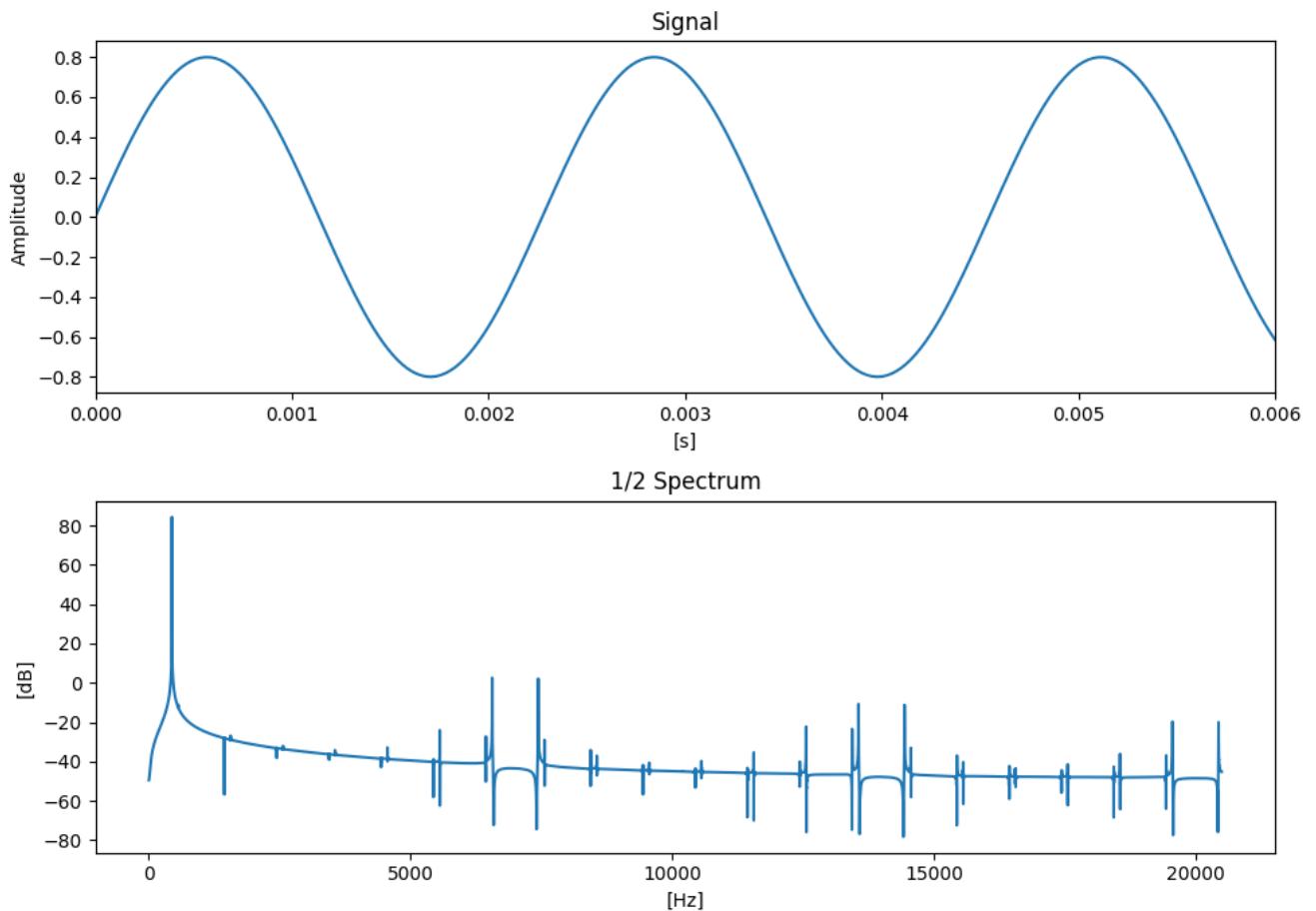


*Metoda cubic*

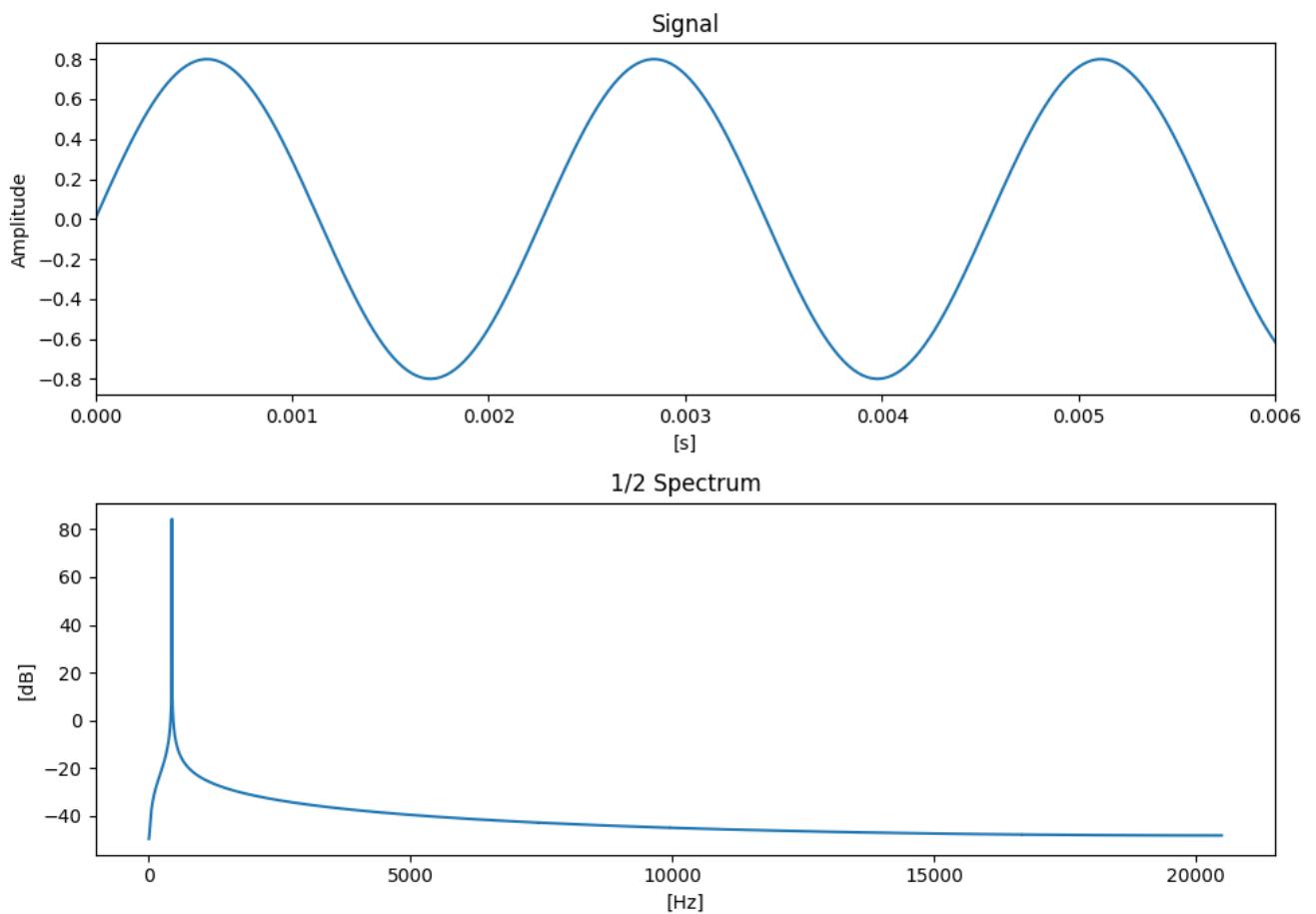


## Interpolacja do 41000Hz

### Metoda linear

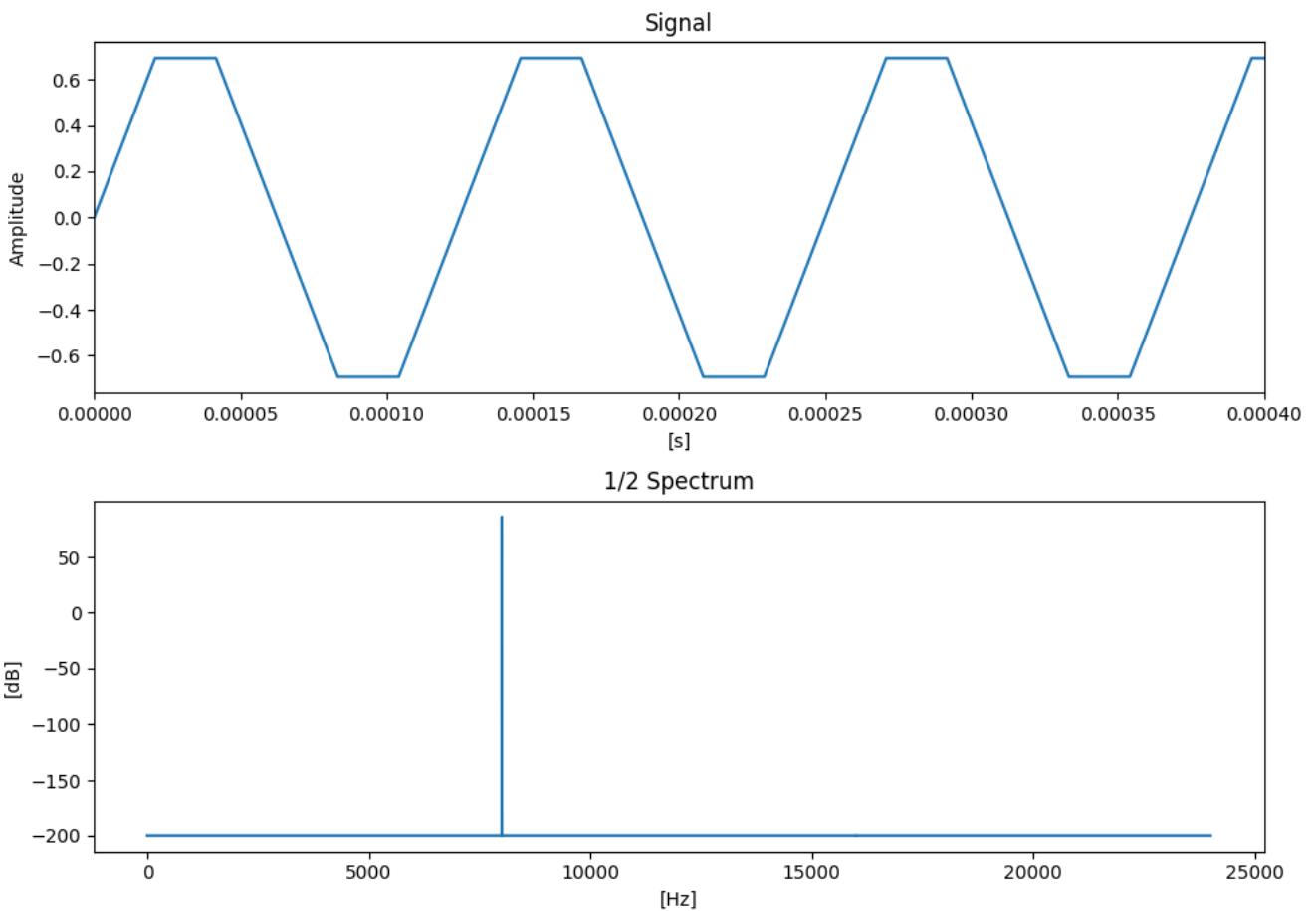


*Metoda cubic*

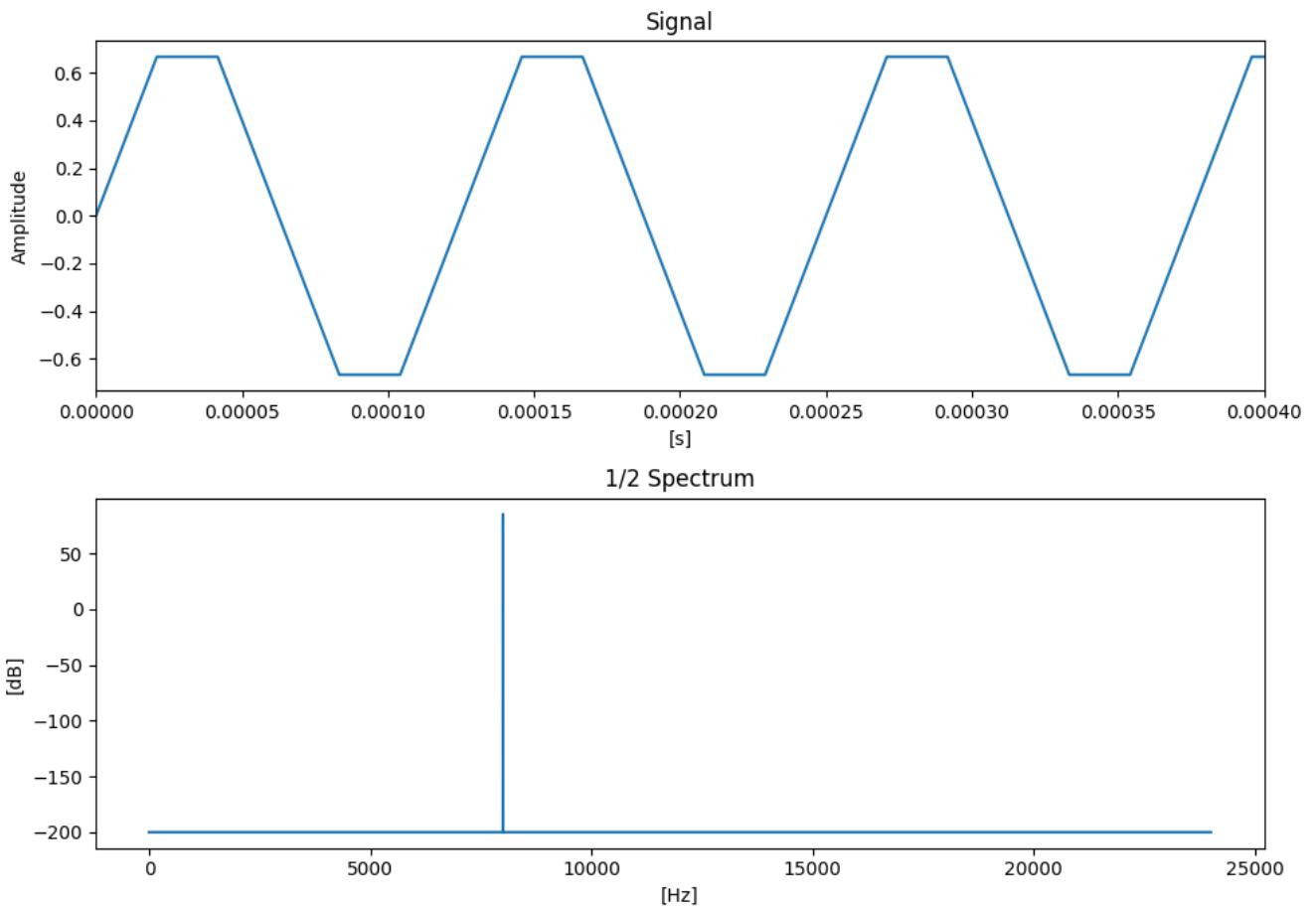


## Sygnal - SIN/sin\_8000Hz.wav

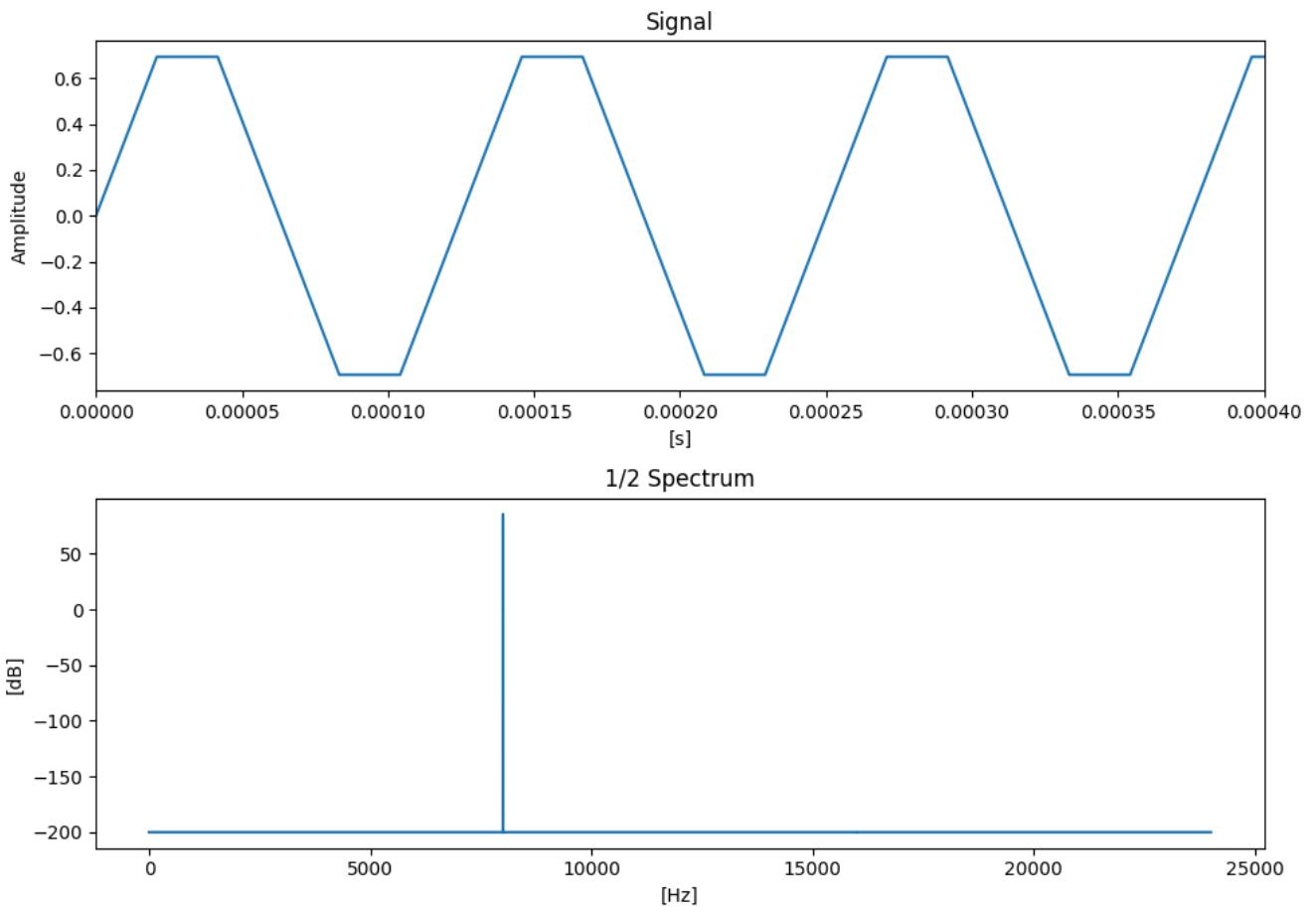
Sygnal oryginalny



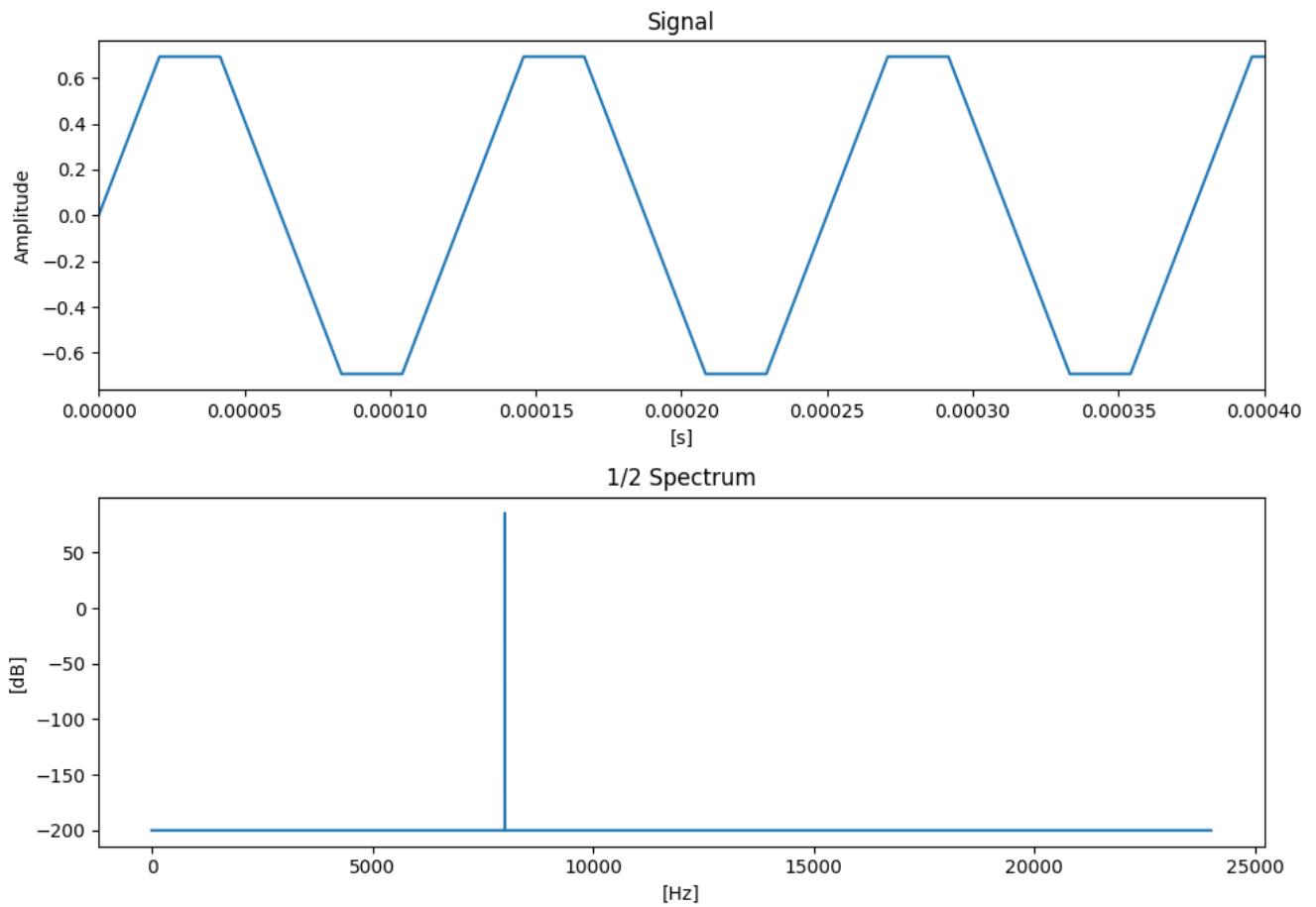
### Kwantyzacja 4 bit



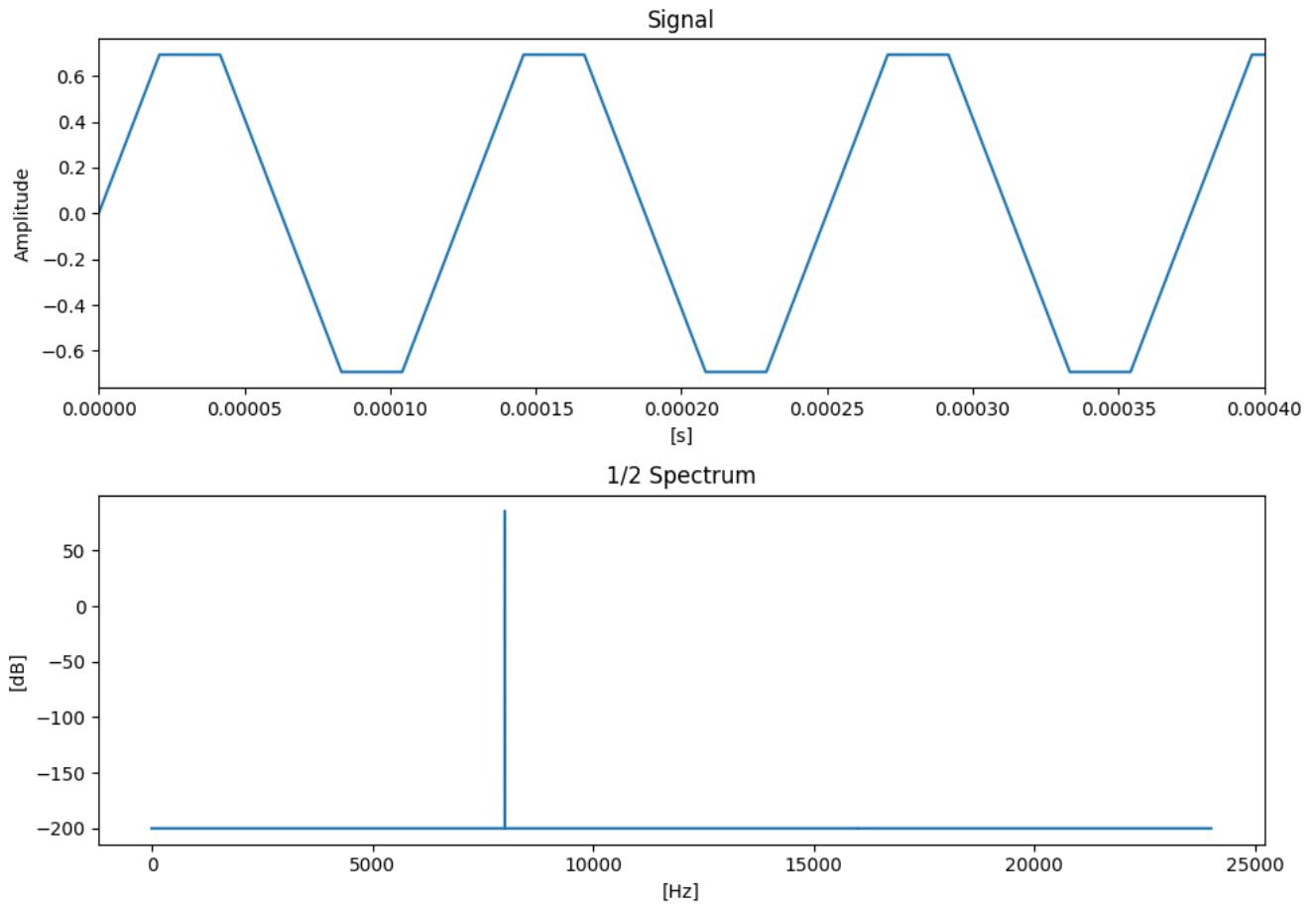
## Kwantyzacja 8 bit



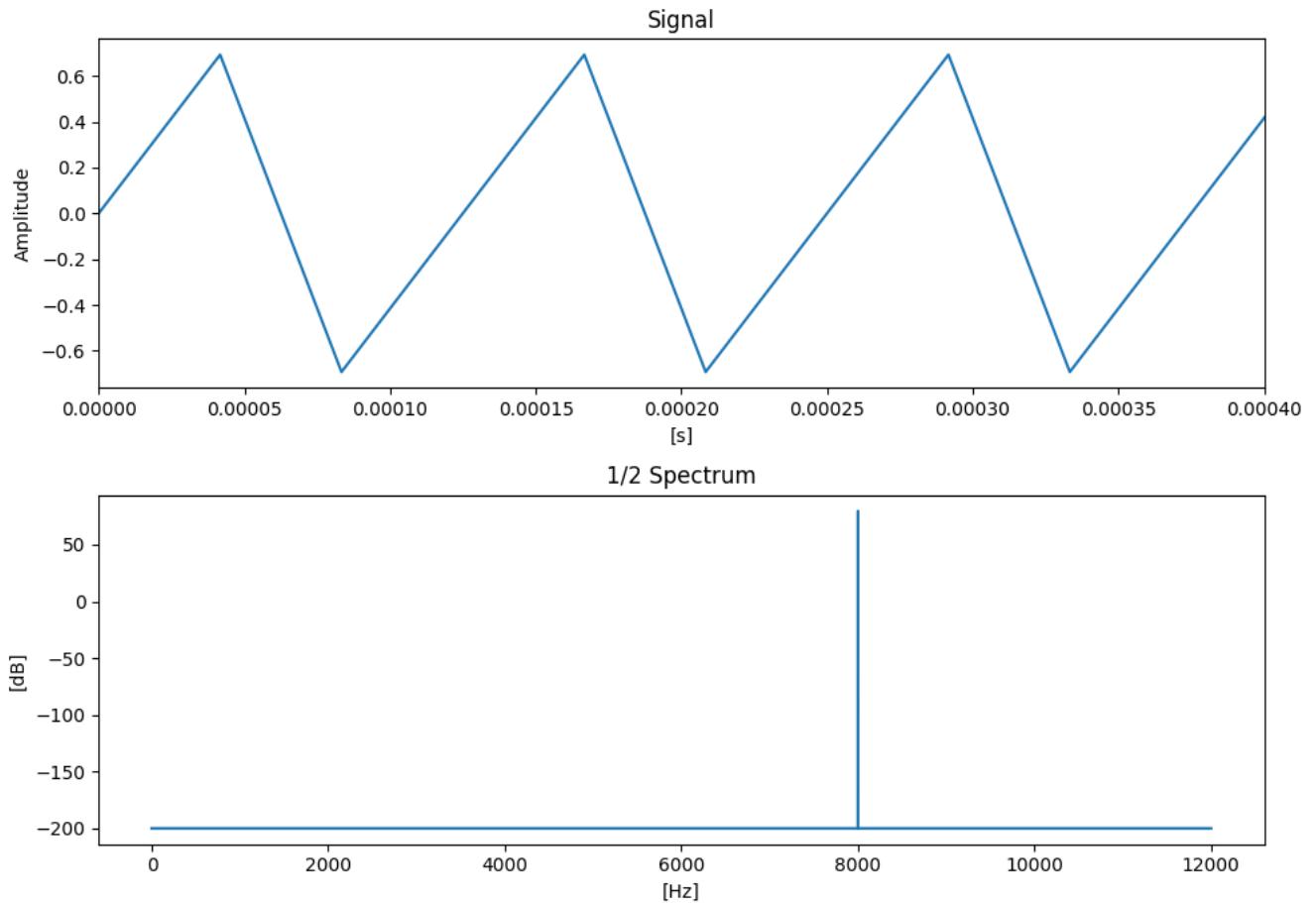
### Kwantyzacja 16 bit



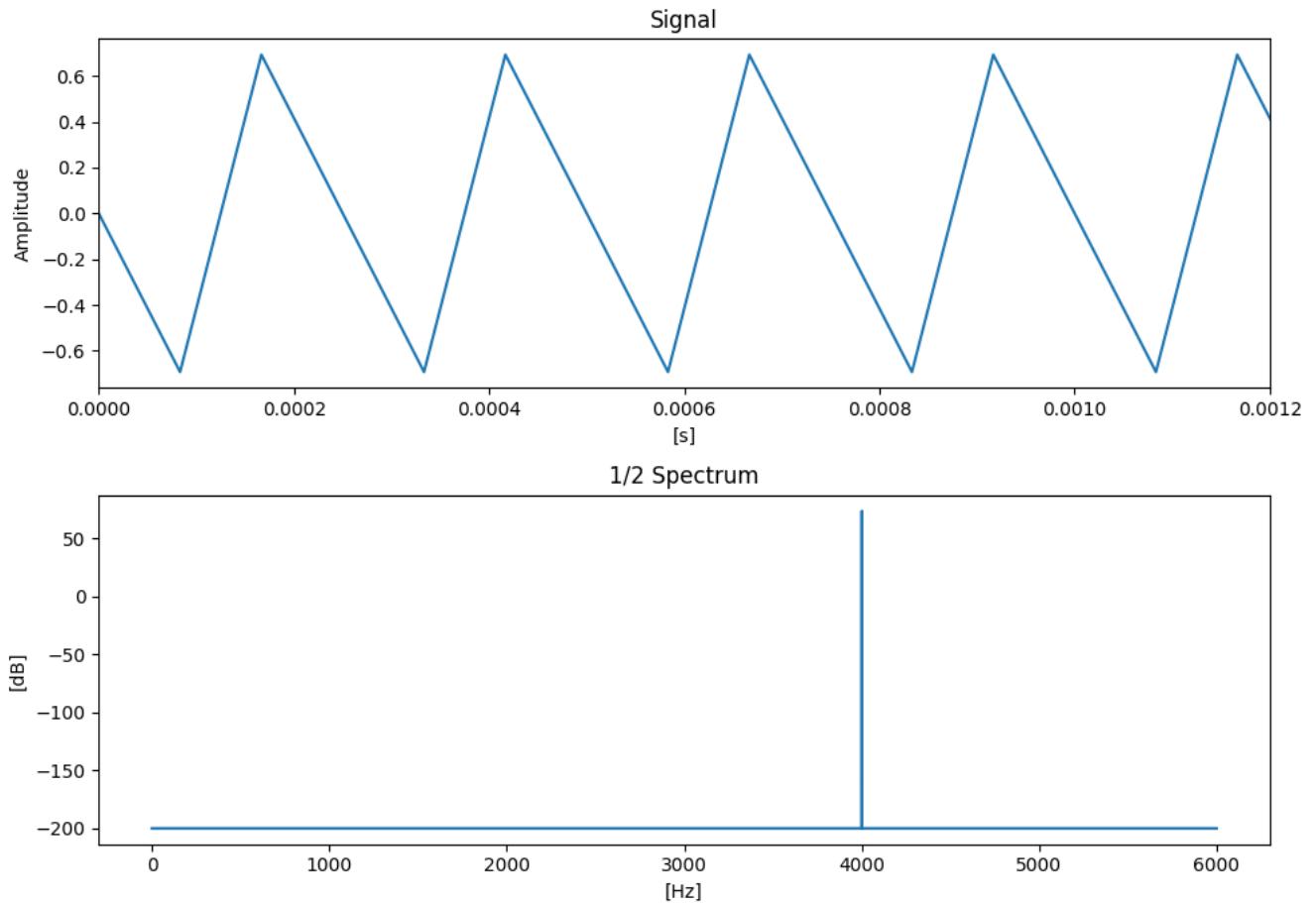
### Kwantyzacja 24 bit



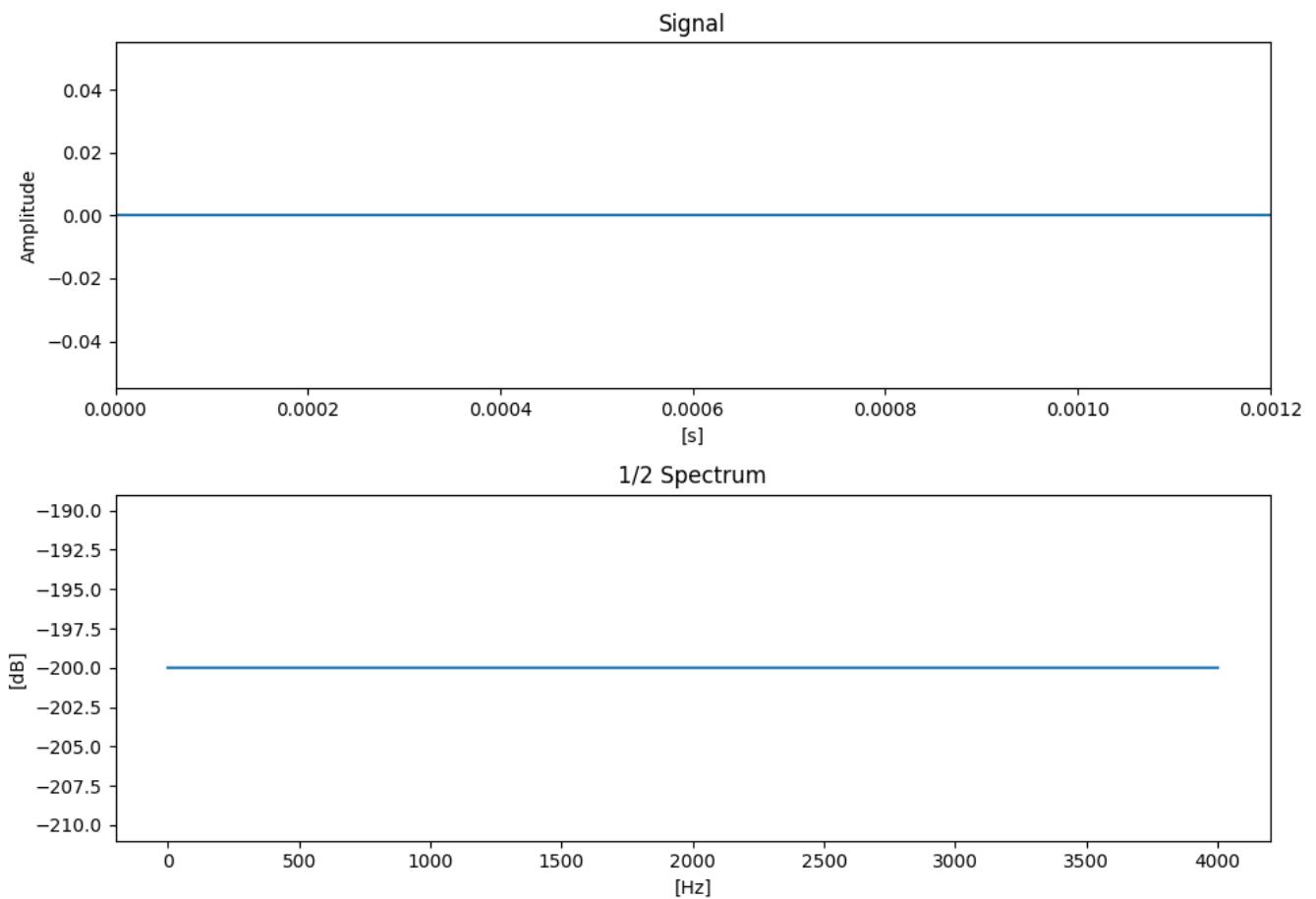
## Decymacja 2 kroki



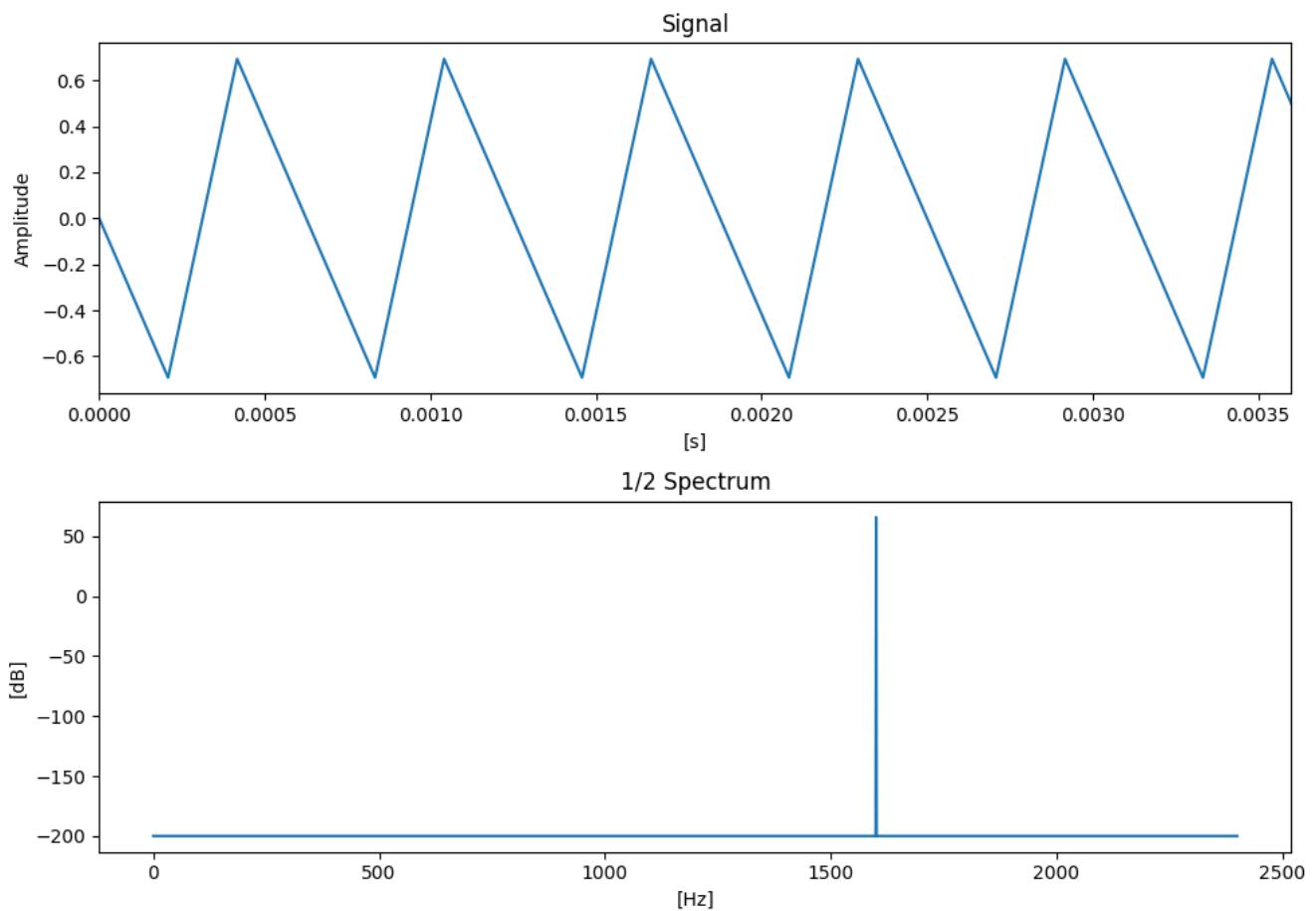
#### Decymacja 4 kroki



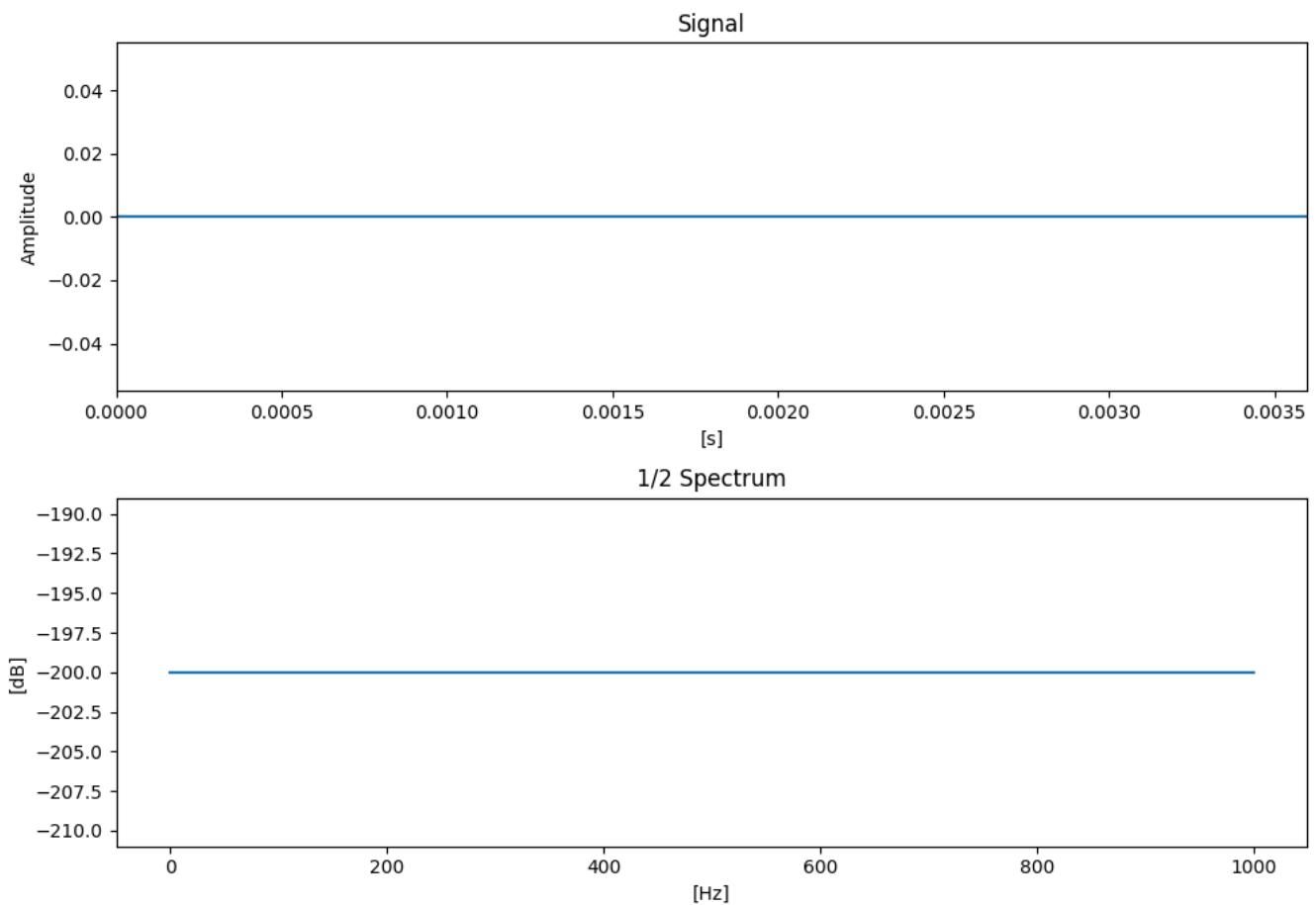
### Decymacja 6 kroki



### Decymacja 10 kroki

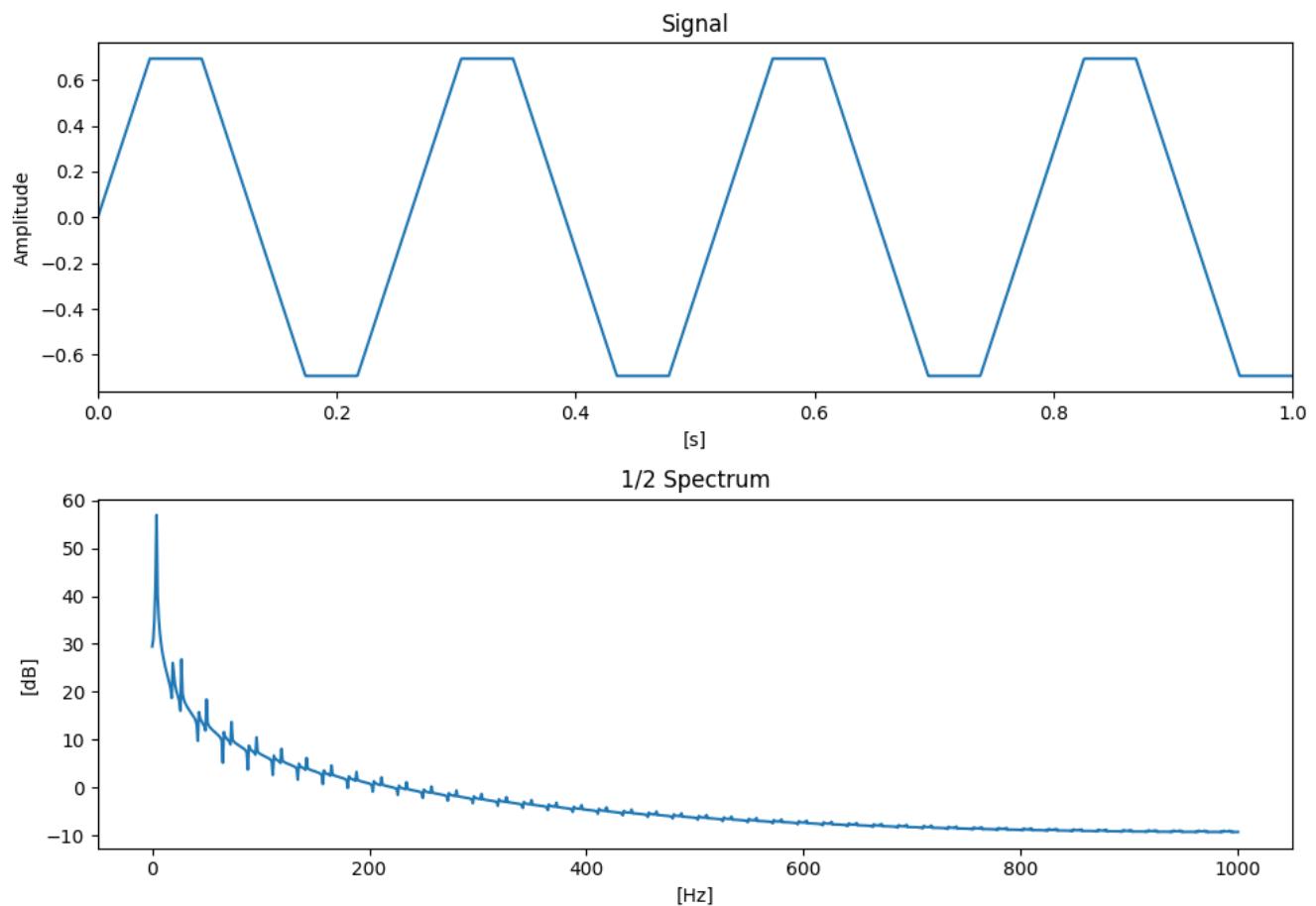


### Decymacja 24 kroki

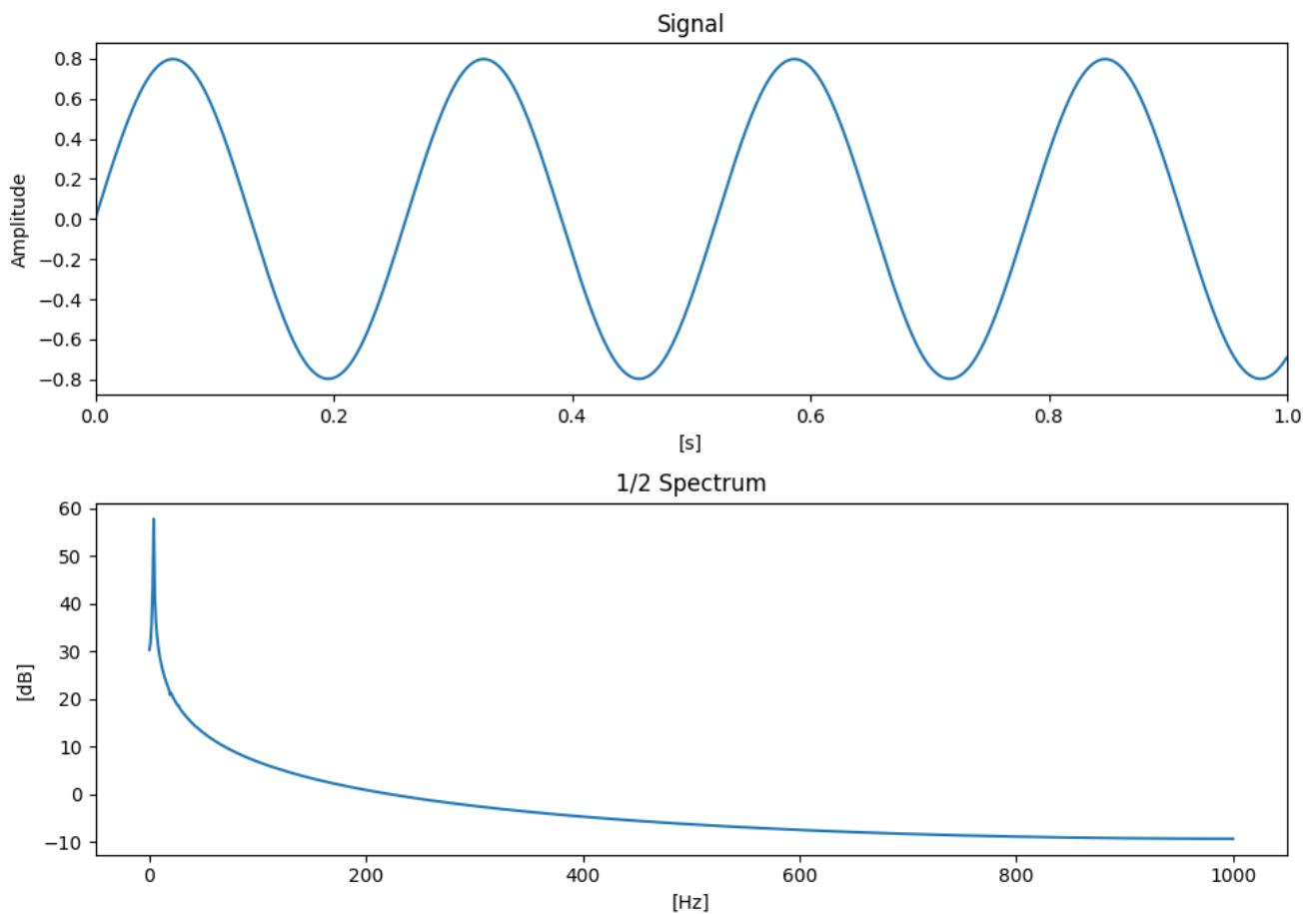


## Interpolacja do 2000Hz

### Metoda linear

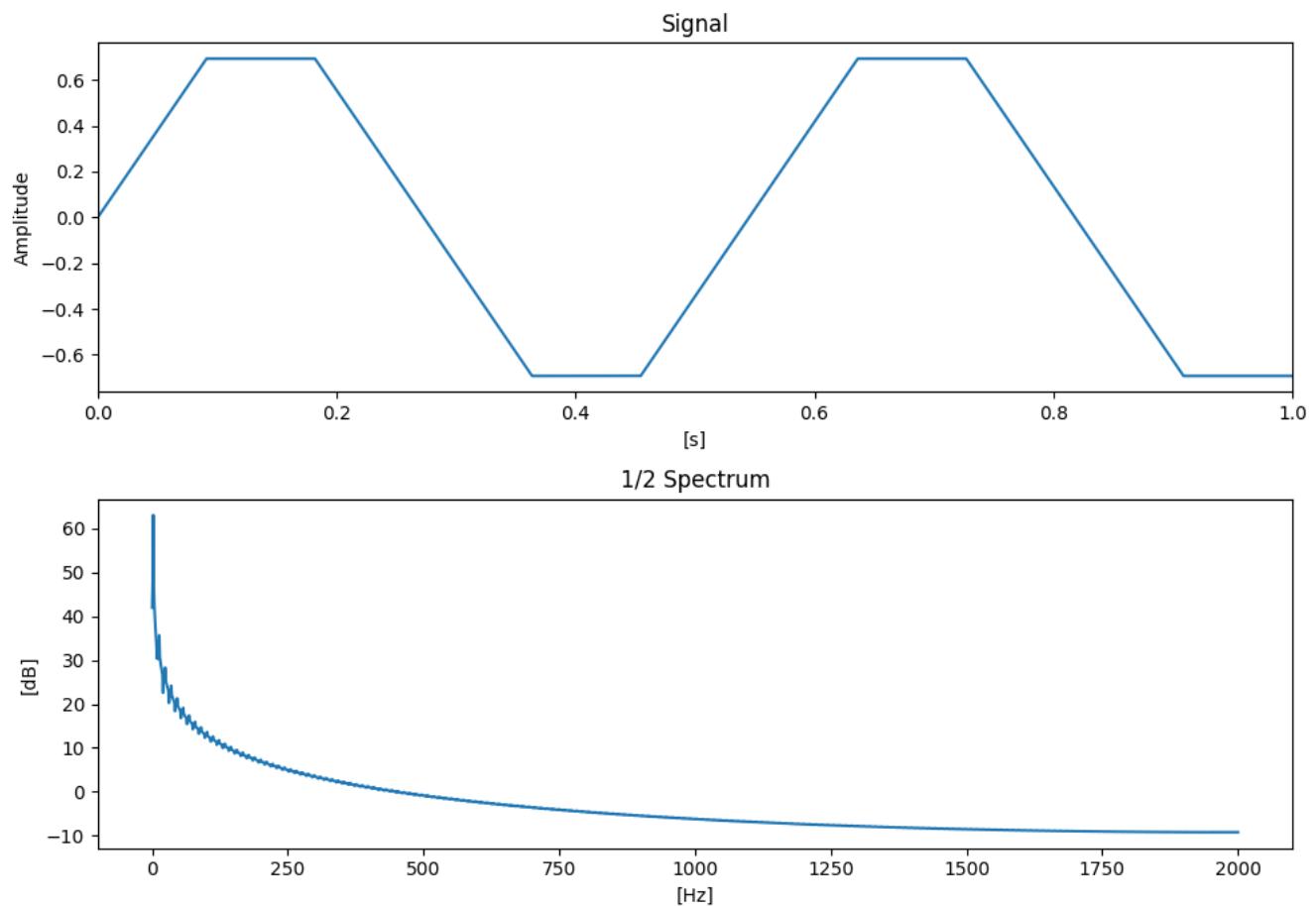


*Metoda cubic*

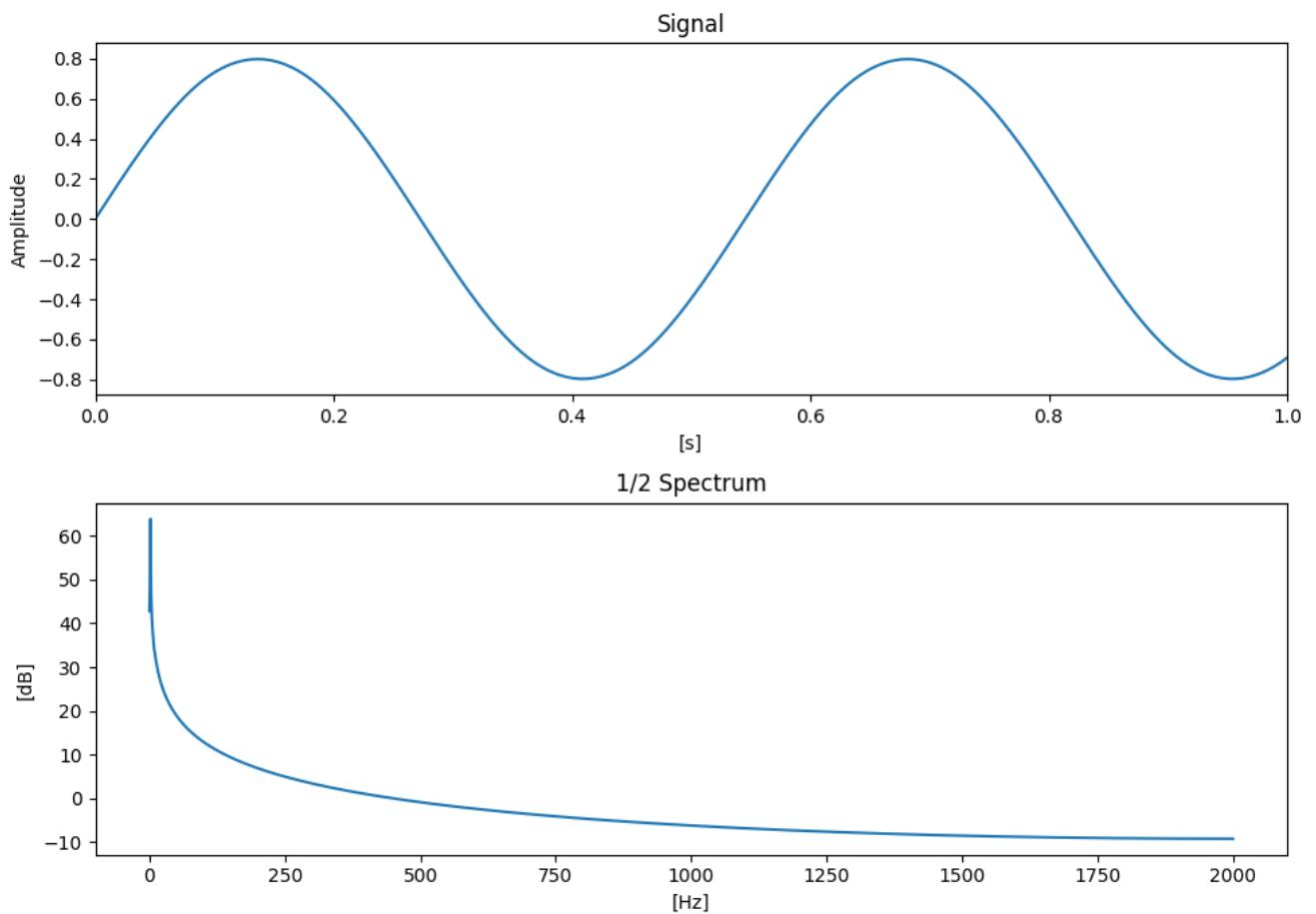


## Interpolacja do 4000Hz

### Metoda linear

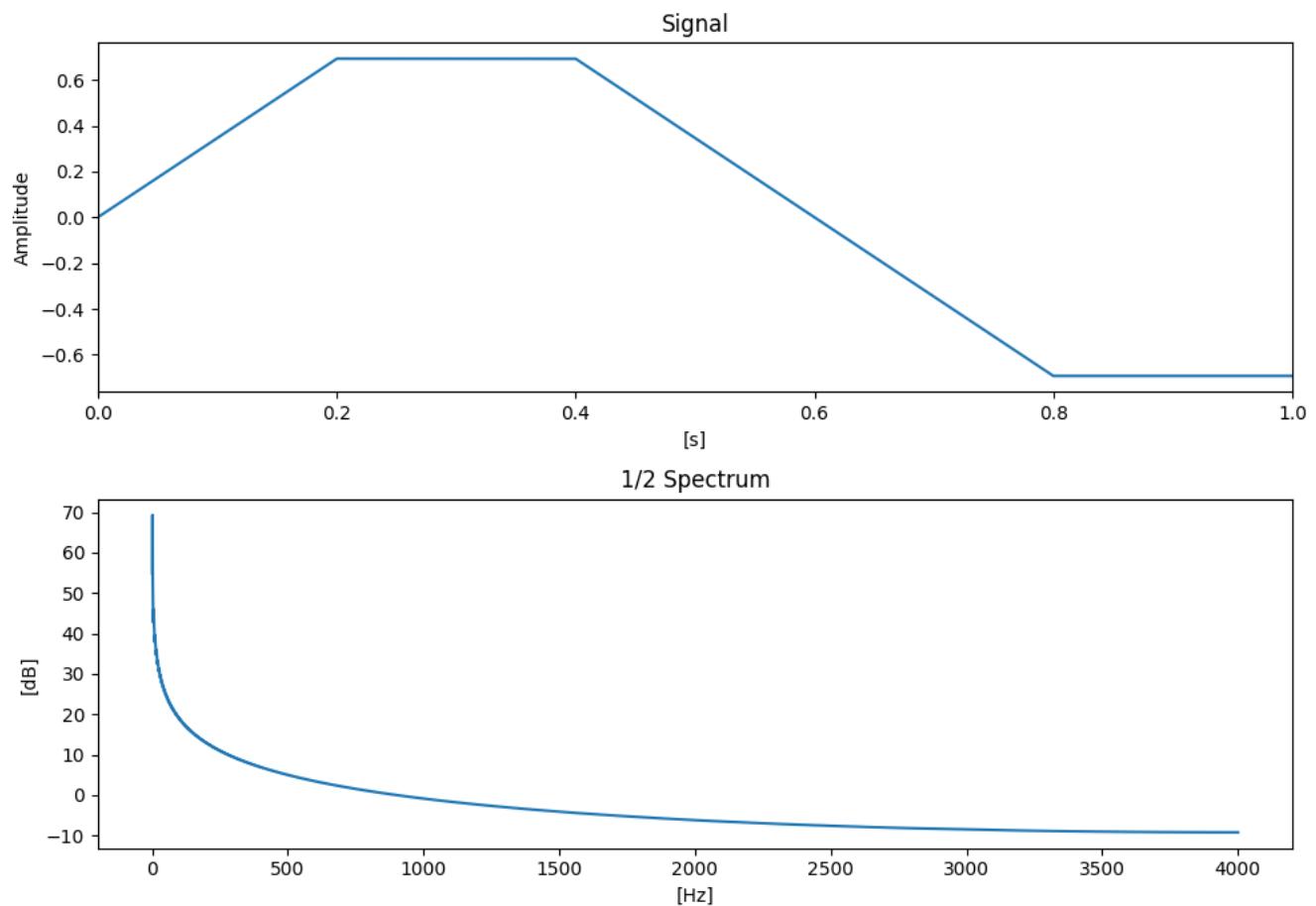


*Metoda cubic*

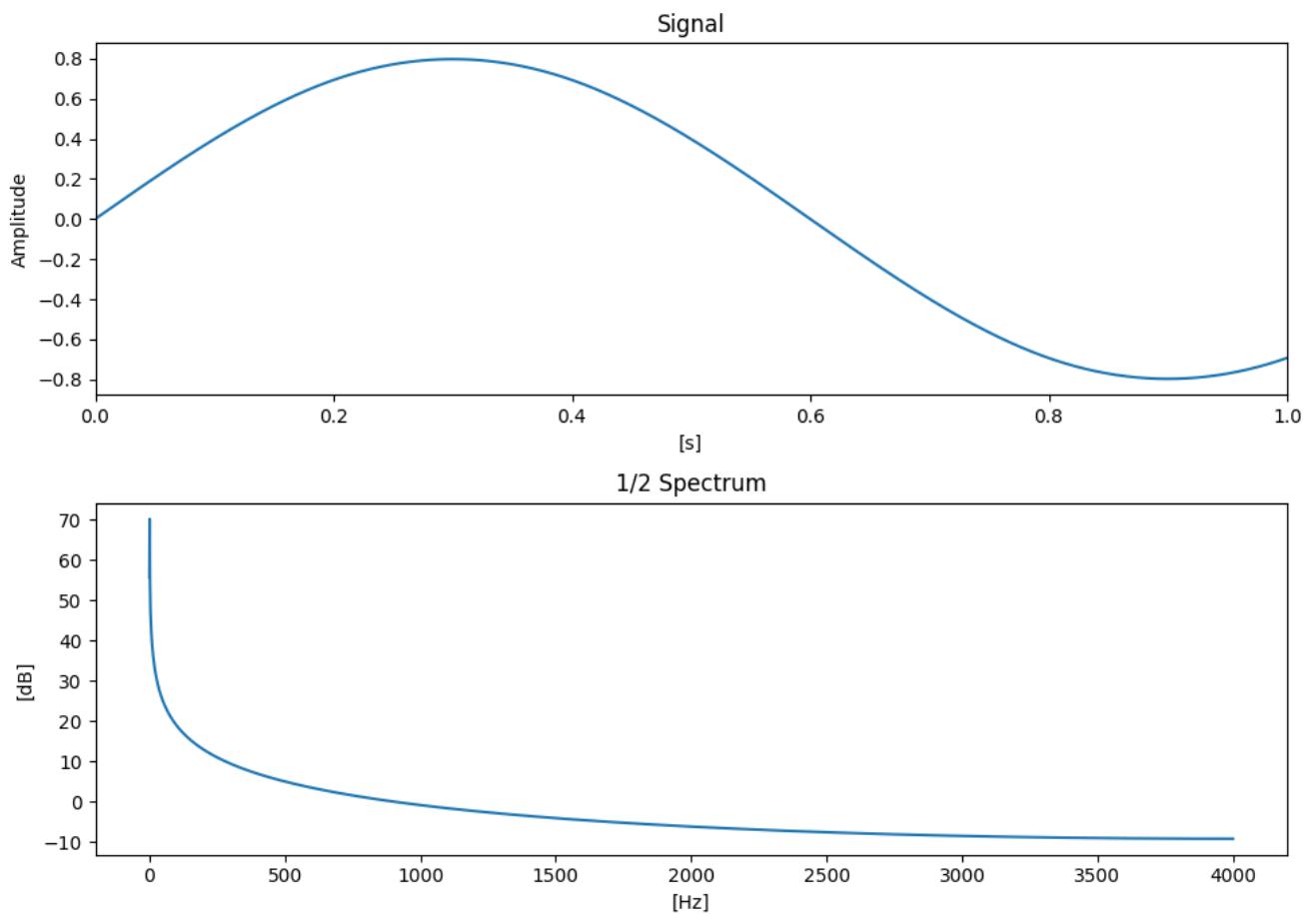


## Interpolacja do 8000Hz

### Metoda linear

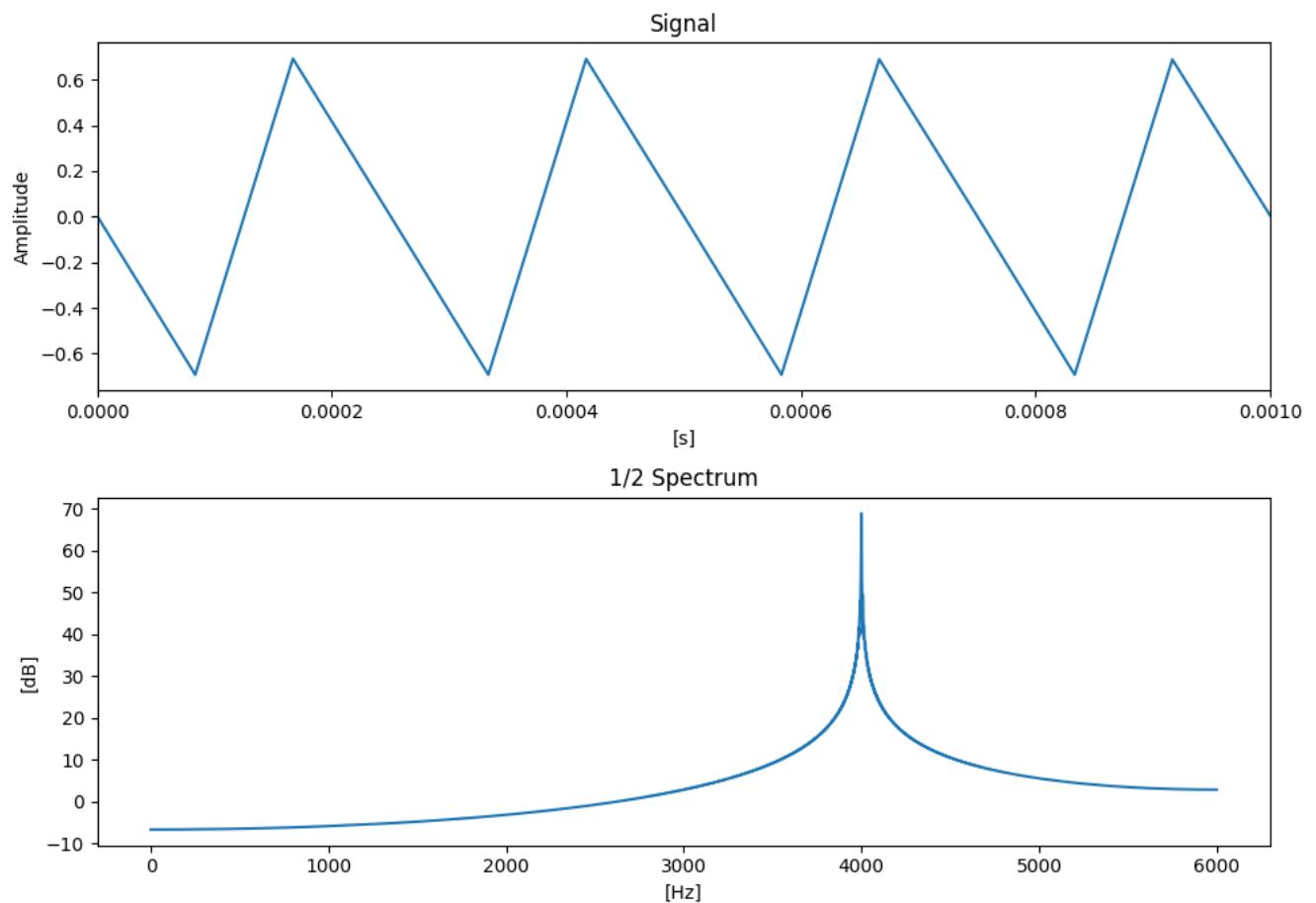


*Metoda cubic*

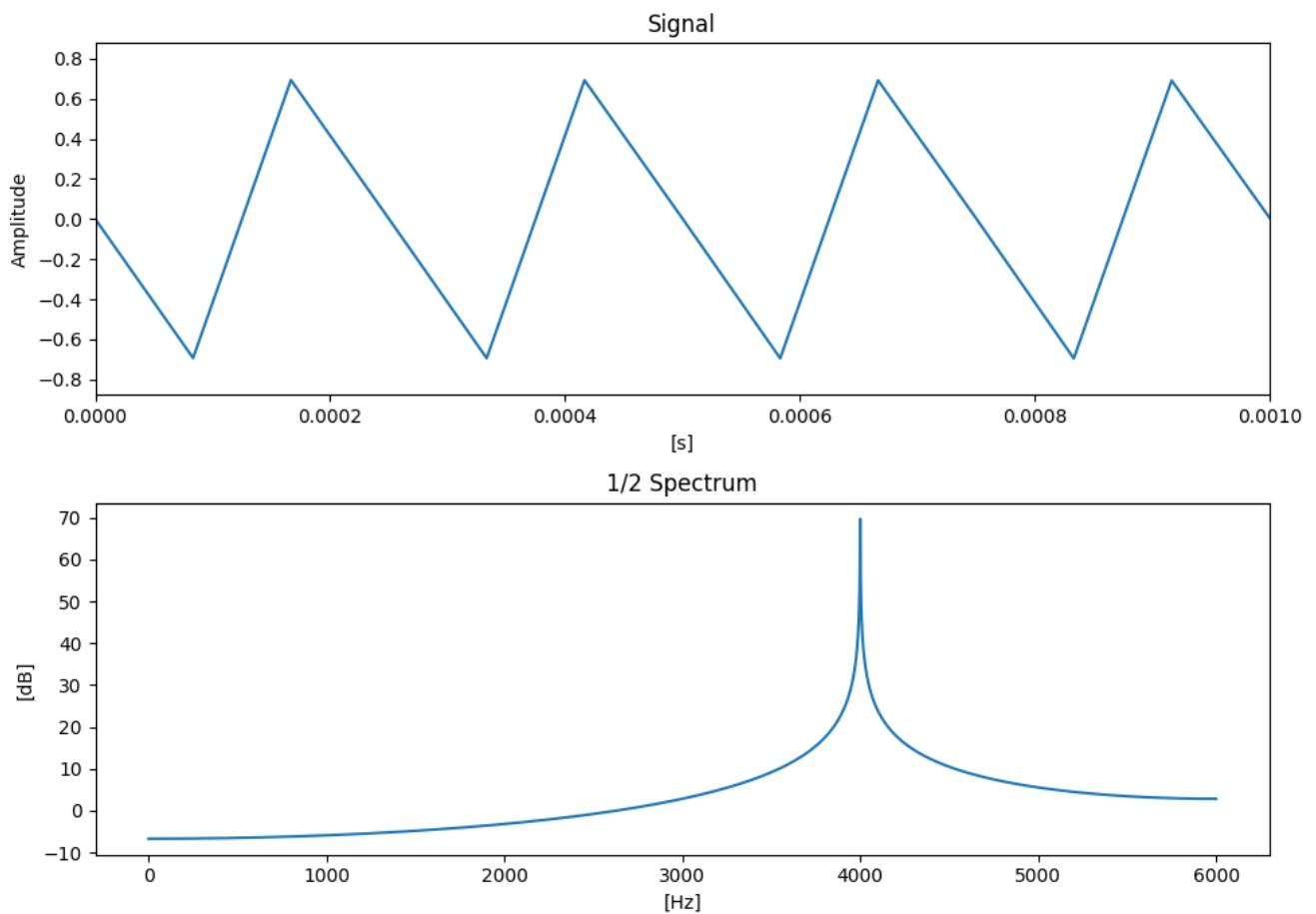


**Interpolacja do 11999Hz**

**Metoda linear**

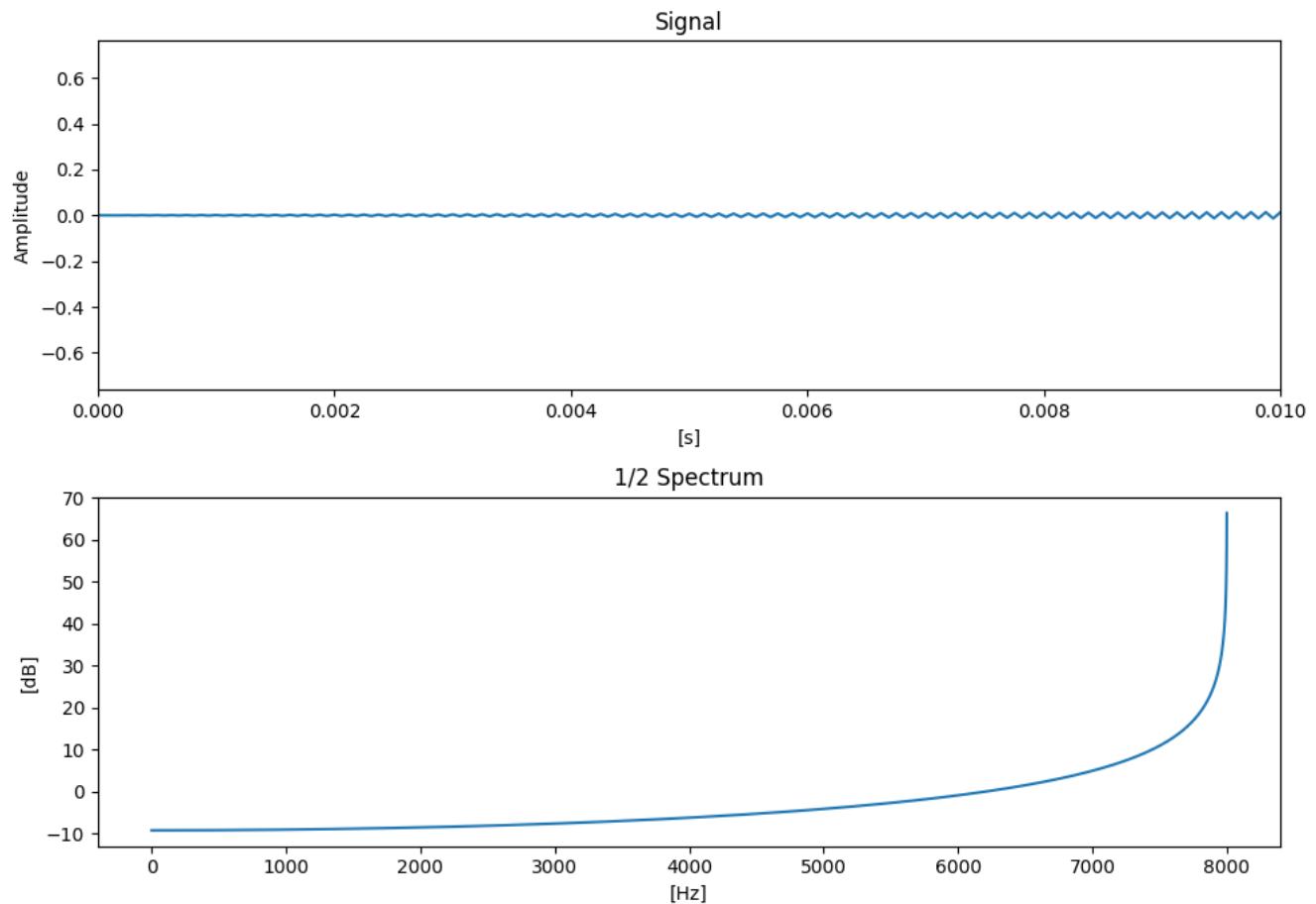


*Metoda cubic*

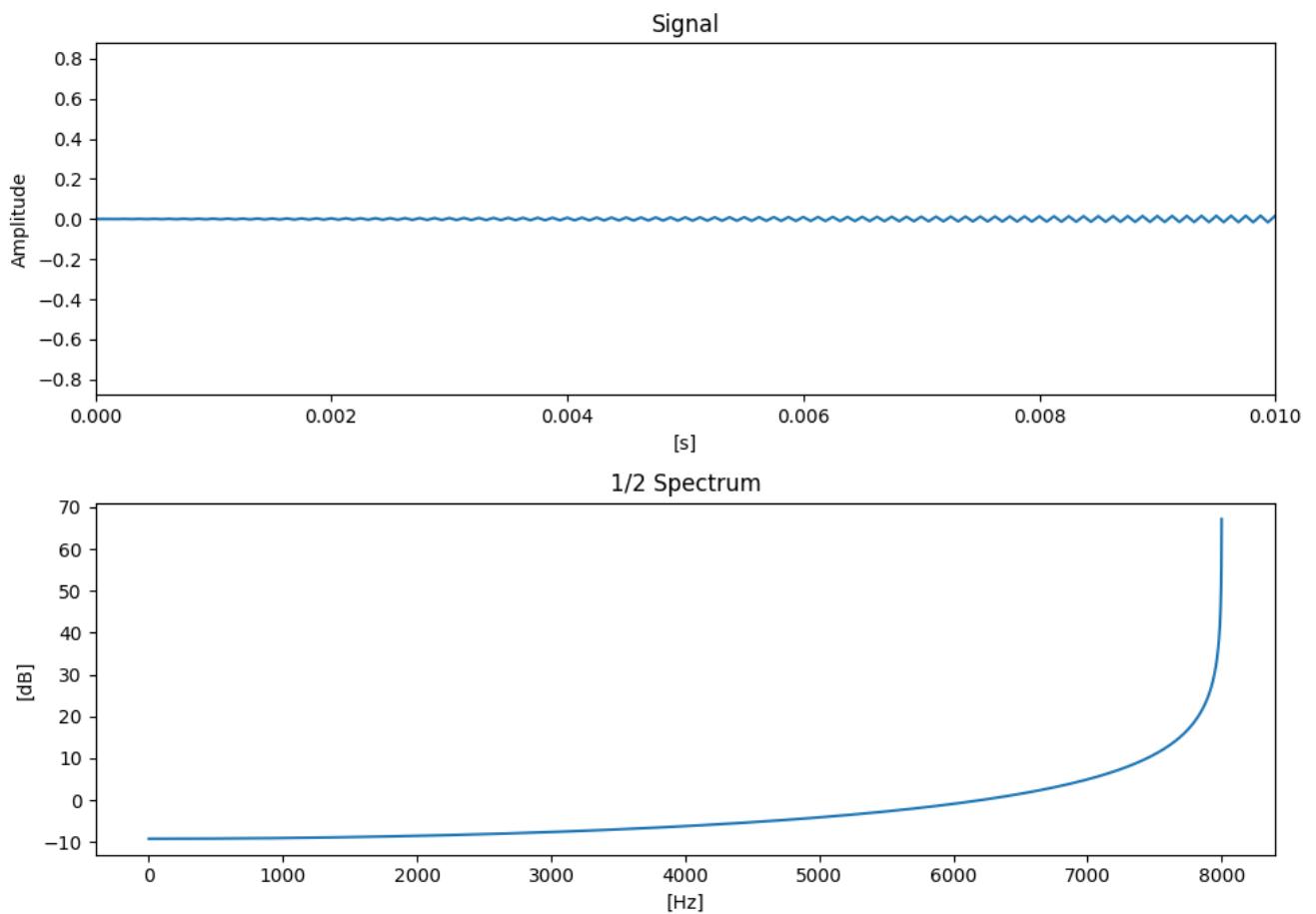


## Interpolacja do 16000Hz

### Metoda linear

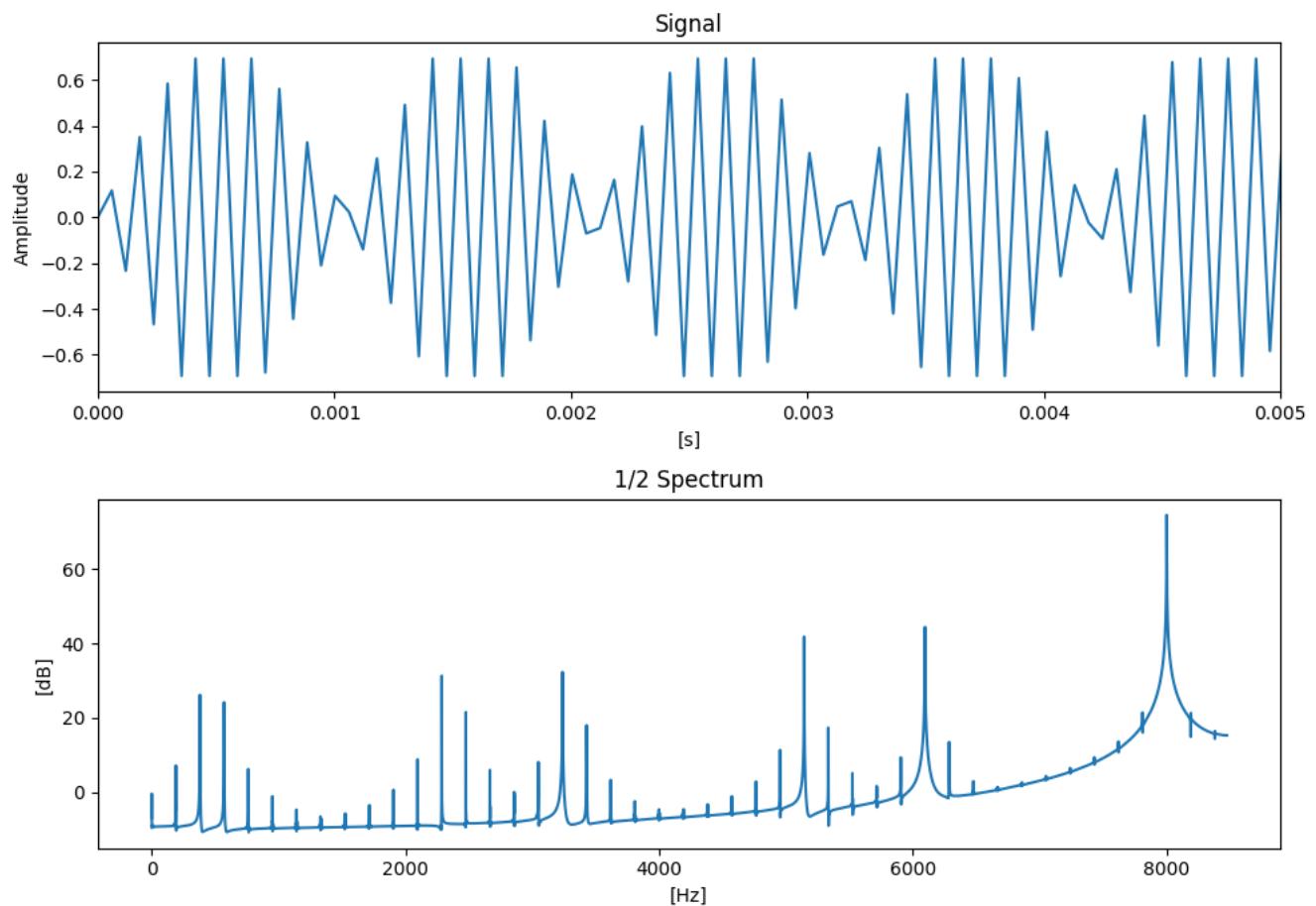


*Metoda cubic*

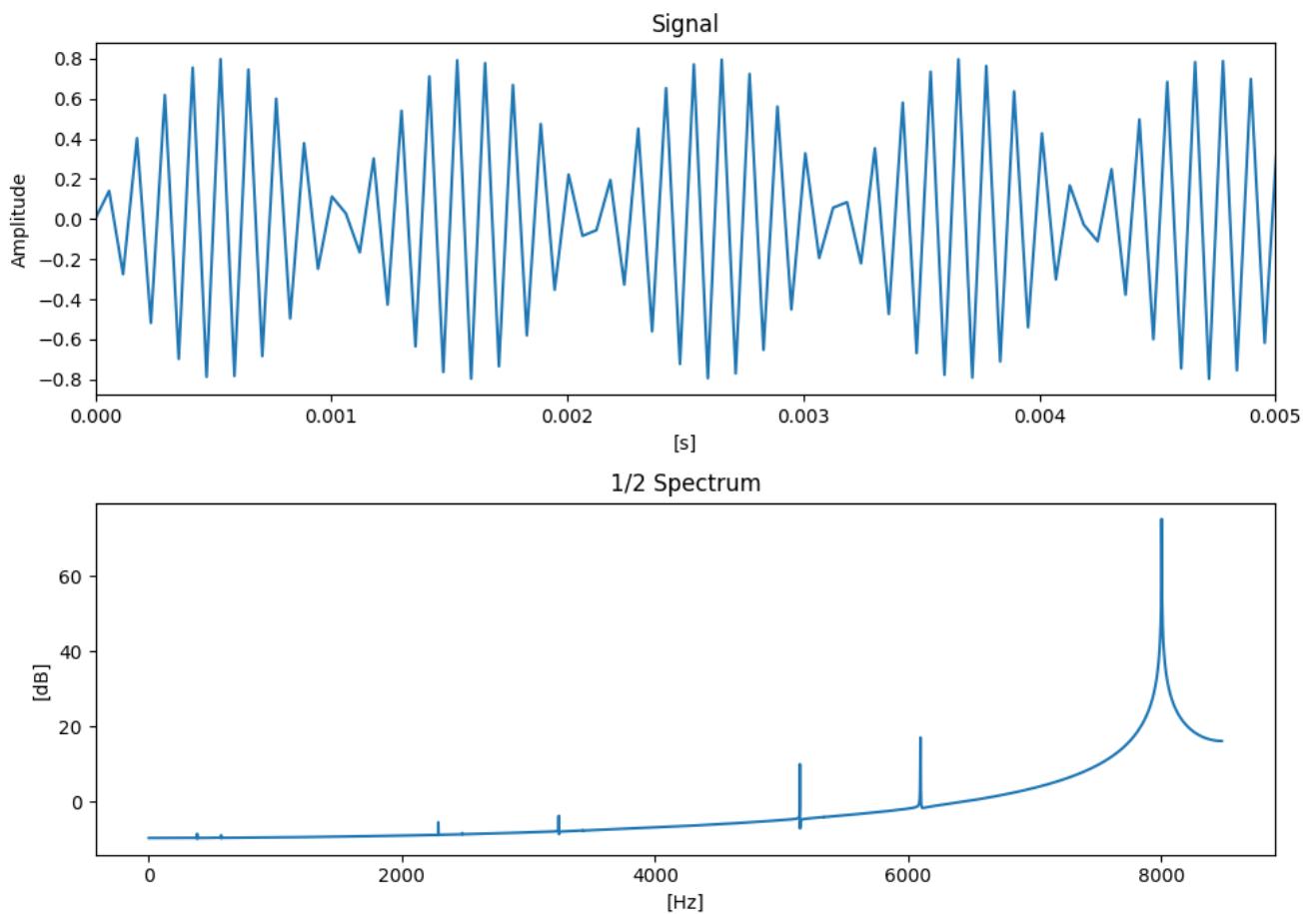


## Interpolacja do 16953Hz

### Metoda linear

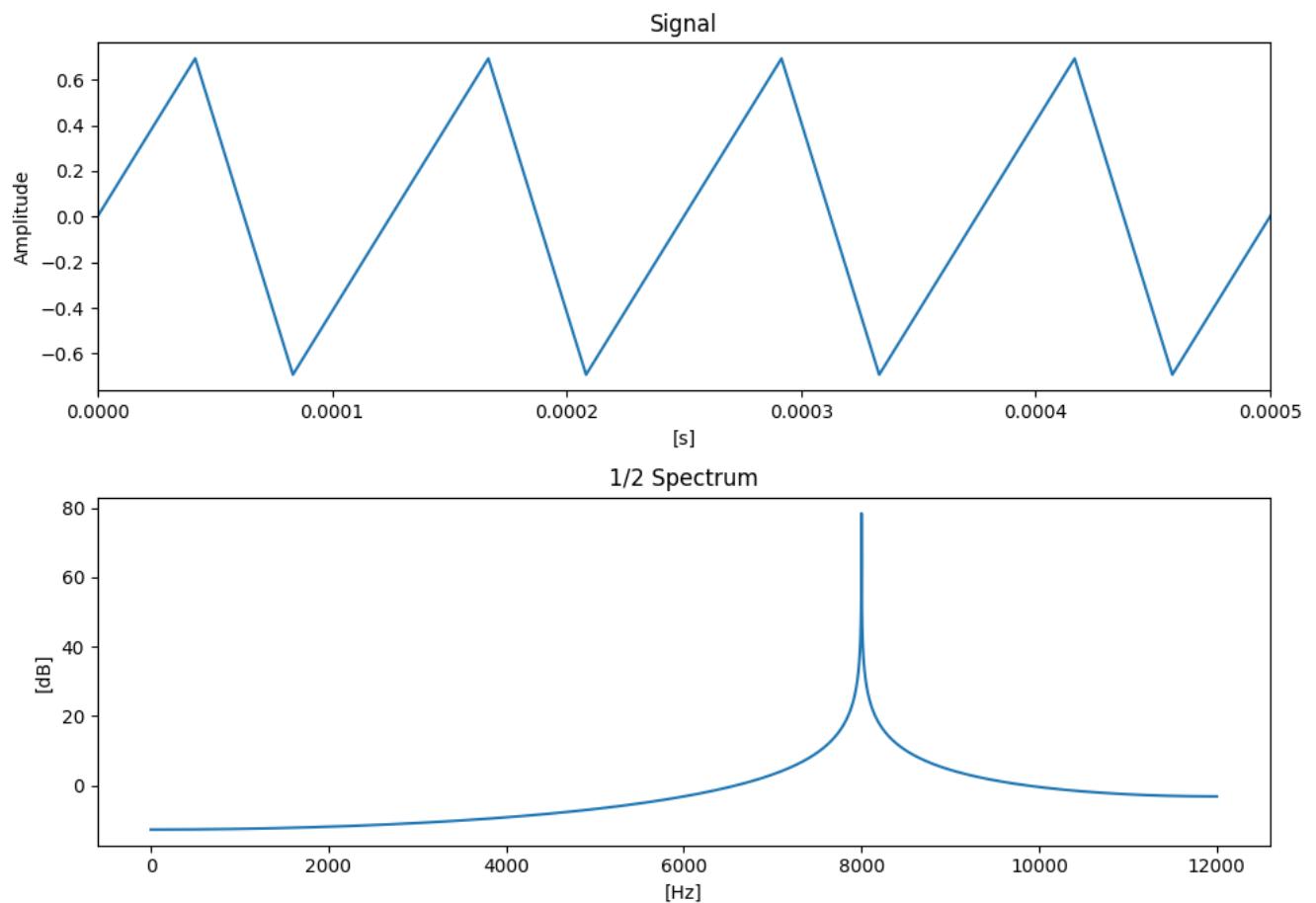


*Metoda cubic*

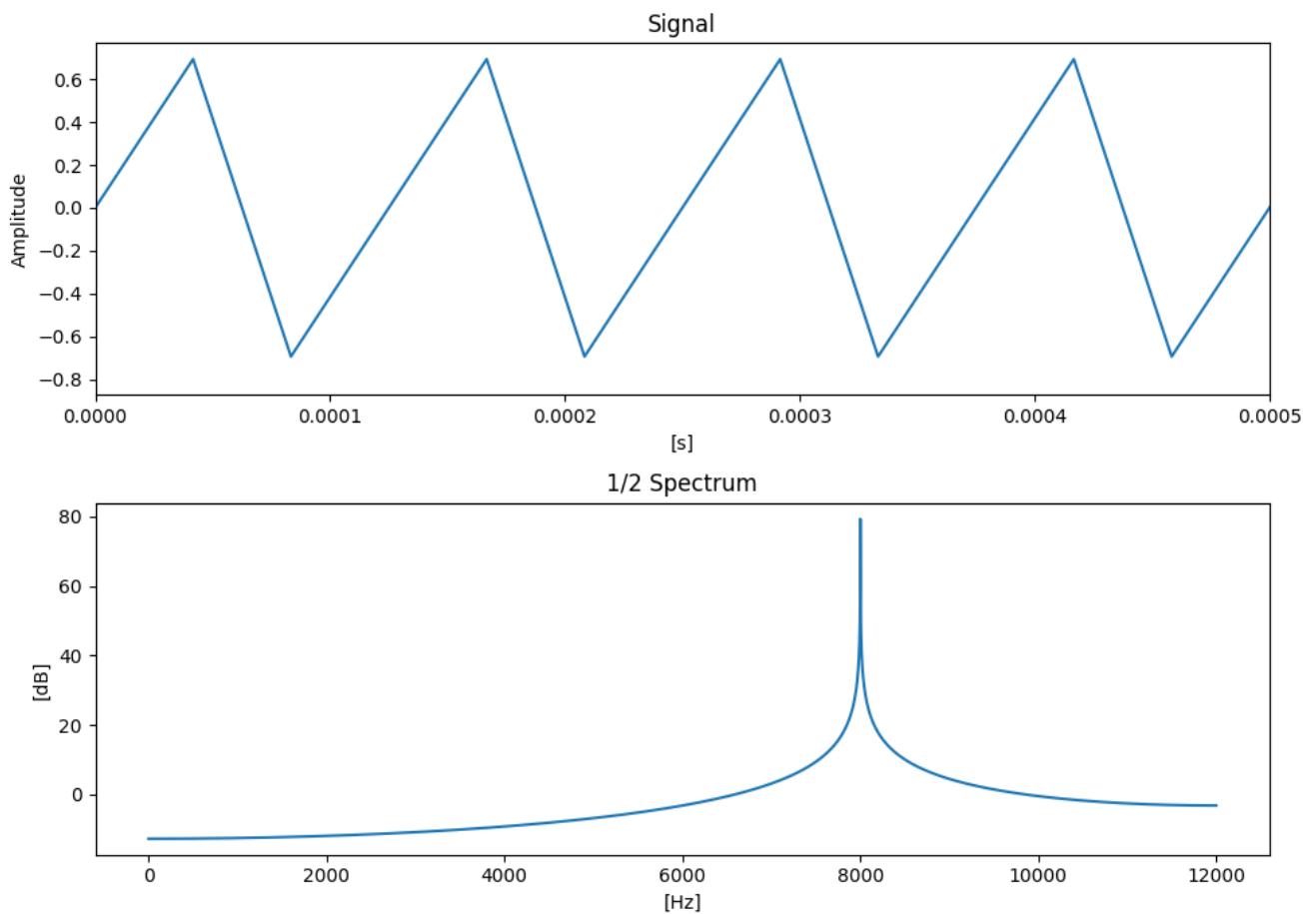


## Interpolacja do 24000Hz

### Metoda linear

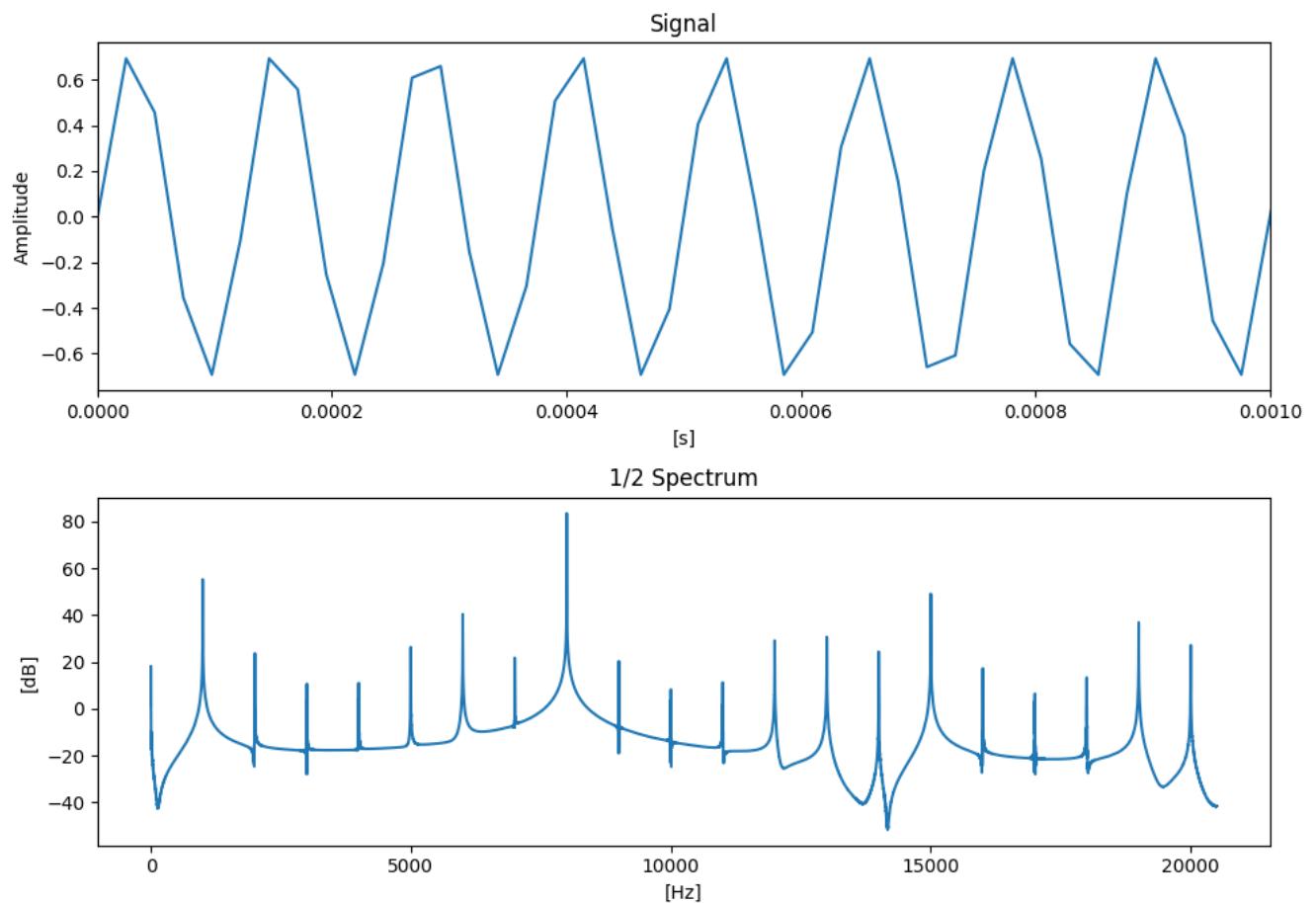


*Metoda cubic*

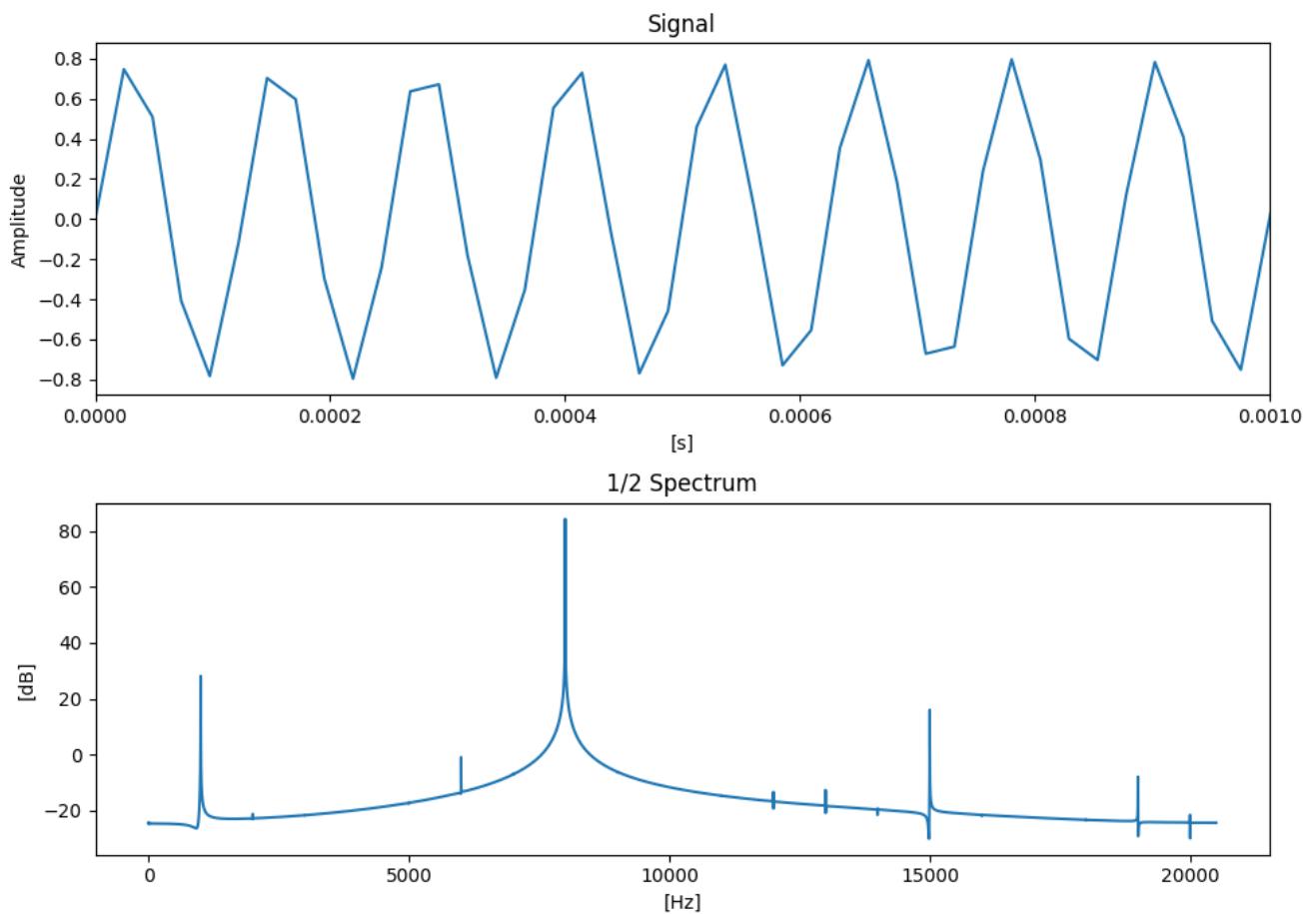


## Interpolacja do 41000Hz

### Metoda linear

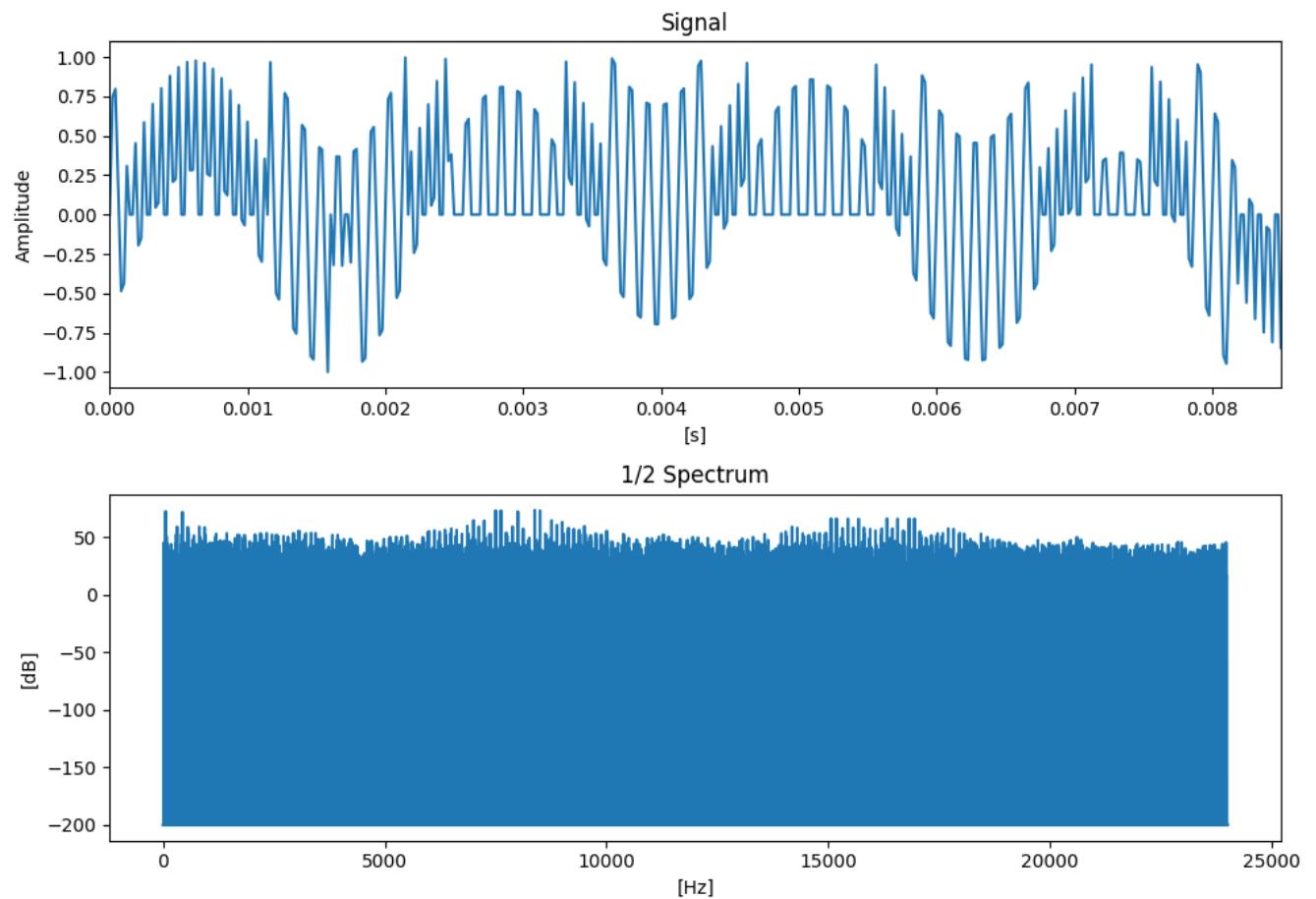


*Metoda cubic*

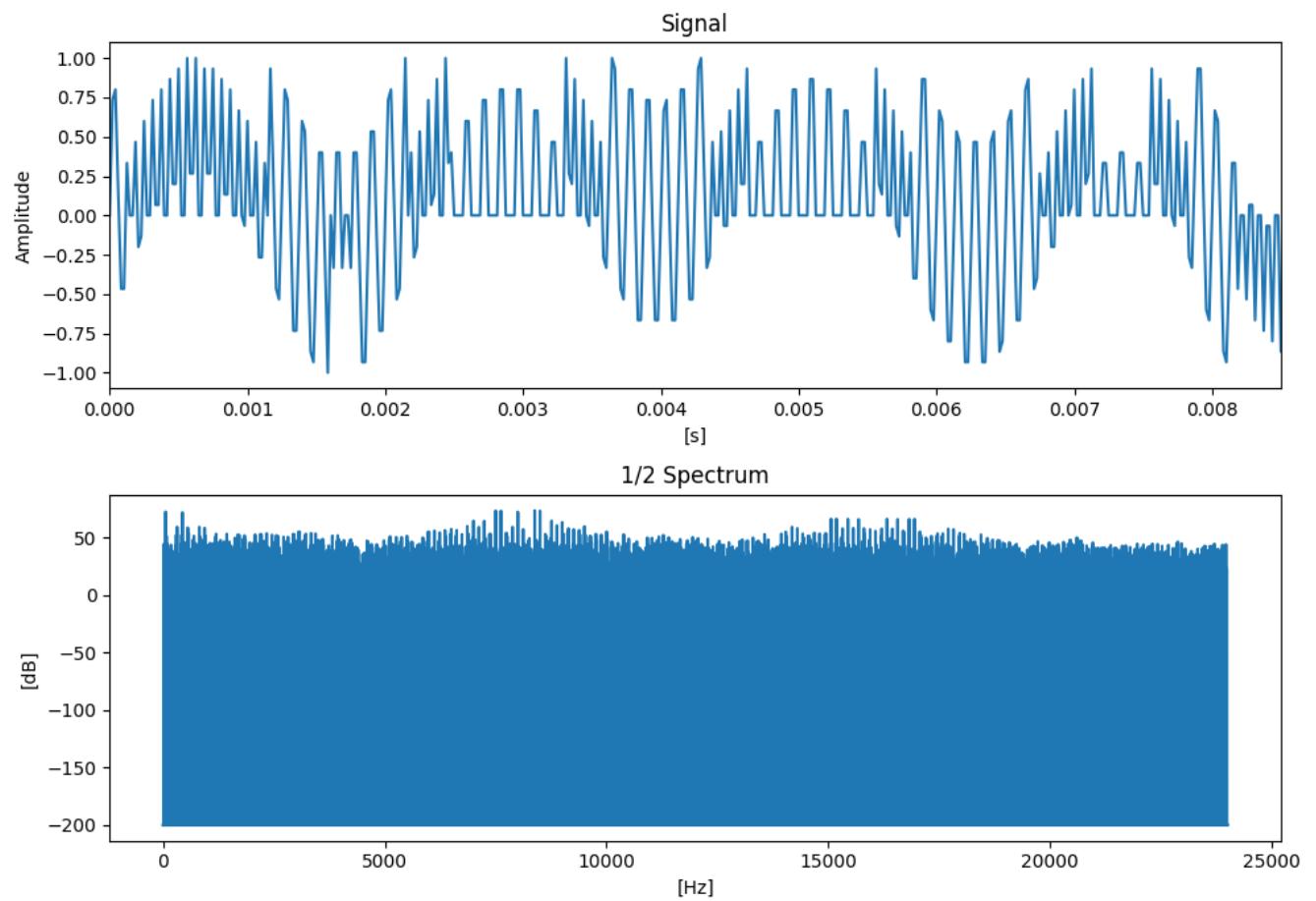


## Sygnal - SIN/sin\_combined.wav

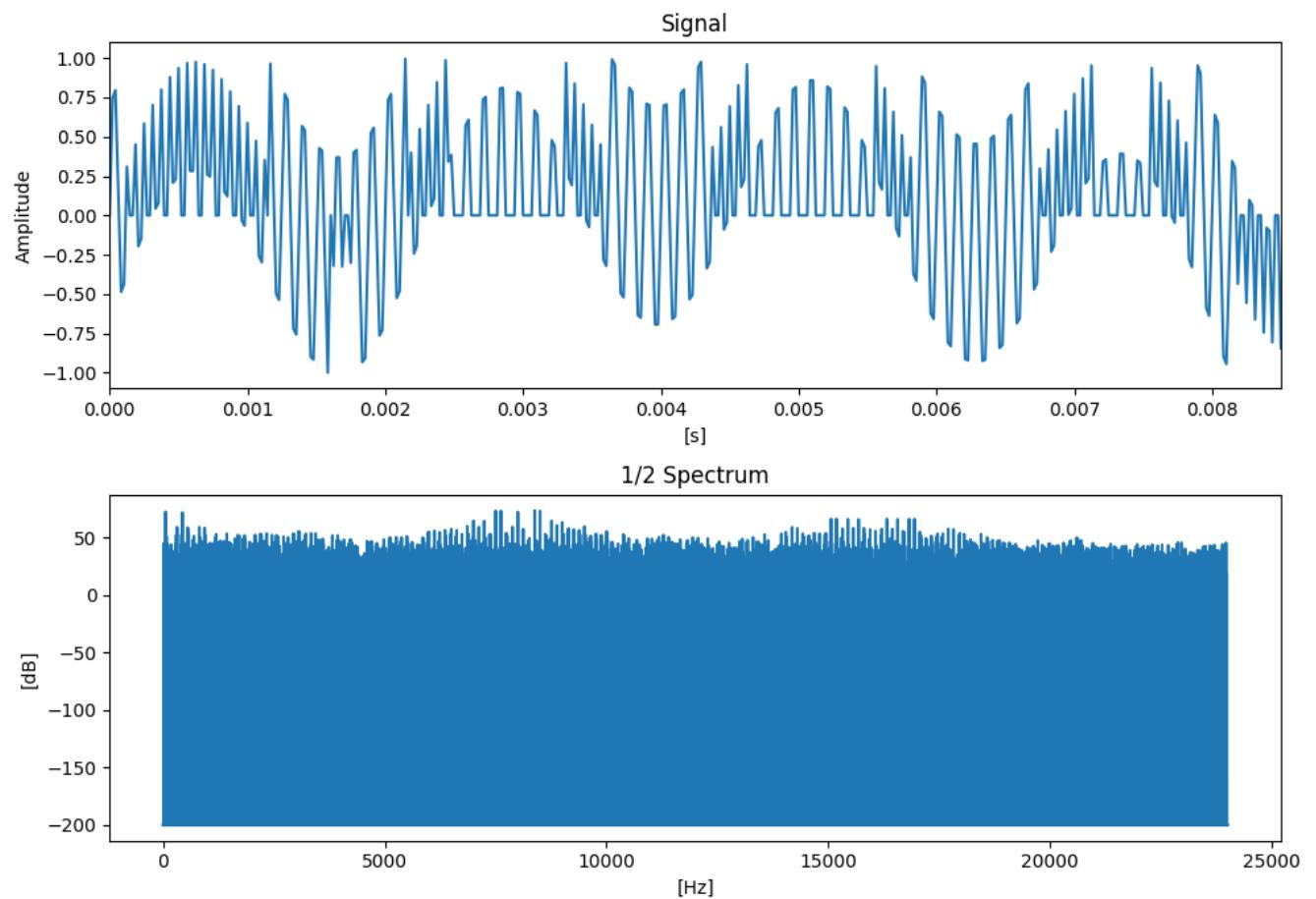
Sygnal oryginalny



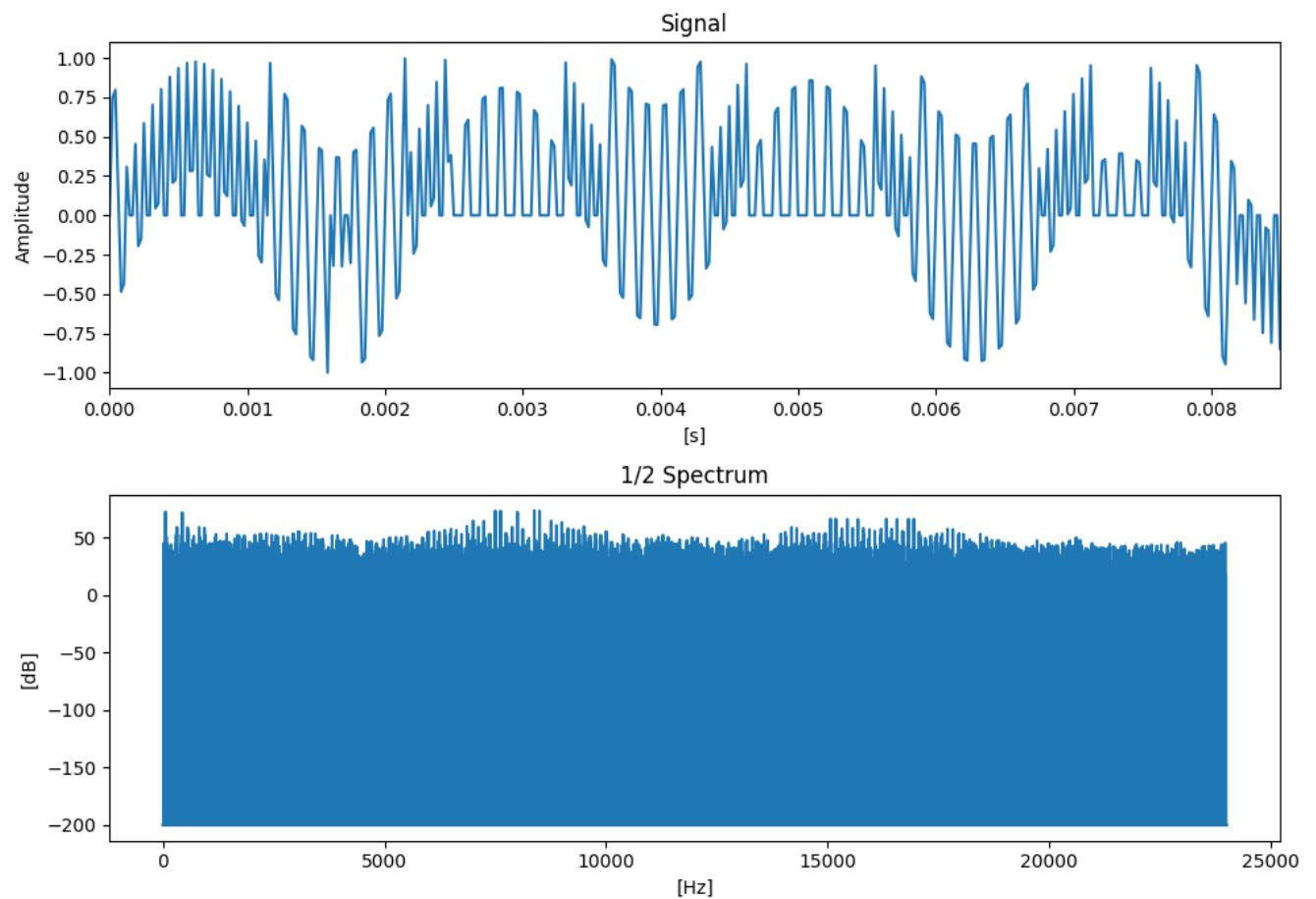
### Kwantyzacja 4 bit



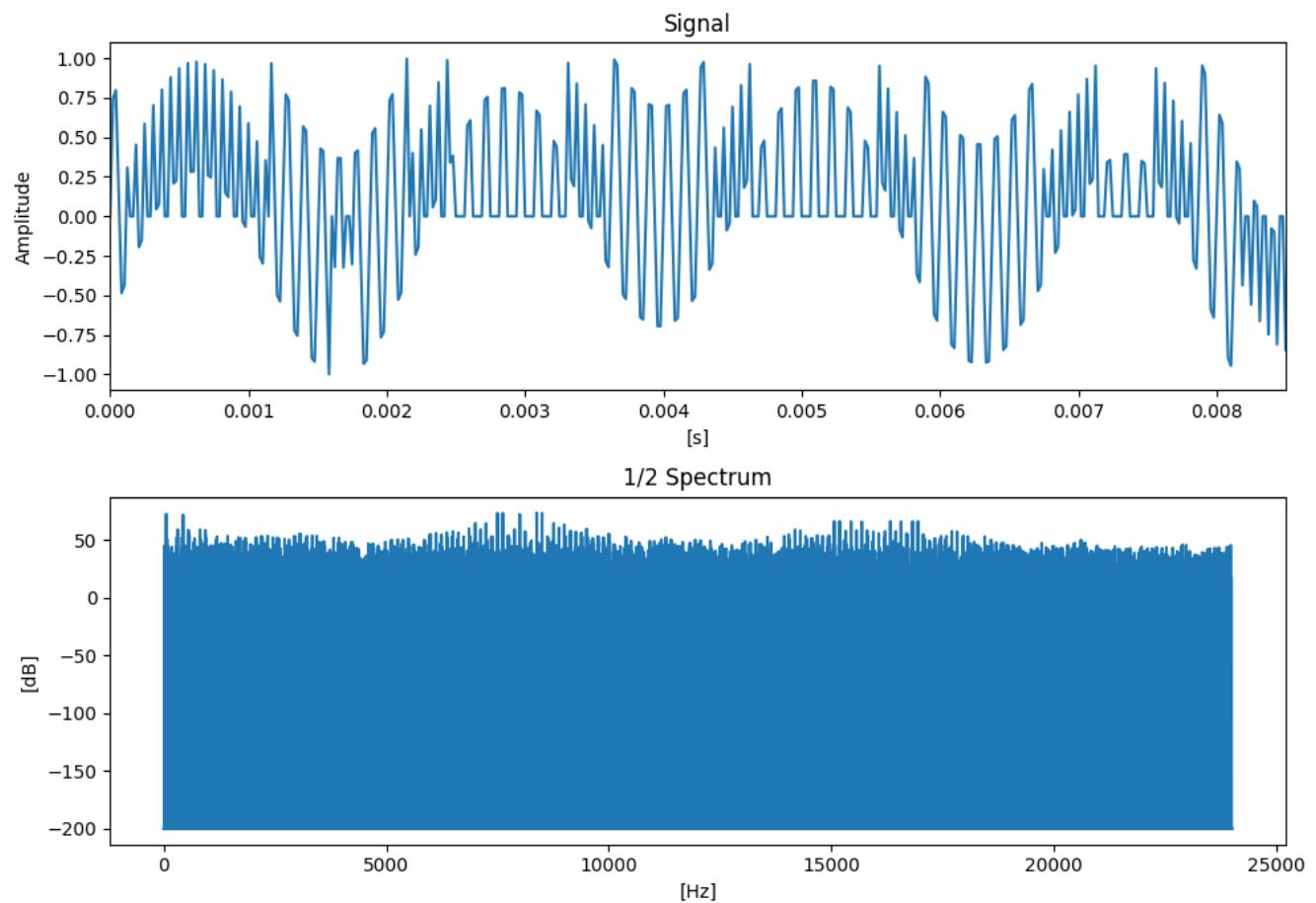
### Kwantyzacja 8 bit



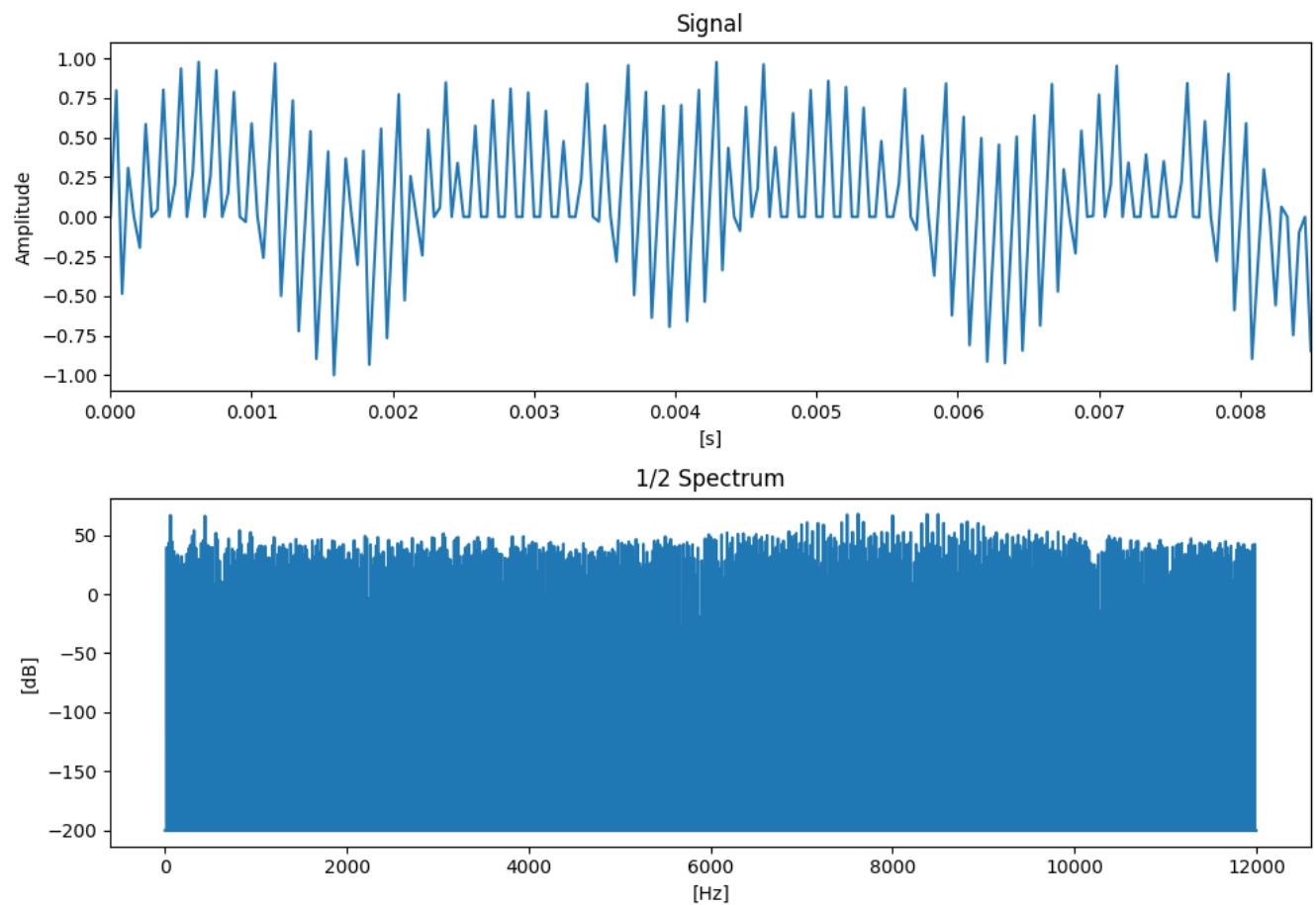
### Kwantyzacja 16 bit



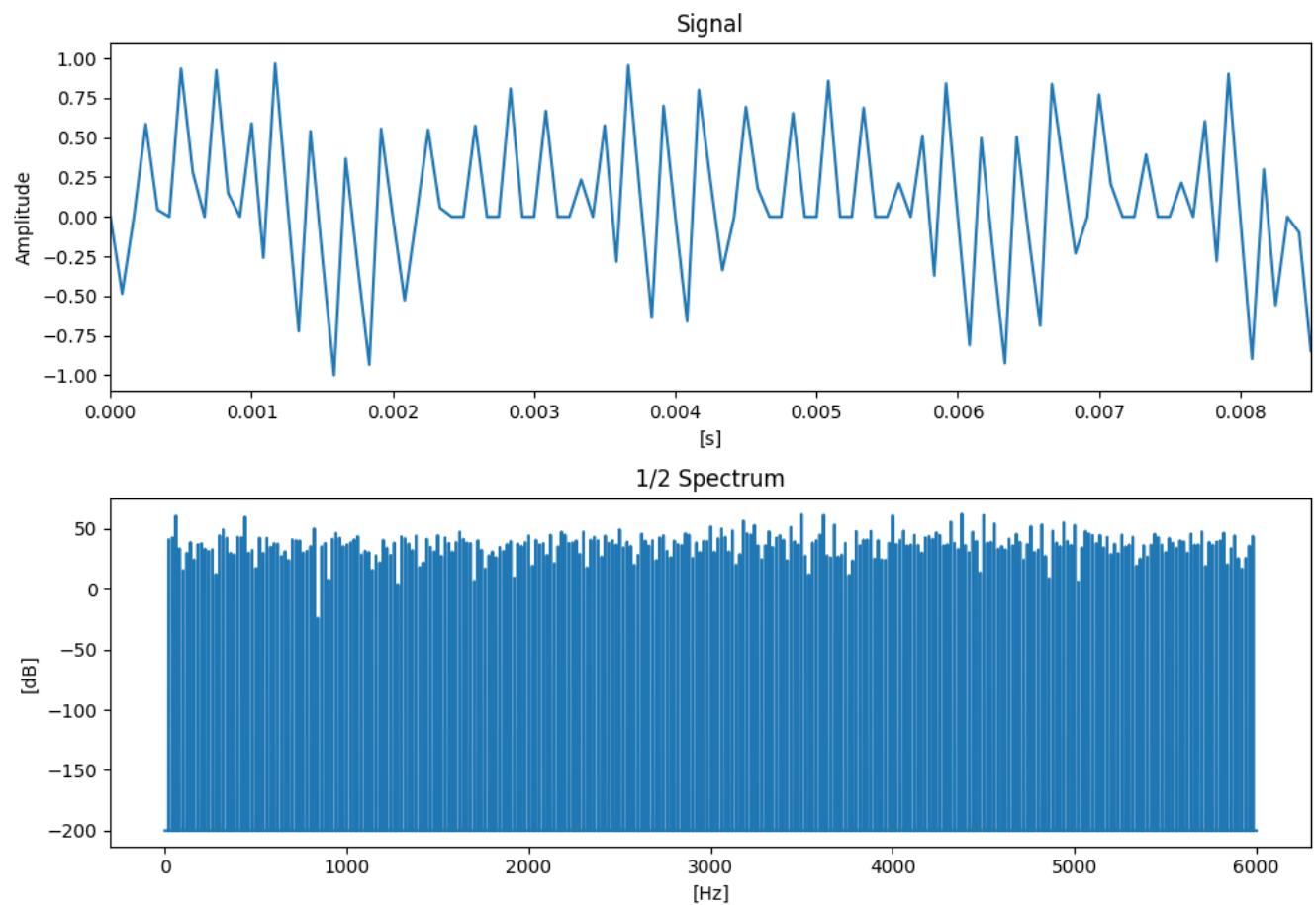
### Kwantyzacja 24 bit



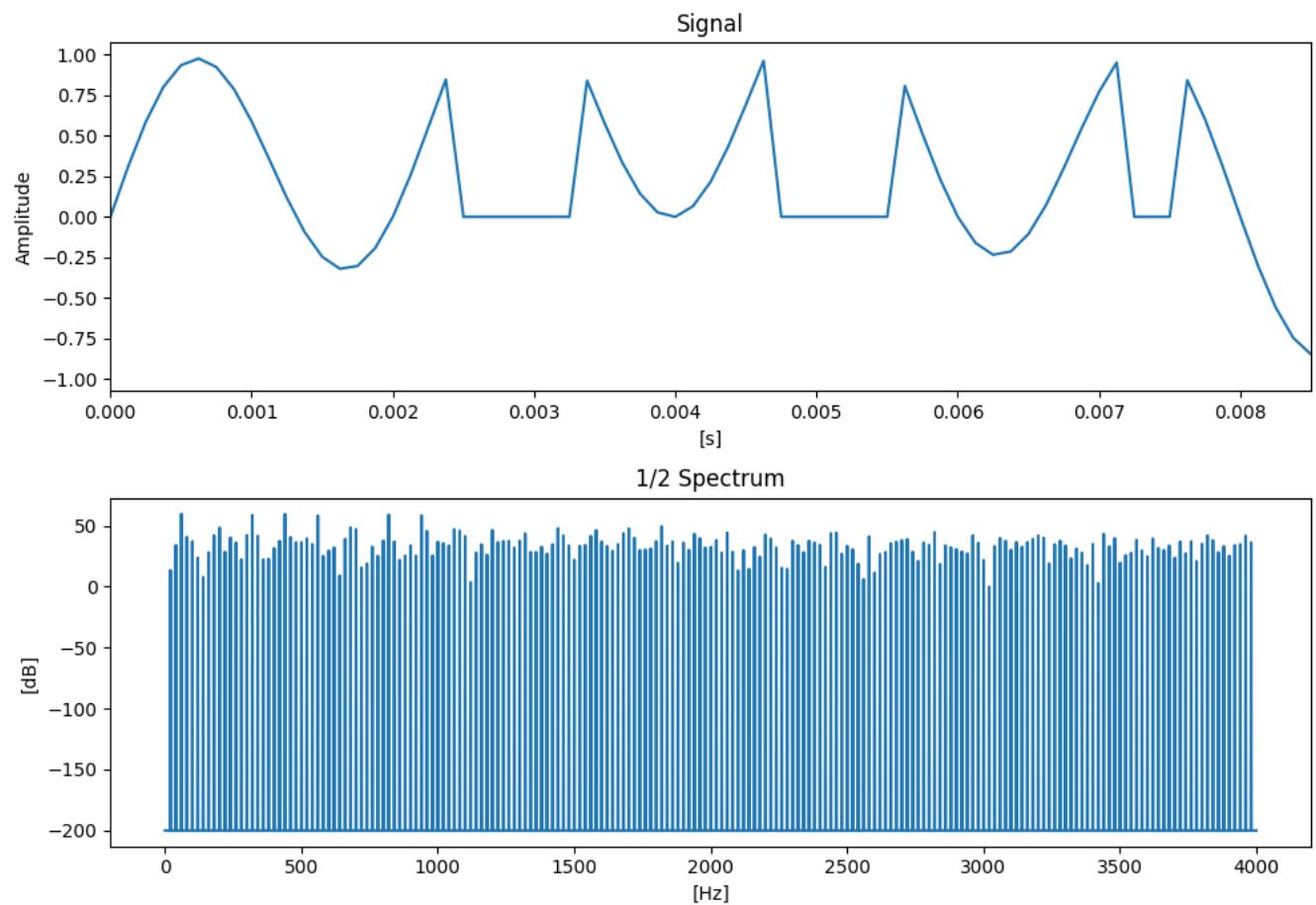
## Decymacja 2 kroki



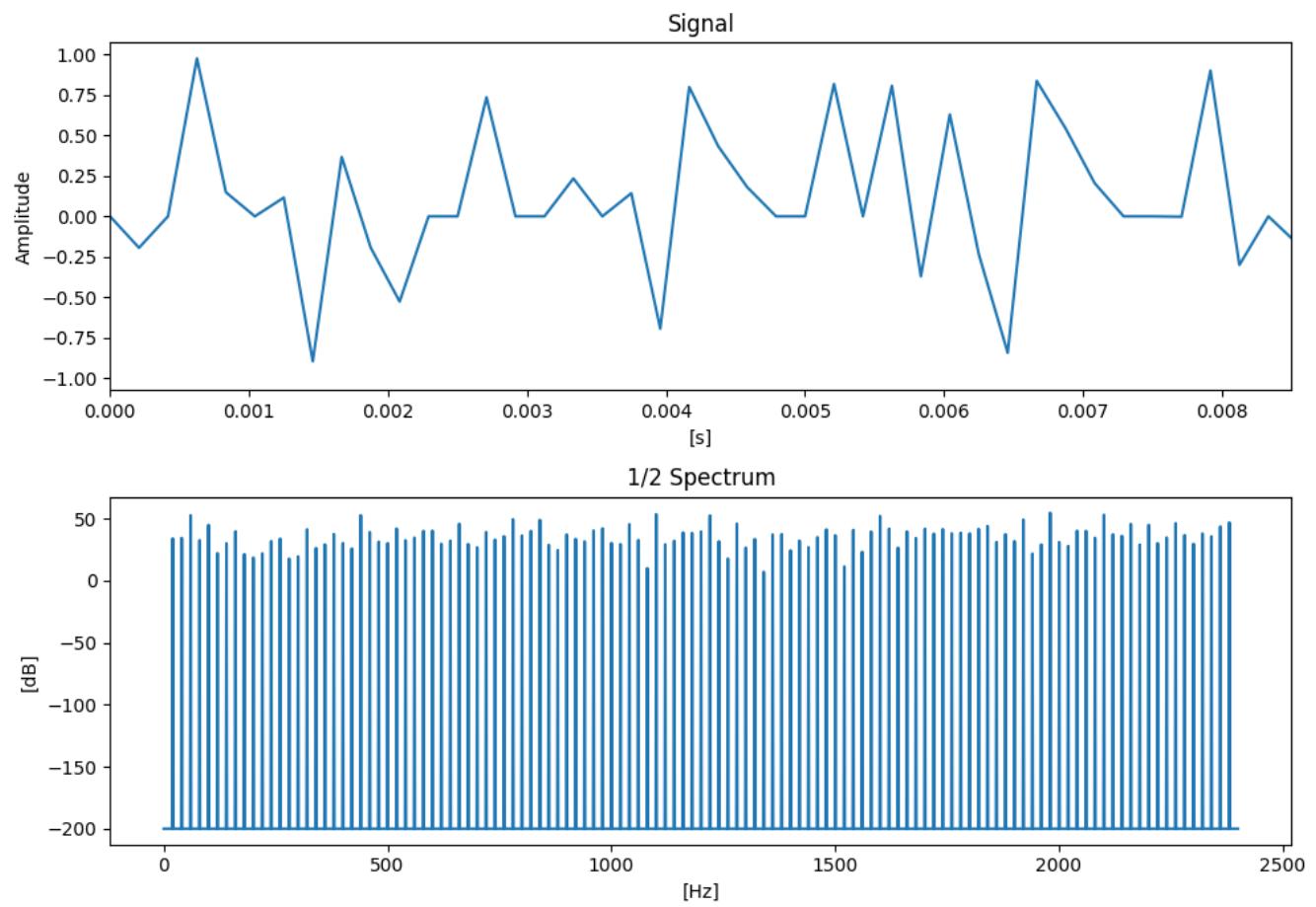
### Decymacja 4 kroki



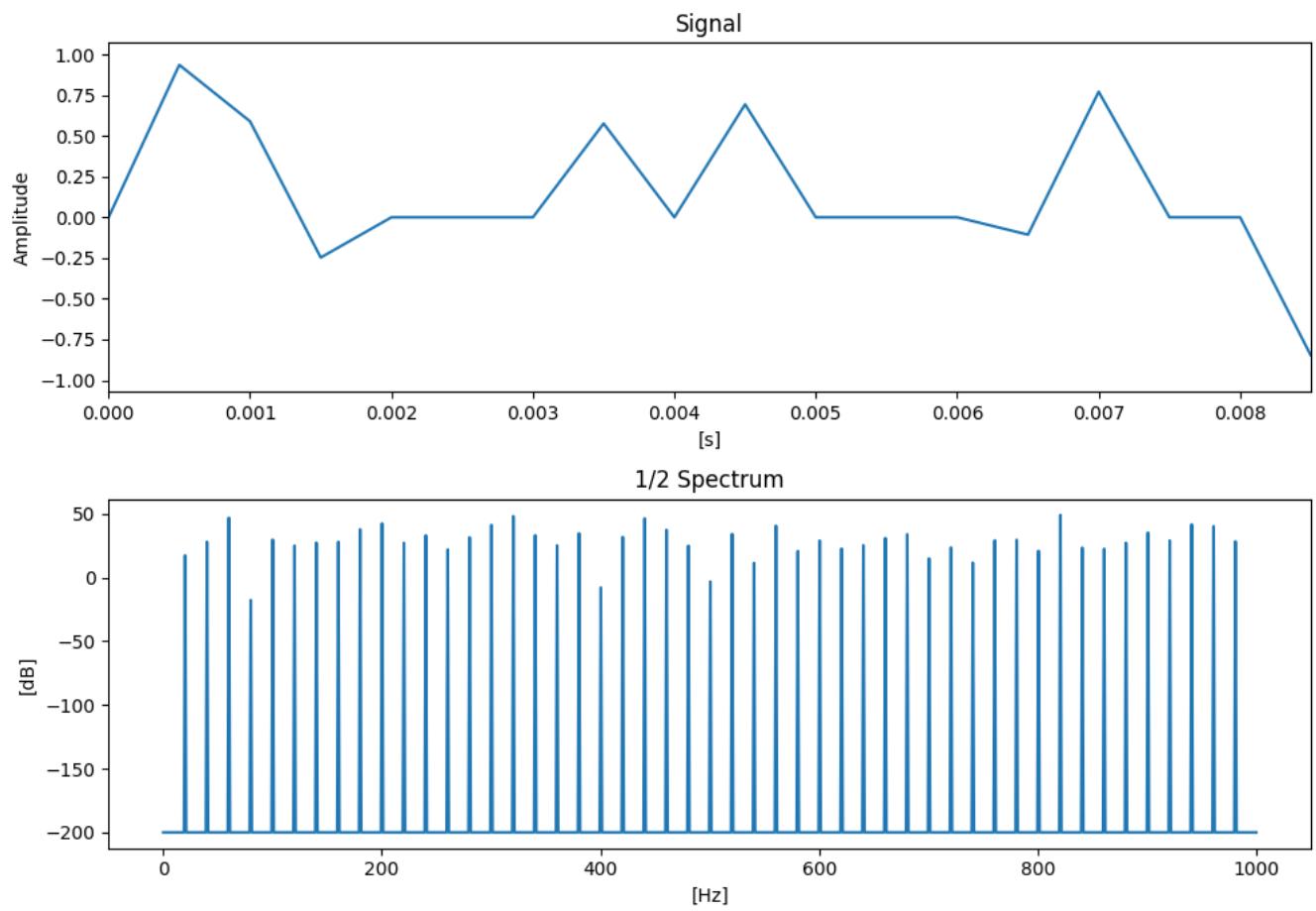
### Decymacja 6 kroki



### Decymacja 10 kroki

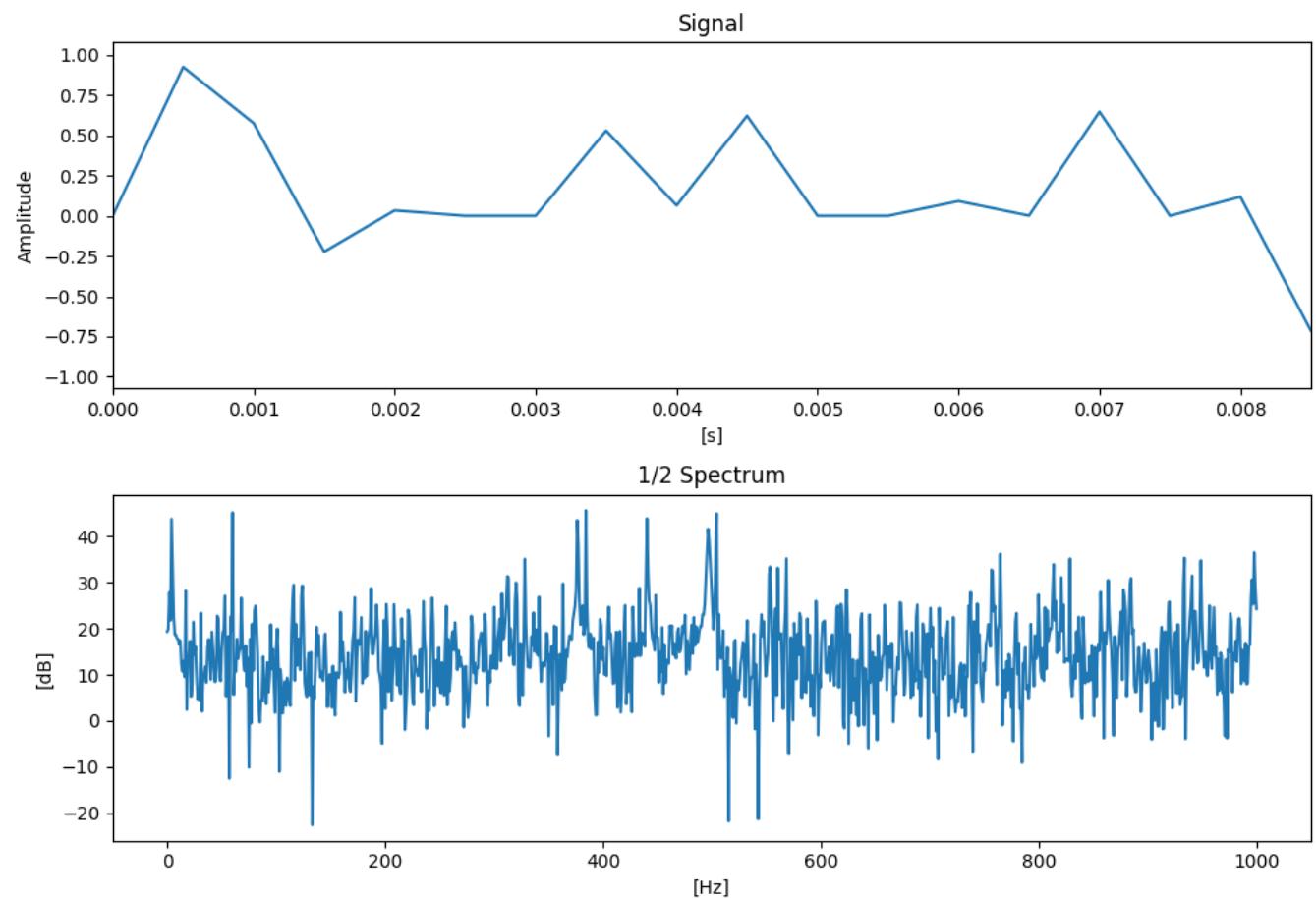


### Decymacja 24 kroki

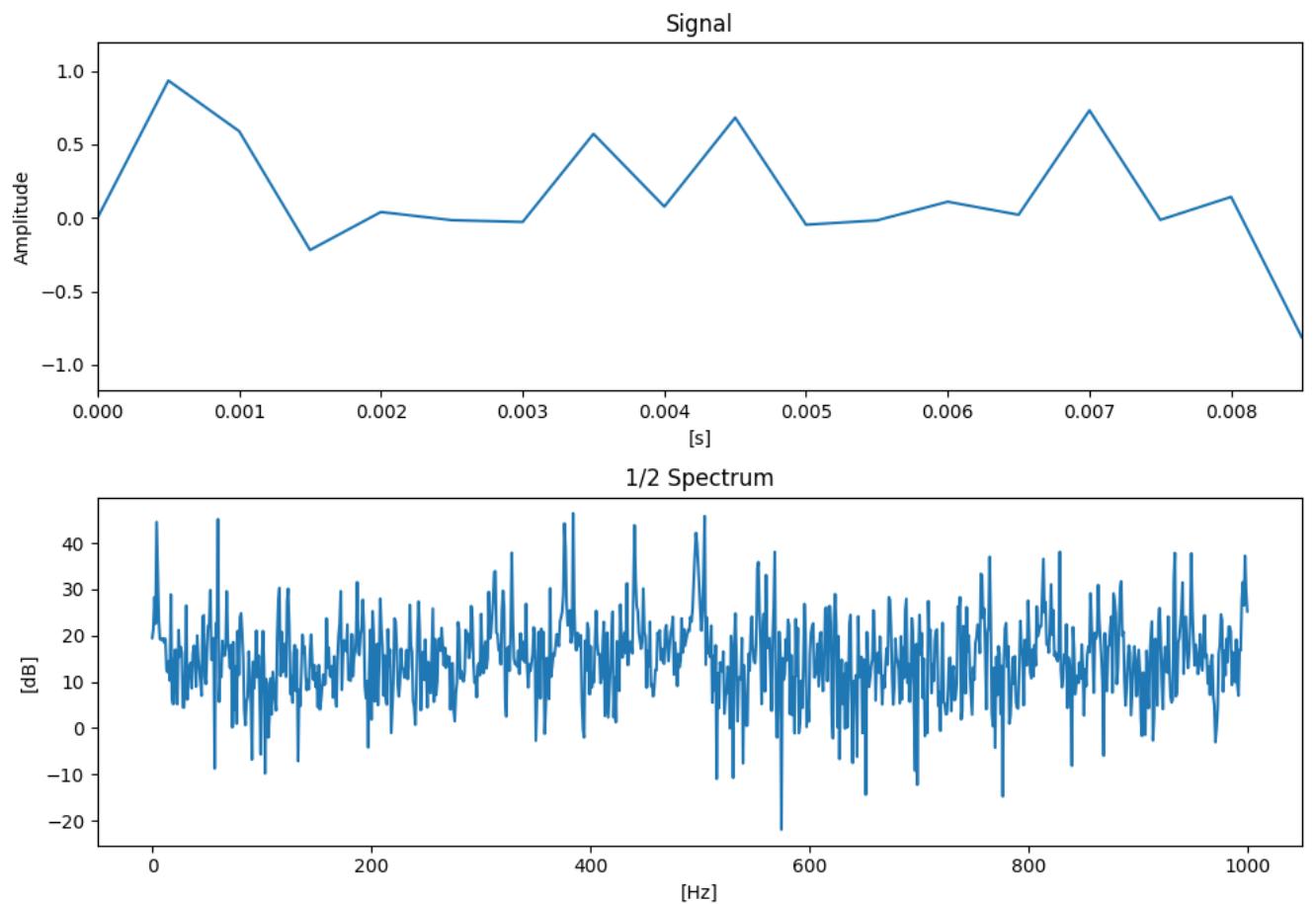


## Interpolacja do 2000Hz

*Metoda linear*

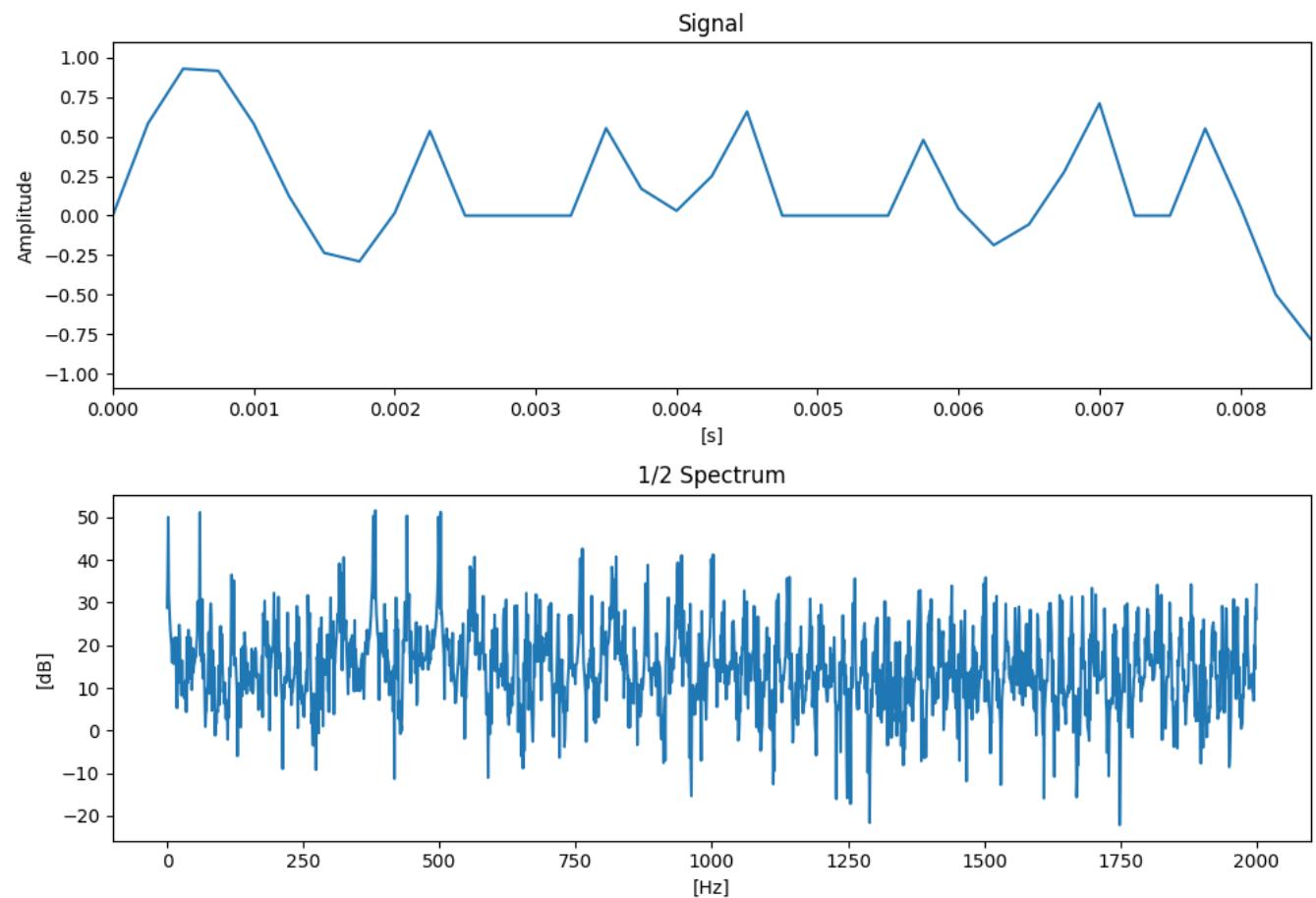


*Metoda cubic*

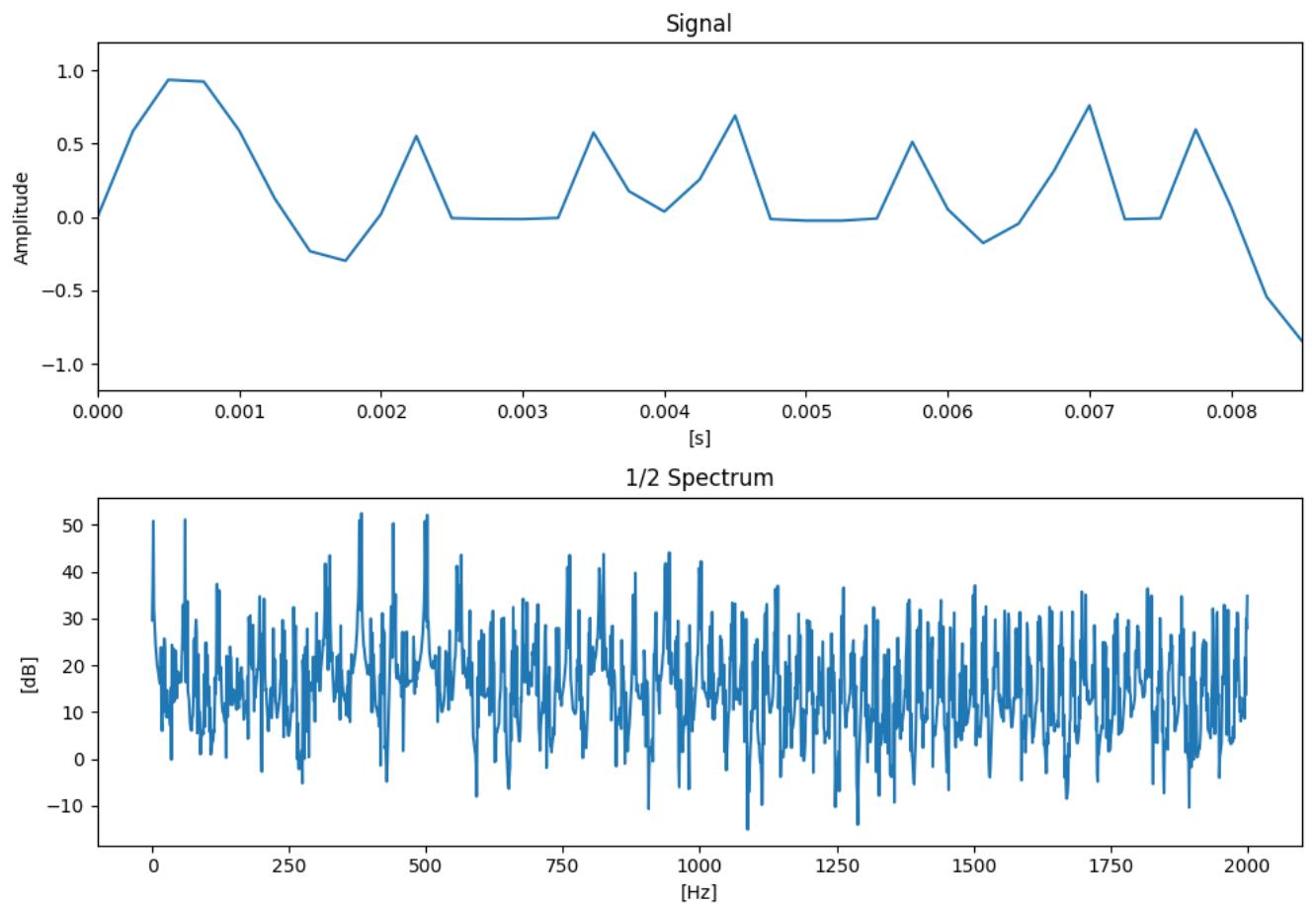


## Interpolacja do 4000Hz

### Metoda linear

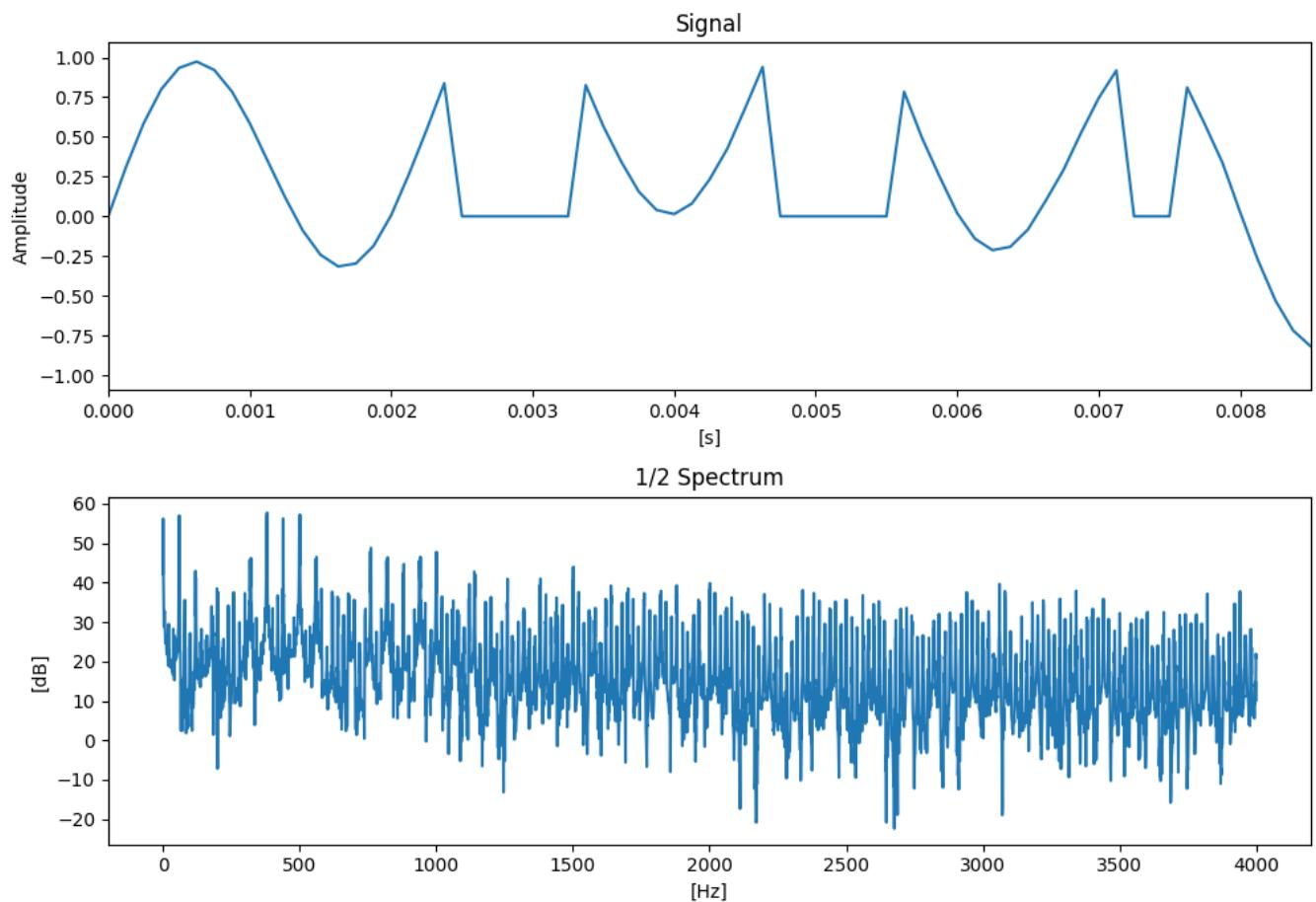


*Metoda cubic*

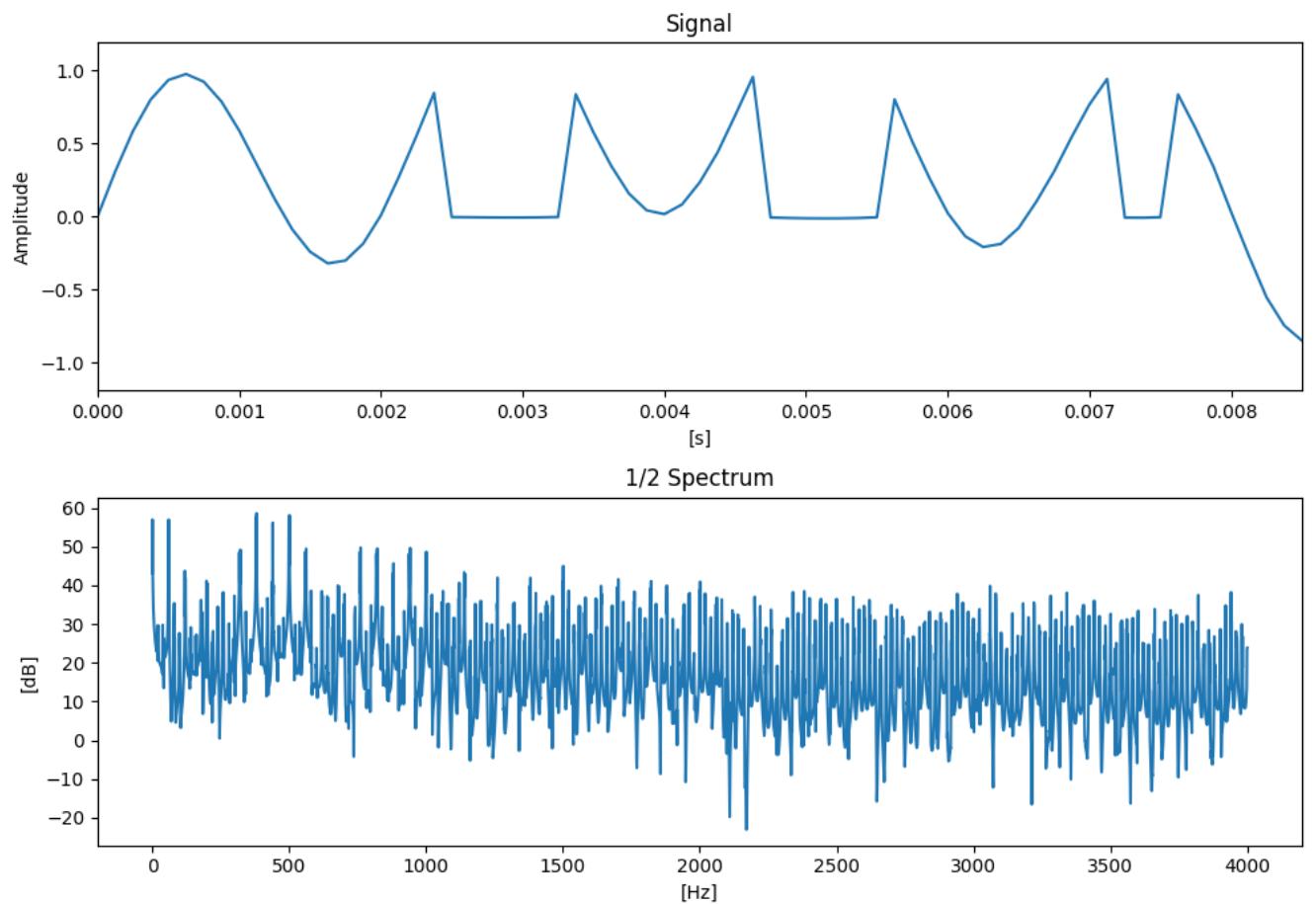


## Interpolacja do 8000Hz

*Metoda linear*

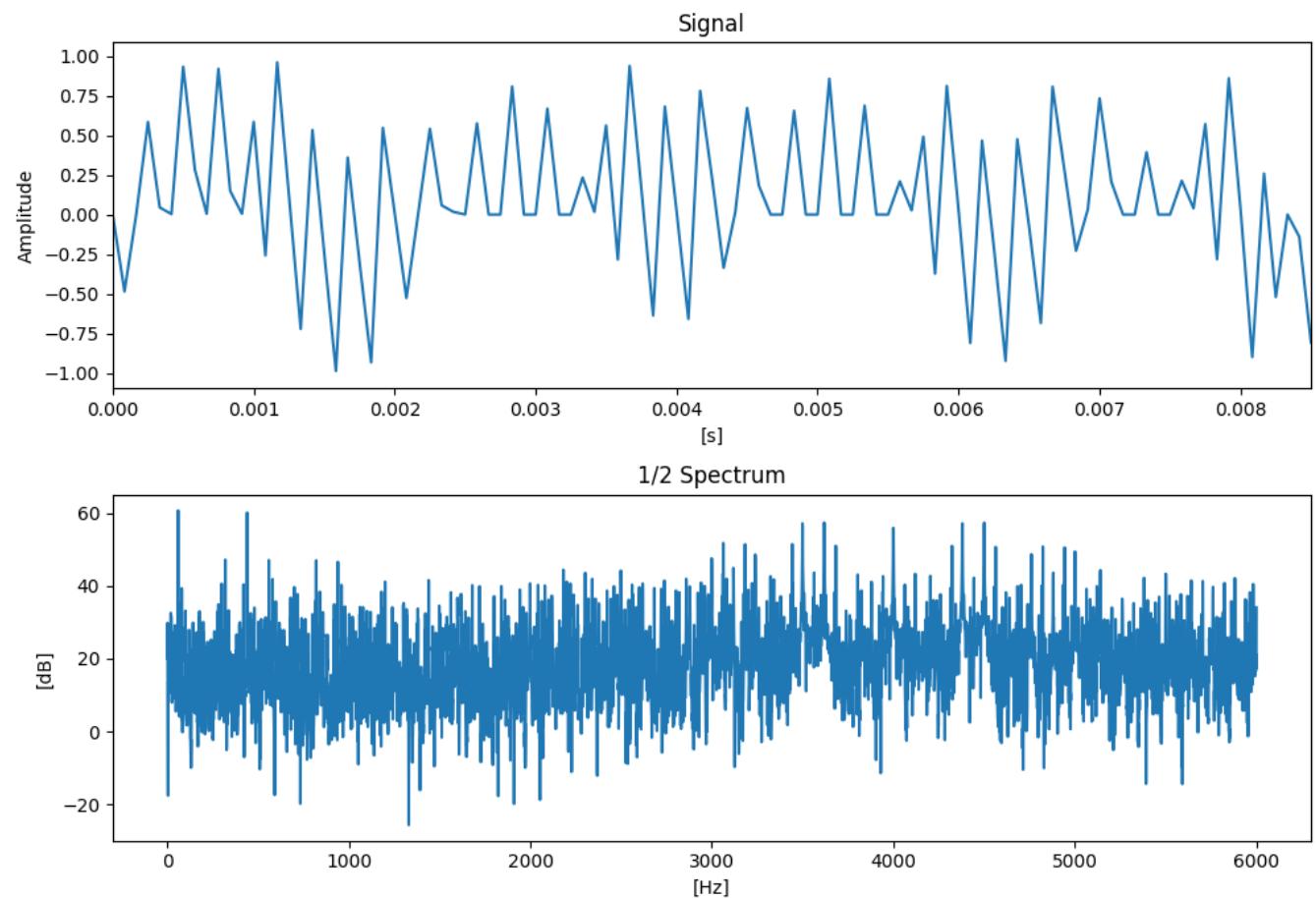


*Metoda cubic*

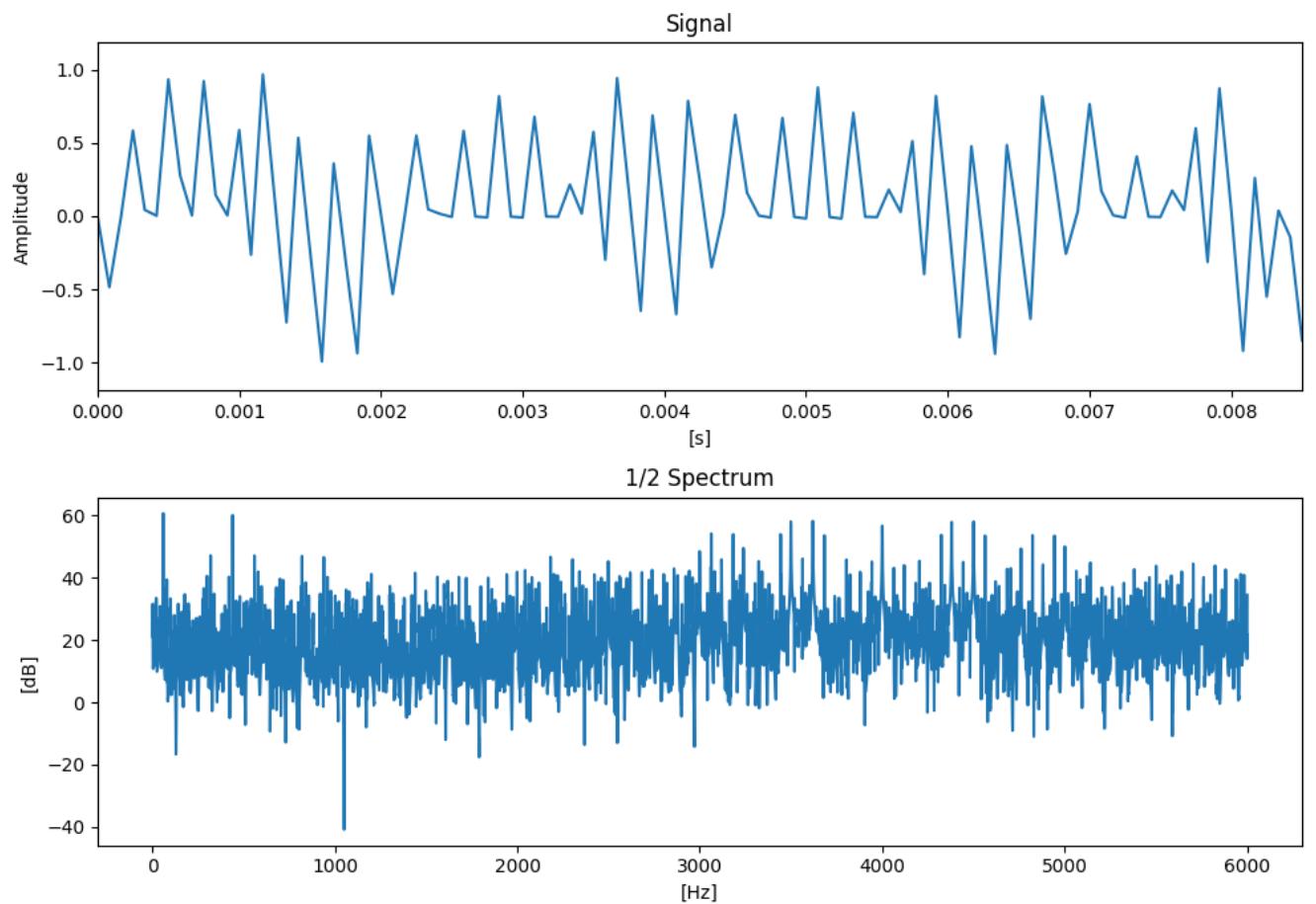


**Interpolacja do 11999Hz**

**Metoda linear**

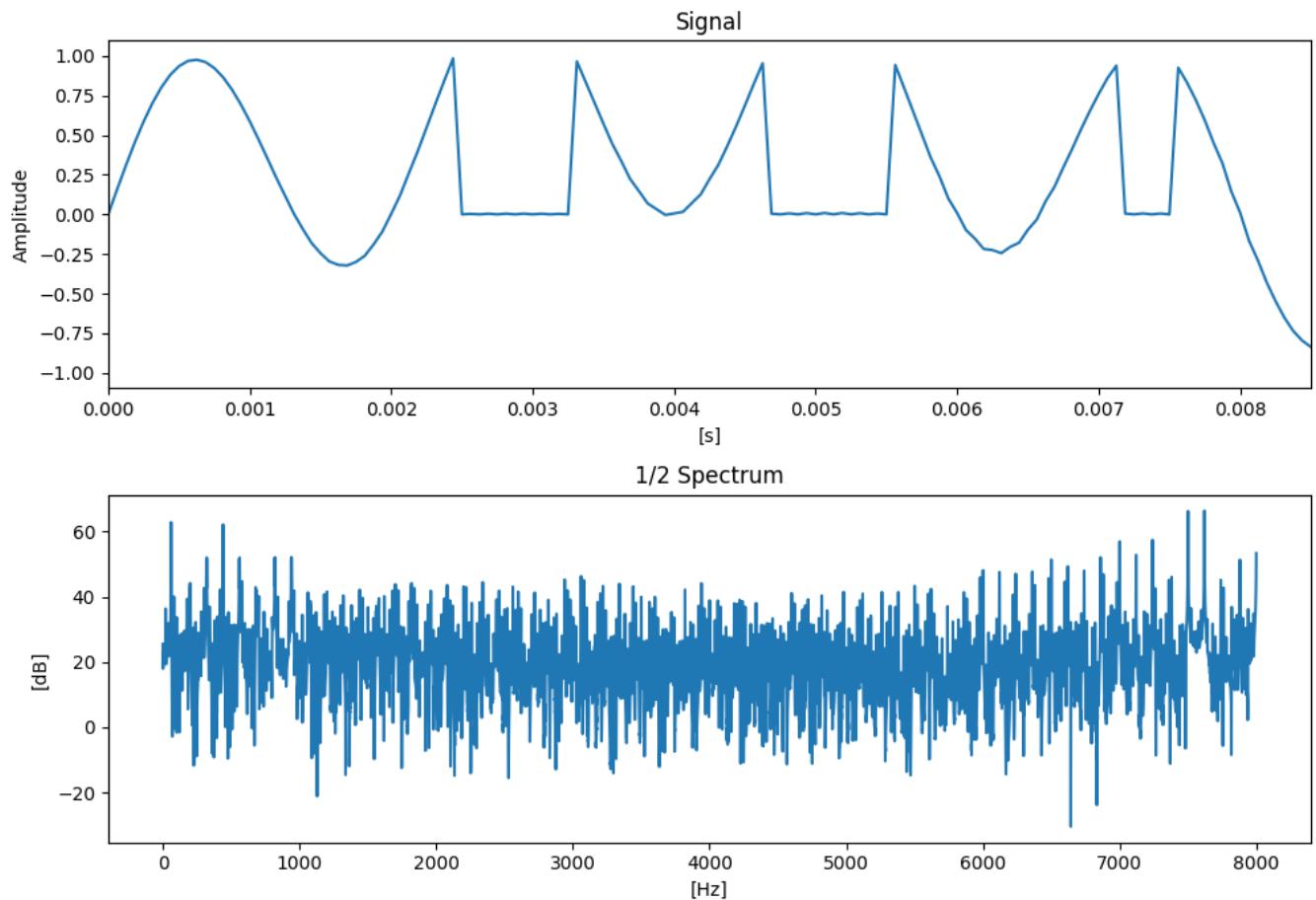


*Metoda cubic*

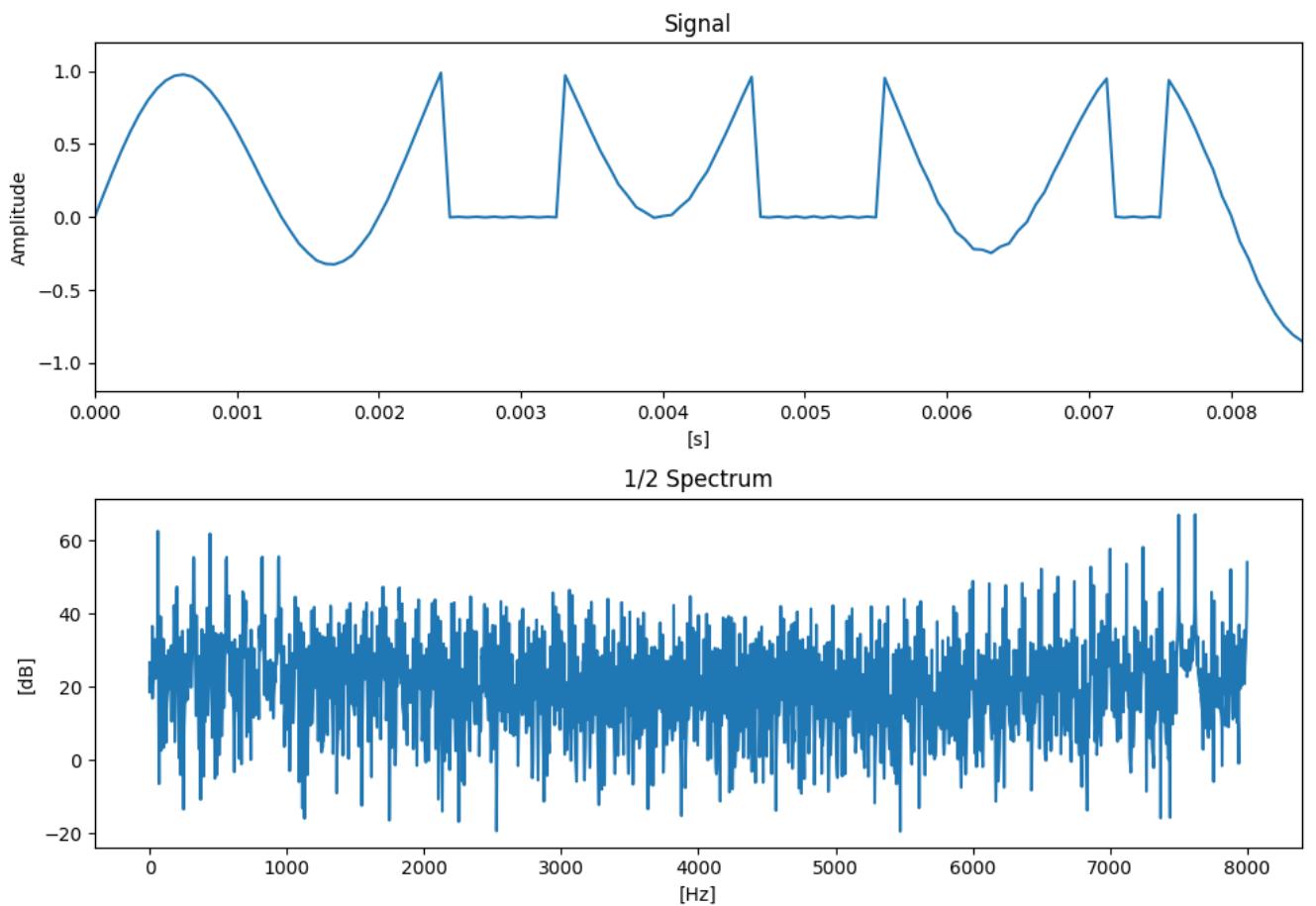


## Interpolacja do 16000Hz

### Metoda linear

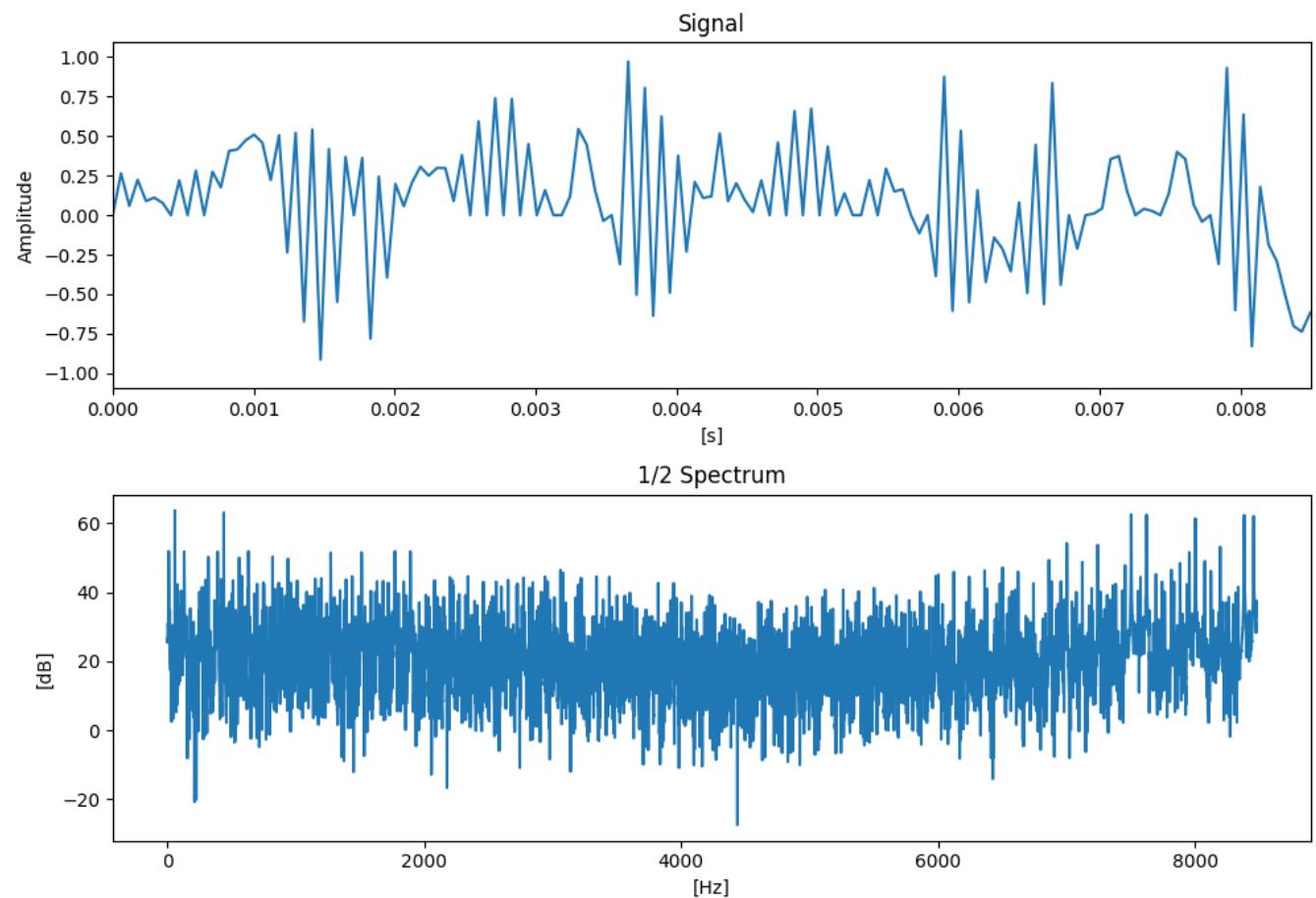


*Metoda cubic*

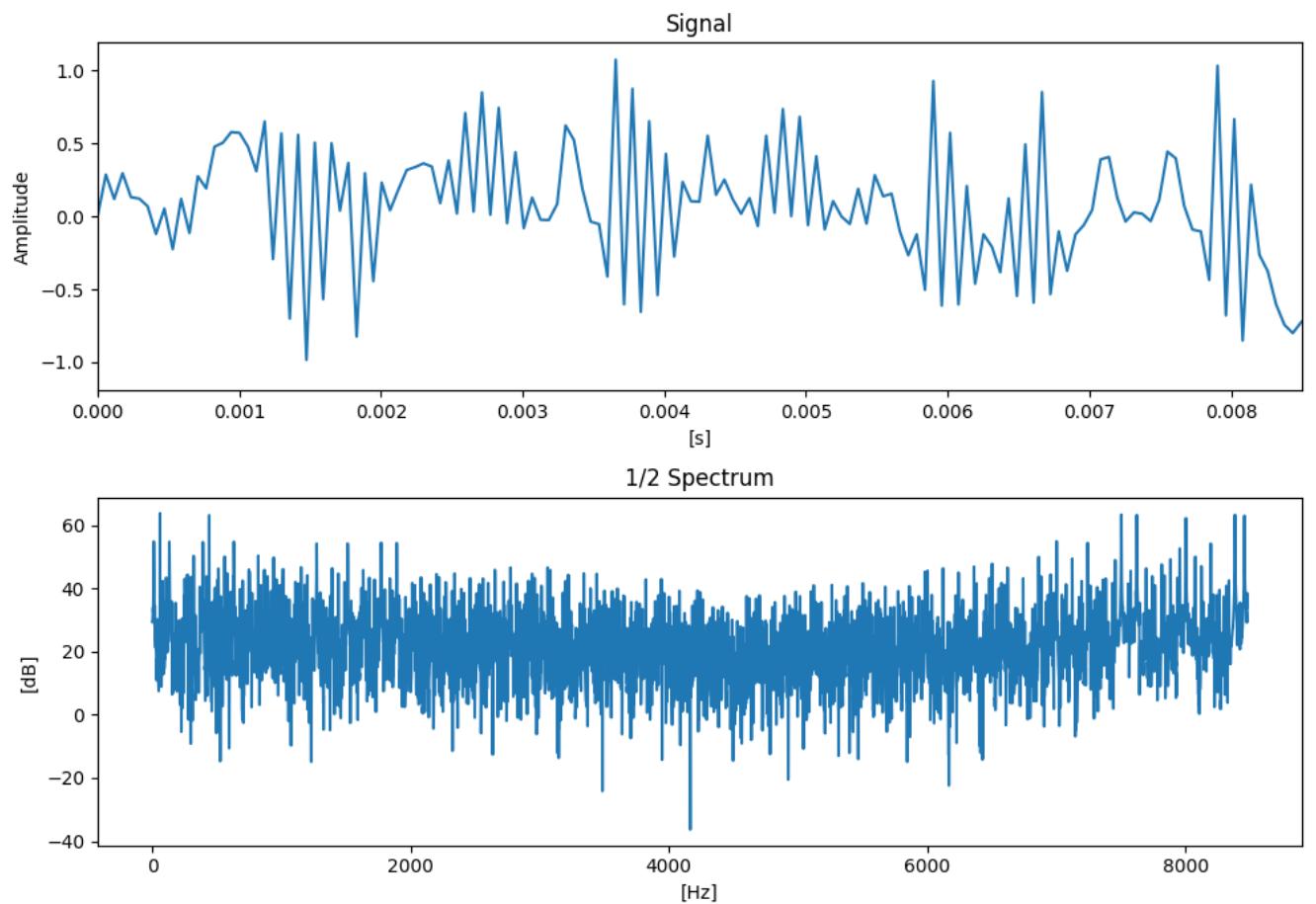


## Interpolacja do 16953Hz

### Metoda linear

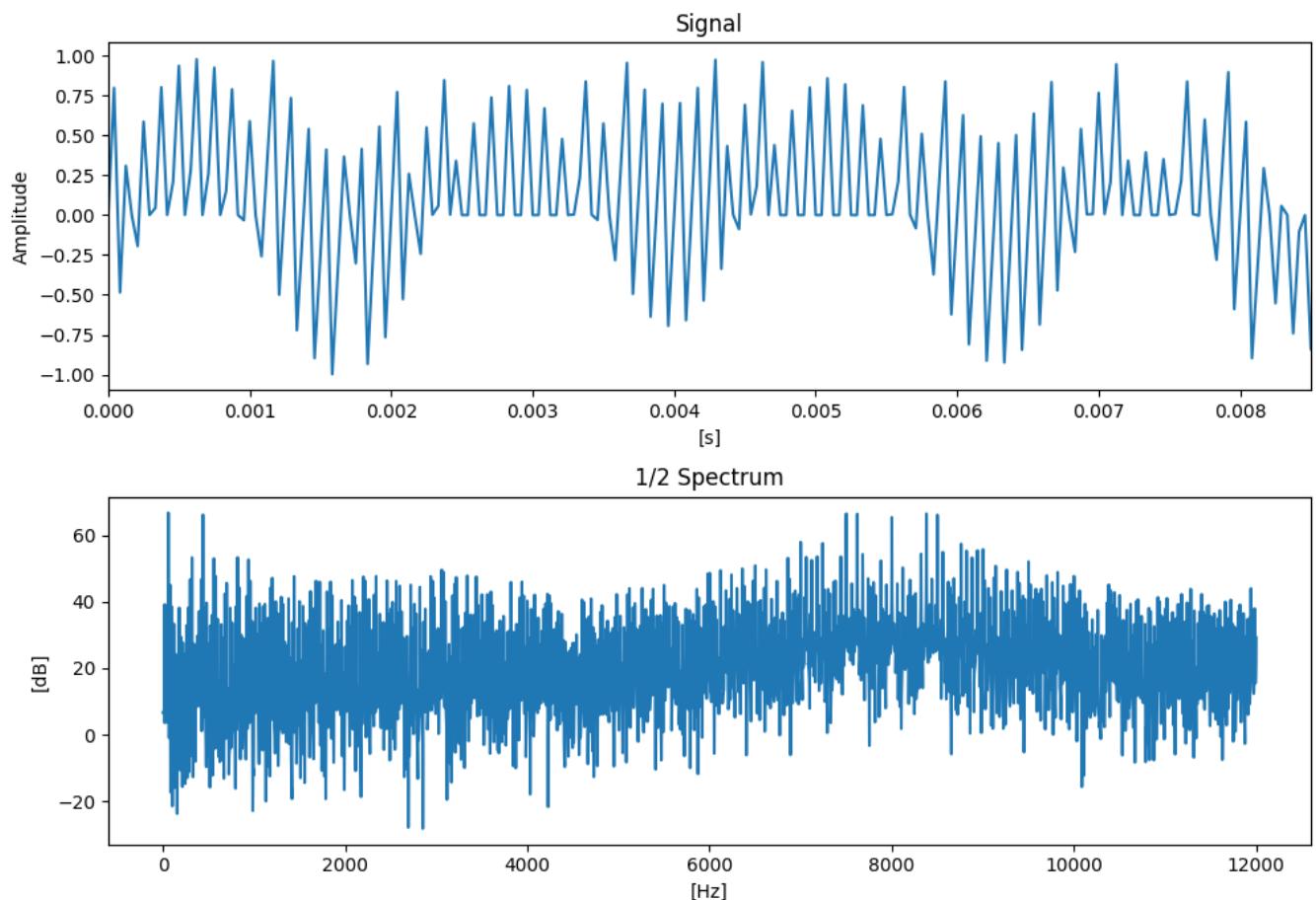


*Metoda cubic*

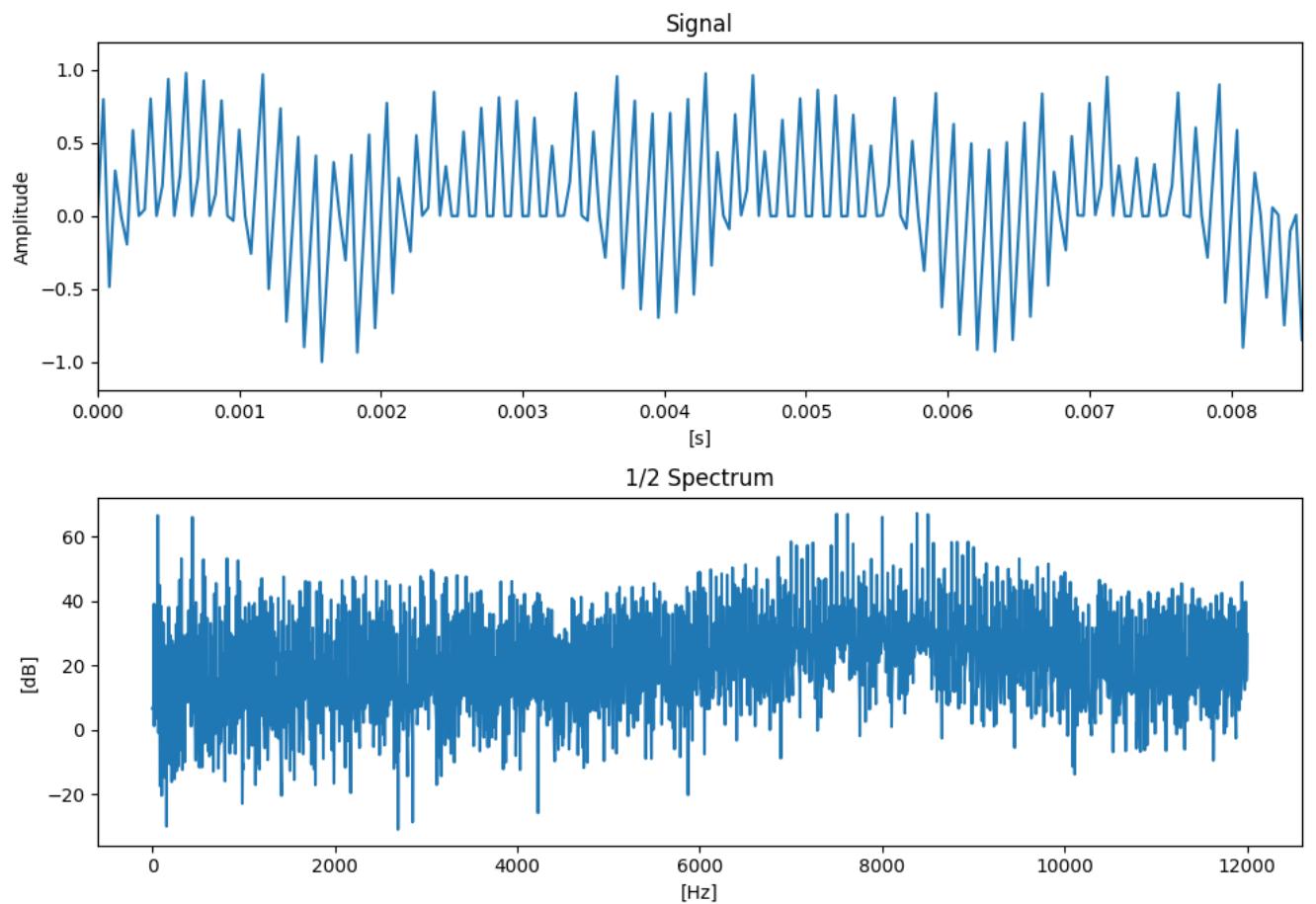


## Interpolacja do 24000Hz

*Metoda linear*

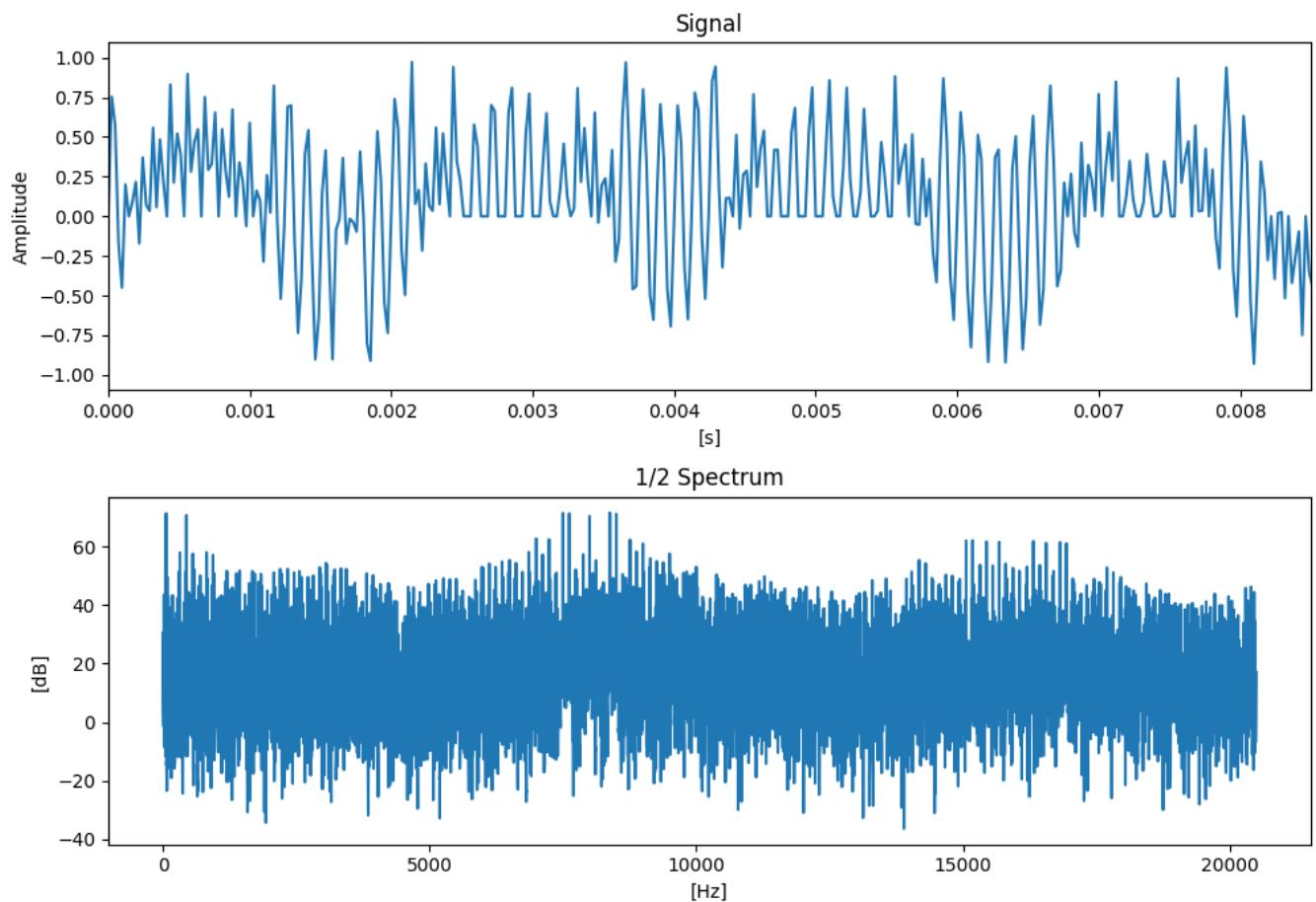


*Metoda cubic*

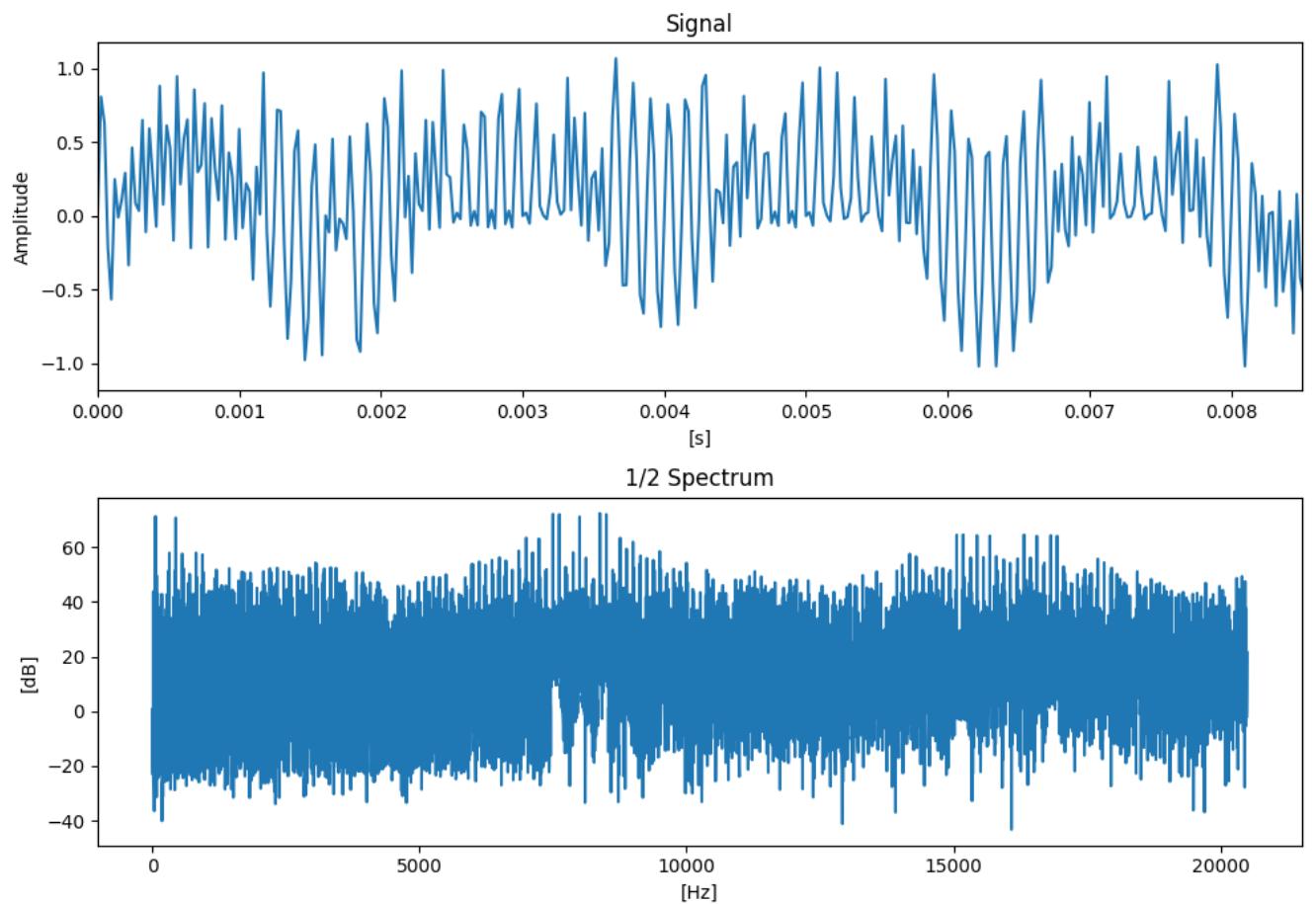


## Interpolacja do 41000Hz

### Metoda linear



*Metoda cubic*



## Wnioski z testów plików SIN

Sin 60Hz	Sin 440Hz	Sin 8000Hz	Sin combined
<p>Im wyższa liczba bitów podczas kwantyzacji, tym wykres amplitudowy jest bardziej zbliżony oryginalnemu, wartości decybeli na widmie zbiegają do tych z wykresu niezmodyfikowanego sygnału.</p> <p>Podczas decymacji z różnymi krokami ogólny kształt sygnału został zachowany.</p> <p>Im wyższa wartość interpolacji tym większe/mniejsze są maksymalne/minimalne wartości decybeli na skali.</p> <p>Dodatkowo początek wykresu jest bardziej strzelisty, metody interpolacji nie różnią się od siebie.</p>	<p>Im wyższa liczba bitów podczas kwantyzacji, tym wykres amplitudowy jest bardziej zbliżony oryginalnemu, wartości decybeli na widmie zbiegają do tych z wykresu niezmodyfikowanego sygnału.</p> <p>Podczas decymacji ogólny kształt pozostał taki sam, jednakże wykres stał się bardziej "kwadratowy", widać wyraźne linie, nie jest gładki.</p> <p>Im wyższa wartość interpolacji tym wykres stawał się bardziej gładki, coraz bardziej zbliżony do oryginalnego.</p> <p>Czubek wykresu skali decybelowej był w tym samym miejscu przez wszystkie parametry interpolacji, natomiast zmieniała się minimalna/maksymalna wartość wykresu.</p> <p>Przy największych wartościach interpolacji użycie metody sześciennnej (nielinowej) skutkowało mniej poszarpanym, gładszym wykresem w skali</p>	<p>Wszystkie parametry kwantyzacji skutkowały takim samym wykresem decybelowym.</p> <p>Podczas decymacji z krokami 10 i 24 wykresy amplitudowe oraz decybelowe są linią prostą, ponieważ zostały wybrane akurat zerowe wartości sygnału.</p> <p>Największe różnice były podczas interpolacji, gdzie przy metodzie sześciennej (nielinowej) wykres był sinusoidalny, przy liniowej - trapezowy.</p> <p>Wykres decybelowy w przypadku metody sześciennnej także jest bardziej gładki, nie jest poszarpany jak ten z metody liniowej.</p>	<p>Przez wszystkie parametry kwantyzacji wykres amplitudowy jak i decybelowy był niezmienny.</p> <p>Im wyższa wartość decymacji tym o wiele łatwiej o złą analizę sygnału, wykres amplitudowy jest pozbawiony coraz większej ilości szczegółów, wykres jest uogólniany co może mieć zły wpływ na interpretację.</p> <p>Im wyższa wartość interpolacji tym wykres decybelowy staje się "gęstszy", przekazuje więcej informacji, wykres amplitudowy nabiera coraz więcej szczegółów.</p>

	decybelowej.		
--	--------------	--	--

## Wnioski z testów plików SING

	Kwantyzacja	Decymacja	Interpolacja
Plik low1	<p>Kwantyzacja do 4 bitów - dźwięk nie był słyszalny.</p> <p>Kwantyzacja do 8 bitów - dźwięk był znaczowo bardziej szumiący względem oryginału.</p>	<p>Decymacje z krokiem 4 oraz 6 brzmiały bardzo podobnie - wyraźny dźwięk, czysty, bliski oryginalnemu.</p> <p>Decymacja z krokiem 10 bardzo zniekształcała dźwięk, mocno go zniżając, tłumiąc go.</p> <p>Decymacja z krokiem 24 najmocniej tłumia dźwięk, jest on bardzo niski, prawie nie jest możliwy do zrozumienia, dodatkowo pojawiają się lekkie szумy w tle.</p>	<p>Nie usłyszałem żadnych różnic w dźwięku, dźwięk był czysty, bliski oryginalnemu we wszystkich przypadkach oprócz interpolacji do 4000Hz.</p> <p>Interpolacja do 4000Hz - dźwięk był bardzo zniekształcony, obniżony, stłumiony, pojawiły się drobne szумy.</p> <p>Dodatkowo nie zaobserwowałem żadnych różnic w dźwięku pomiędzy interpolacją liniową a sześcienną (nielinową).</p>
Plik medium1	<p>Kwantyzacja do 4 bitów - dźwięk "ostry", znaczco głośniejszy, nieprzyjmeny dla ucha.</p> <p>Kwantyzacja do 8 bitów - dźwięk bliższy oryginalnemu, pojawiły się szumy.</p>	<p>Decymacje z krokiem 4 oraz 6 brzmiały bardzo podobnie - wyraźny dźwięk, czysty, bliski oryginalnemu.</p> <p>Decymacja z krokiem 10 znaczco zniekształcała dźwięk, pojawiają się dziwne, nieoryginalne dźwięki, zakłócenia.</p> <p>Decymacja z krokiem 24 najbardziej zniekształcała dźwięk, względem kroku 10 pojawiają się dodatkowe niepożądane dźwięki.</p>	<p>Interpolacja do 4000Hz - dźwięk znaczco zniekształcony, bardzo dużo niepożądanych dźwięków, nieprzyjemny dla ucha, drastycznie różni się od oryginalnego.</p> <p>Interpolacja do 8000Hz - podobnie jak w przypadku 4000Hz, natomiast skala zniekształcenia jest znaczco mniejsza, dźwięk znaczco odbiega od oryginalnego brzmienia.</p> <p>Interpolacje do 11999Hz - dźwięk bardzo podobny do oryginalnego, jednakże wyczuwana jest minimalna różnica.</p>

			<p>Interpolacje do 16000Hz oraz 16953Hz - dźwięk w moim odczuciu niemalże identyczny do oryginalnego, nie zanotowałem żadnych różnic.</p> <p>Podczas interpolacji sześciennie (nieliniowej) odczułem minimalną poprawę odwzorowania względem liniowej.</p>
Plik high1	<p>Kwantyzacja do 4 bitów - dźwięk "ostry", znacząco głośniejszy, nieprzyjemy dla ucha, pojawienie się dziwnych zakłóceń w tle.</p> <p>Kwantyzacja do 8 bitów - dźwięk bliższy oryginalnemu, pojawiły się szумy.</p>	<p>Interpretacja niemalże identyczna jak w przypadku medium1 z tą różnicą, że dodatkowe niepożądane dźwięki pojawiają się już przy kroku 6.</p>	<p>Interpolacja do 4000Hz - dźwięk znaczowo zniekształcony, pojawiają się niepożądane dźwięki, dziwny szum przez cały czas.</p> <p>Interpolacja do 8000Hz - dźwięk mniej zniekształcony względem 4000Hz, mniej niepożądanych dźwięków, jednakże wciąż odbiegający od oryginalnego.</p> <p>Interpolacje do 11999Hz, 16000Hz oraz 16953Hz - dźwięk w moim odczuciu niemalże identyczny do oryginalnego, nie słyszałem żadnych różnic.</p> <p>Podczas interpolacji sześciennie (nieliniowej) odczułem minimalną poprawę odwzorowania względem liniowej.</p>