

Laboratorium Podstaw Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów

Protokół z ćwiczenia: Sygnały

Imię i nazwisko:

Dawid Tobor, Paweł Woźniak

Grupa:

1

Data:

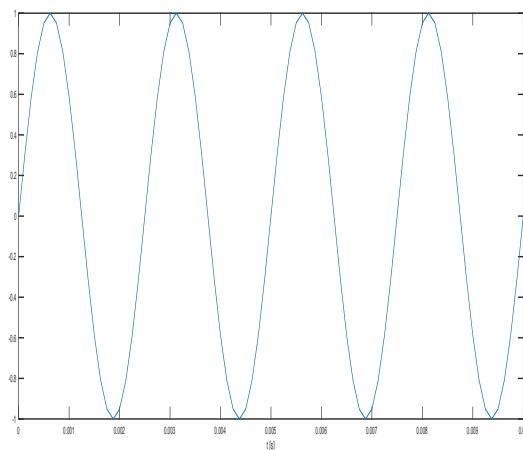
3.12.2018

Przebieg ćwiczenia:

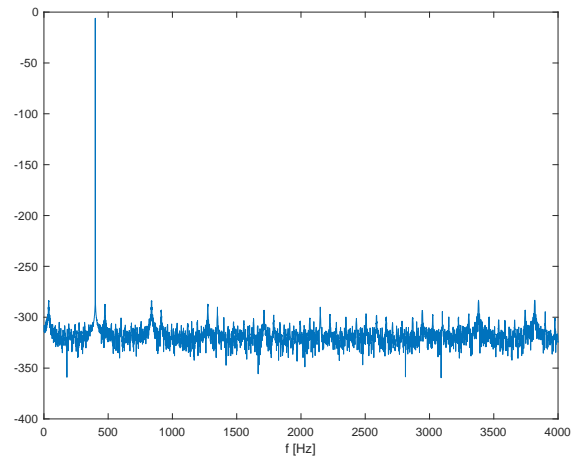
Zadanie 1

a) Sygnał sinusoidalny

Przebieg czasowy:

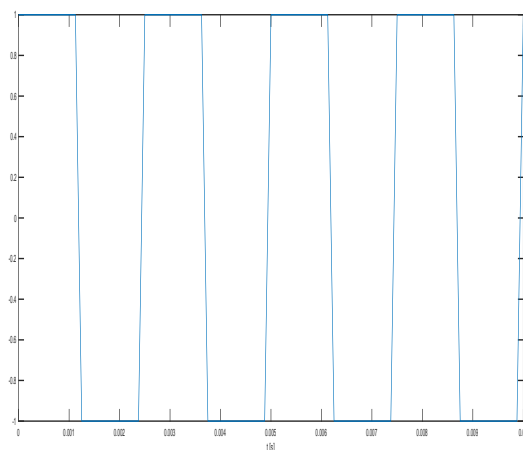


GWM:

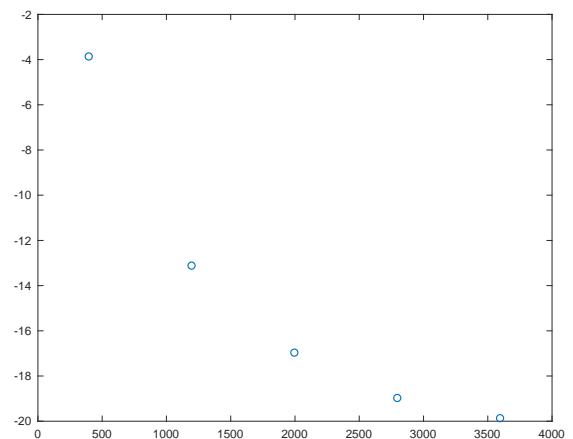


b) Sygnał prostokątny

Przebieg czasowy:



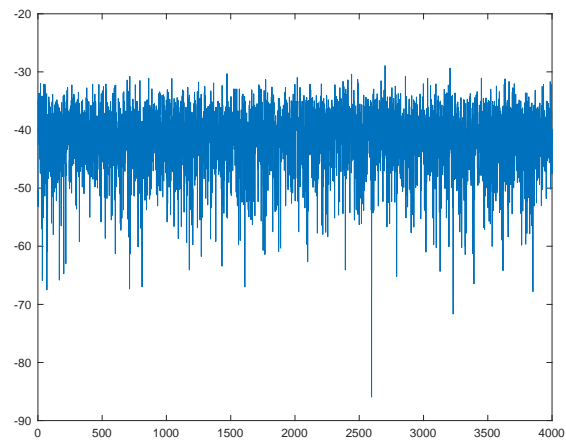
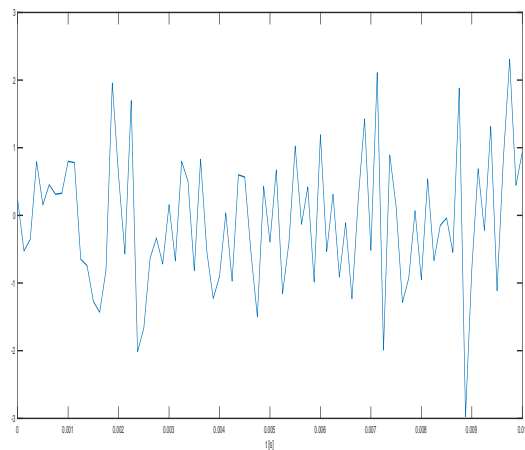
GWM:



c) Sygnał losowy

Przebieg czasowy:

GWM:



Wnioski do części a), b), oraz c):

Przy sinusie pojawia się „pik” przy częstotliwości sinusa (400Hz), natomiast reszta to szumy. Przy prostokącie gęstość widmowa mocy jest punktowa, a nie ciągła, jak przy sinusie. Pojawiają się one przy wielokrotnościach częstotliwości prostokąta. Szum biały jest losowy, dlatego gęstość widmowa mocy także jest losowa.

Kod m-file’a:

```
close all;
clc

f = 400;
fp = 8000;
N = fp;
A = 1;
i = (0:N-1)';
x = A * sin(2 * pi * f / fp * i);
prostokat = repmat([ones(fp/2/f,1); -ones(fp/2/f,1)], [400,1]);
szum = randn(N,1);
%plot(i(1:100)/fp,x(1:100));
%plot(i(1:100)/fp,prostokat(1:100));
plot(i(1:100)/fp,szum(1:100));
xlabel('t [s]')

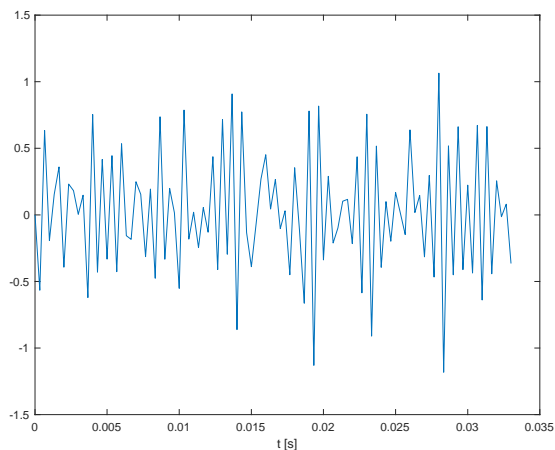
figure;
% obliczenie gęstości widmowej mocy -- rozdzielczość widmowa 1Hz
%fft_x = fft(x,fp)/N;
%fft_x = fft(prostokat,fp)/N;
fft_x = fft(szum,fp)/N;
gwm_x = 20*log10(abs(fft_x));
plot((0:fp/2),gwm_x(1:fp/2+1));
xlabel('f [Hz]')
```

Zadanie 2

a) Sygnał 1

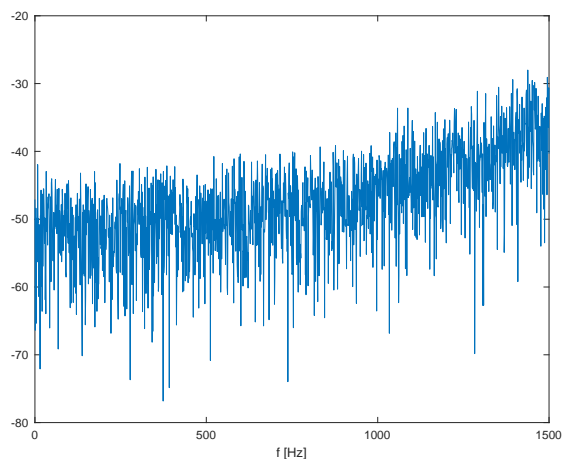
Przebieg czasowy:

GWM:



Interpretacja:

Sygnal wygląda jak sygnał losowy.

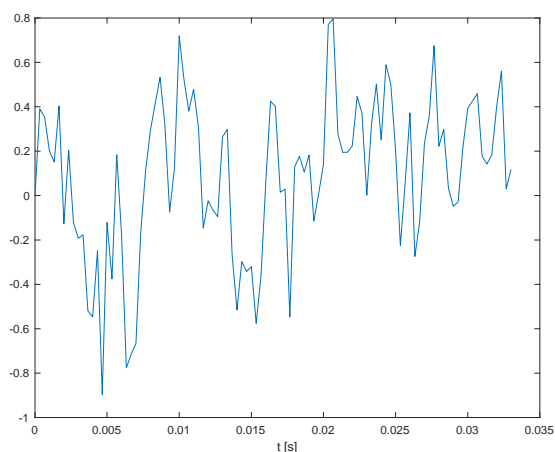


Interpretacja:

Szum z przewagą wysokich częstotliwości.

b) Sygnał 2

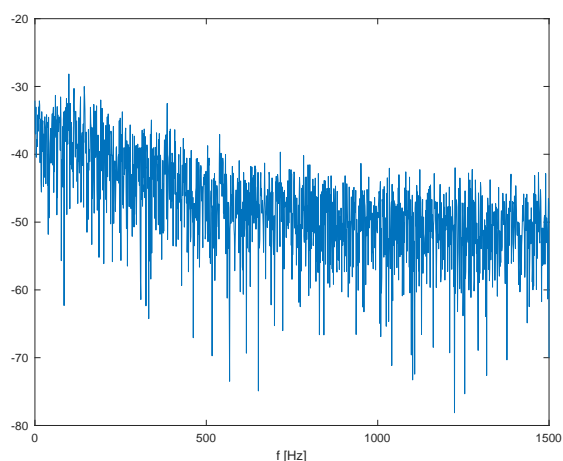
Przebieg czasowy:



Interpretacja:

Sygnal wygląda jak sygnał losowy.

GWM:



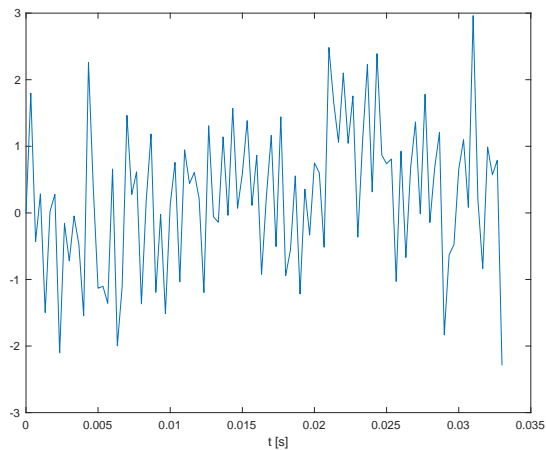
Interpretacja:

Szum z przewagą niskich częstotliwości.

c) Sygnał 3

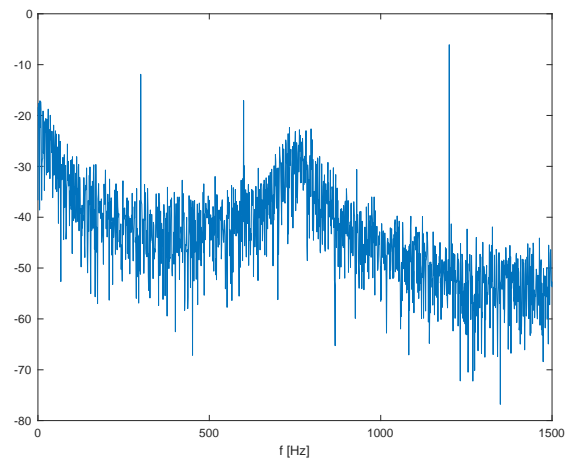
Przebieg czasowy:

GWM:



Interpretacja:

Sygnał wygląda jak sygnał losowy.



Interpretacja:

3 sinusoidy o częstotliwościach 300, 600 i 1200 Hz. Dołożony jest do nich szum pasmowy.

Kod m-file'a:

```
close all;
clc

f = 400;
fp = 3000;
N = fp;
A = 1;
i = (0:999)';

figure;
%x = importdata('..\Materiały\syg_2018\sygnaly_00\syg04_3000Hz');
%x = importdata('..\Materiały\syg_2018\sygnaly_00\syg05_3000Hz');
x = importdata('..\Materiały\syg_2018\sygnaly_00\syg06_3000Hz');
plot(i(1:100)/fp,x(1:100));
xlabel('t [s]')

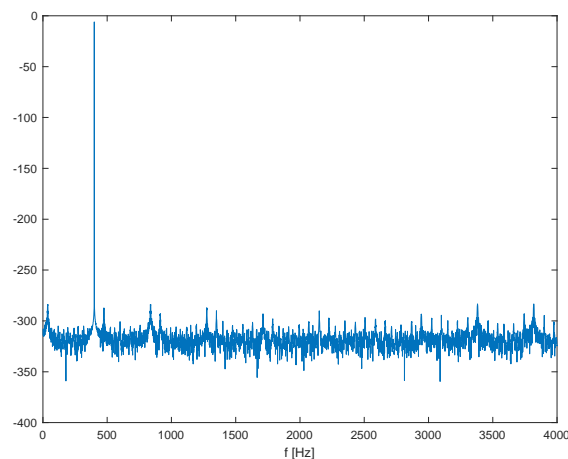
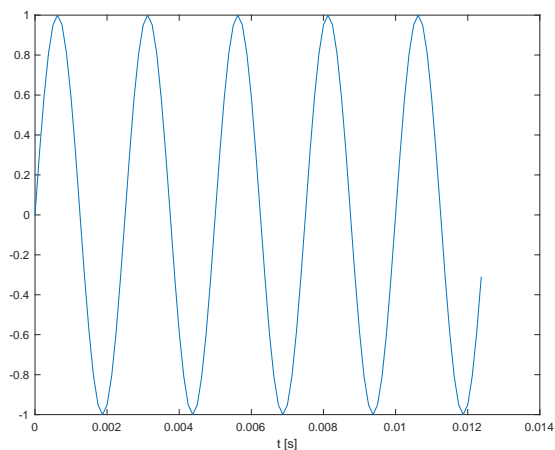
figure;
% obliczenie gęstości widmowej mocy -- rozdzielczość widmowa 1Hz
fft_x = fft(x,fp)/N;
gwm_x = 20*log10(abs(fft_x));
plot((0:fp/2),gwm_x(1:fp/2+1));
xlabel('f [Hz]')
```

Zadanie 3

1. Sygnał sinusoidalny

Przebieg czasowy:

GWM:



Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:

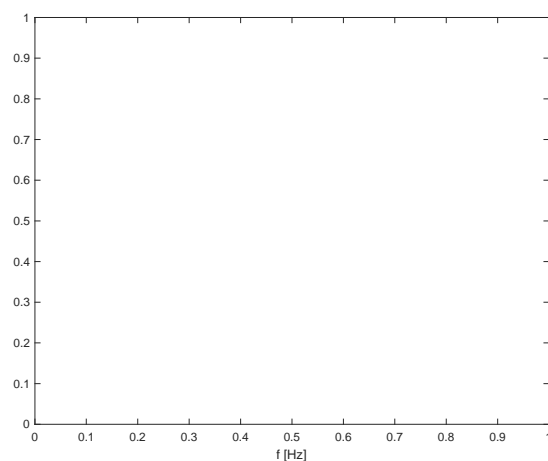
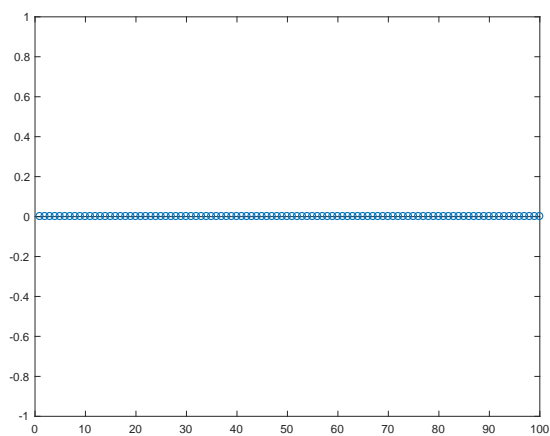
Czysty dźwięk sinusoidalny.

2. Kwantyzacja

a) Sygnał sinusoidalny po kwantyzacji na 2 bitach, porównanie z sygnałem sinusoidalnym

Przebieg czasowy:

GWM:



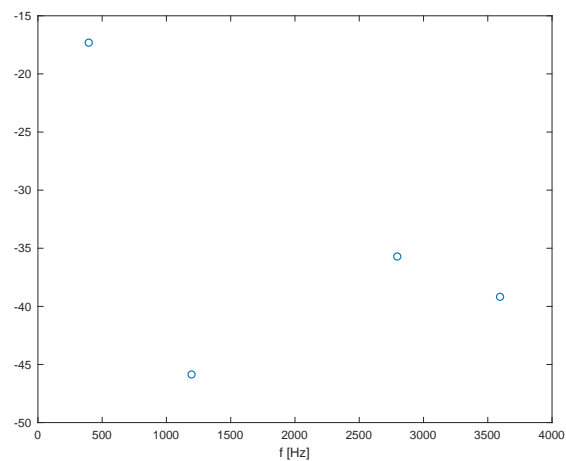
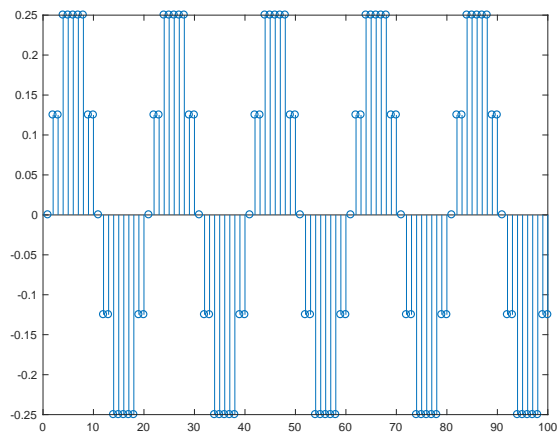
Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:

Nie słychać nic. Jest to spowodowane zbyt małą rozdzielczością przetwornika.

b) Sygnał sinusoidalny po kwantyzacji na 4 bitach, porównanie z sygnałem sinusoidalnym

Przebieg czasowy:

GWM:



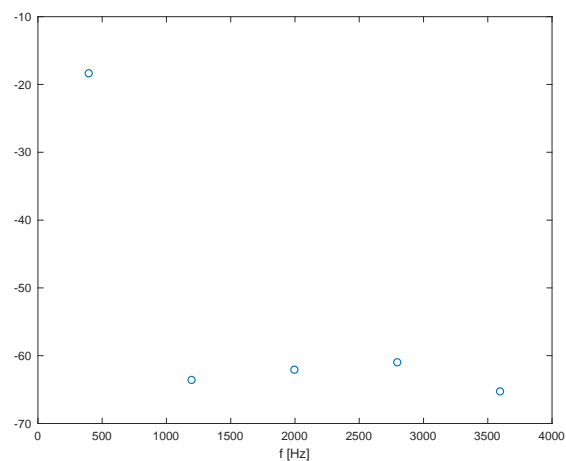
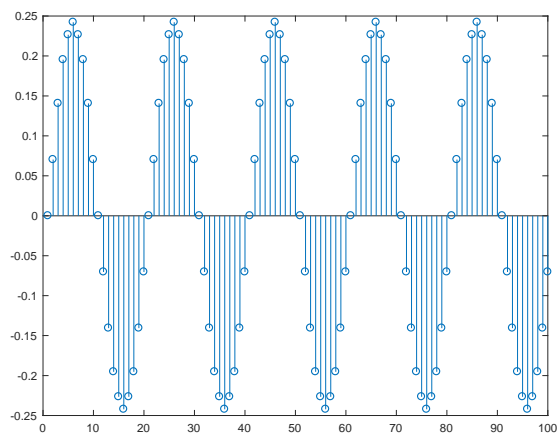
Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:

Duży udział wysokich częstotliwości.

c) Sygnał sinusoidalny po kwantyzacji na 8 bitach, porównanie z sygnałem sinusoidalnym

Przebieg czasowy:

GWM:



Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:

Dźwięk coraz bardziej zbliża się do oryginalnego dźwięku.

Kod m-file'a:

```
close all;
clc

f = 400;
fp = 8000;
N = fp;
A = 0.24;
i = (0:N-1)';
x = A * sin(2 * pi * f / fp * i);
plot(i(1:100)/fp,x(1:100));
xlabel('t [s]')

figure;
% obliczenie gęstości widmowej mocy -- rozdzielczość widmowa 1Hz
fft_x = fft(x,fp)/N;
gwm_x = 20*log10(abs(fft_x));
```

```

plot((0:fp/2),gwm_x(1:fp/2+1));
xlabel('f [Hz]')

figure;

% kwantyzacja
%b = 2;
%b = 4;
b = 8;
q = 2/(2^b);
xq = round(x/q)*q;

% kwantyzacja z ditheringiem
%d = 0.5*(rand(N,1)-rand(N,1));
%xq = round(x/q+d)*q;
stem((1:100),xq(1:100));

% obliczenie gÄ™stoÅ>ci widmowej mocy -- rozdzielczoÅ>Å# widmowa 1Hz
figure;
fft_x = fft(xq,fp)/N;
gwm_x = 20*log10(abs(fft_x));
plot((0:fp/2),gwm_x(1:fp/2+1), 'o');
xlabel('f [Hz]')

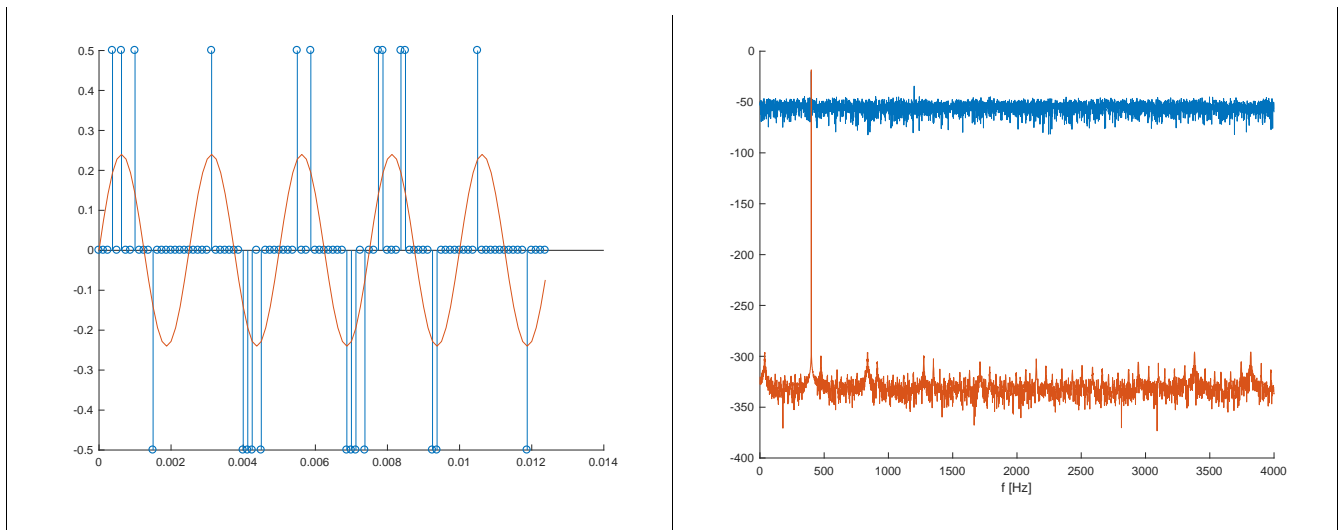
```

3*. Dithering

- a) Sygnał sinusoidalny po zastosowaniu ditheringu i następnie po kwantyzacji na 2 bitach, porównanie z sygnałem sinusoidalnym i sygnałem po kwantyzacji bez zastosowania ditheringu

Przebieg czasowy:

GWM:



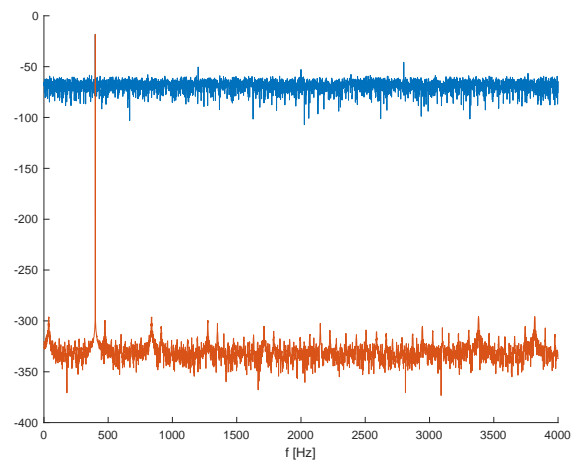
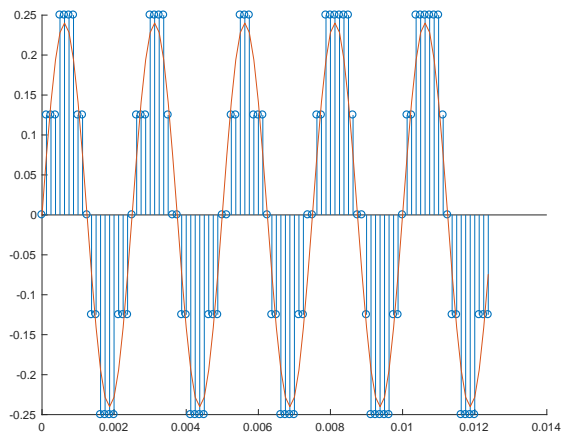
Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:

Słychać głównie szum związany z ditheringiem. Dźwięk nie jest czysty. Przybliżenie związane z próbkowaniem nie odzwierciedla sygnału rzeczywistego w dobry sposób, aczkolwiek powstały sygnał nie jest zerowy.

- b) Sygnał sinusoidalny po zastosowaniu ditheringu i następnie po kwantyzacji na 4 bitach, porównanie z sygnałem sinusoidalnym i sygnałem po kwantyzacji bez zastosowania ditheringu

Przebieg czasowy:

GWM:



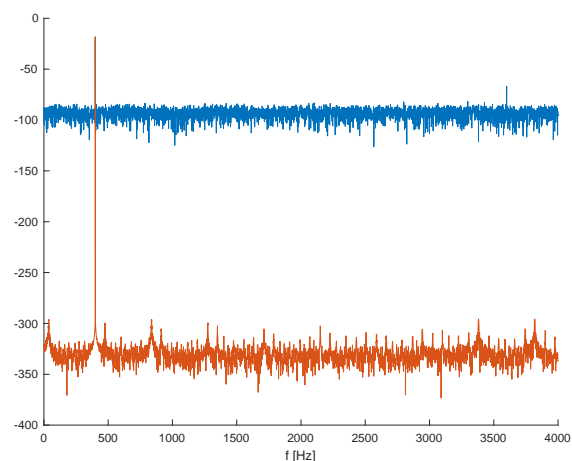
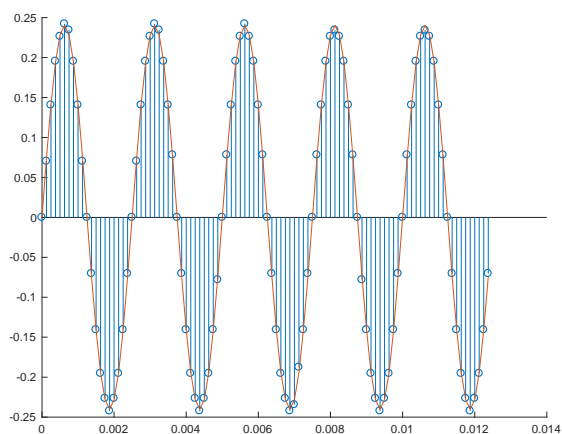
Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:

Nadal słyhać trochę szumu, ale sygnał jest czystszy niż przy 2-bitach. Przybliżenie związane z próbkowaniem lepiej odzwierciedla sygnał rzeczywisty.

- c) Sygnał sinusoidalny po zastosowaniu ditheringu i następnie po kwantyzacji na 8 bitach, porównanie z sygnałem sinusoidalnym i sygnałem po kwantyzacji bez zastosowania ditheringu

Przebieg czasowy:

GWM:



Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:

Dźwięk jest czysty, zbliżony do oryginału. Przybliżenie związane z próbkowaniem odzwierciedla sygnał rzeczywisty w dobry sposób.

Kod m-file'a:

```
close all;
clc

f = 400;
fp = 8000;
N = fp;
A = 0.24;
i = (0:N-1)';
x = A * sin(2 * pi * f / fp * i);
plot(i(1:100)/fp,x(1:100));
xlabel('t [s]')
```



```

i2 = (0:10*N-1);
x2 = A * sin(2 * pi * f / fp * i2);
%sound(x2)

figure;
% obliczenie gęstości widmowej mocy -- rozdzielczość widmowa 1Hz
fft_x = fft(x,fp)/N;
gwm_x = 20*log10(abs(fft_x));
plot((0:fp/2),gwm_x(1:fp/2+1));
xlabel('f [Hz]')

figure;
% kwantyzacja
b = 8;
q = 2/(2^b);
xq = round(x/q)*q;

% kwantyzacja z ditheringiem
d = 0.5*(rand(N,1)-rand(N,1));
xq = round(x/q+d)*q;
hold on;
stem(i(1:100)/fp,xq(1:100));
plot(i(1:100)/fp,x(1:100));
hold off;
sound(xq, fp)

% obliczenie gęstości widmowej mocy -- rozdzielczość widmowa 1Hz
figure;
fft_x2 = fft(xq,fp)/N;
gwm_x2 = 20*log10(abs(fft_x2));
hold on;
plot((0:fp/2),gwm_x2(1:fp/2+1));
plot((0:fp/2),gwm_x(1:fp/2+1));
hold off;
xlabel('f [Hz]')

```