**Laboratorium Podstaw Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów**

**Protokół z ćwiczenia**: Sygnały

Imię i nazwisko: Grupa: Data:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dawid Tobor, Paweł Woźniak | 1 | 3.12.2018 |

**Przebieg ćwiczenia:**

**Zadanie 1**

1. Sygnał sinusoidalny

*Przebieg czasowy: GWM:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1. Sygnał prostokątny

*Przebieg czasowy: GWM:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1. 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**

1. Sygnał 1

*Przebieg czasowy: GWM:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

*Interpretacja: Interpretacja:*

|  |  |
| --- | --- |
| Sygnał wygląda jak sygnał losowy. | Szum z przewagą wysokich częstotliwości. |

1. Sygnał 2

*Przebieg czasowy: GWM:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

*Interpretacja: Interpretacja:*

|  |  |
| --- | --- |
| Sygnał wygląda jak sygnał losowy. | Szum z przewagą niskich częstotliwości. |

1. Sygnał 3

*Przebieg czasowy: GWM:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

*Interpretacja: Interpretacja:*

|  |  |
| --- | --- |
| Sygnał wygląda jak sygnał losowy. | 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('../MateriaÅ‚y/syg\_2018/sygnaly\_00/syg04\_3000Hz');  %x = importdata('../MateriaÅ‚y/syg\_2018/sygnaly\_00/syg05\_3000Hz');  x = importdata('../MateriaÅ‚y/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**

1. 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. |

1. Sygnał sinusoidalny po kwantyzacji na 4 bitach, porównanie z sygnałem sinusoidalnym

*Przebieg czasowy: GWM:*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

*Wnioski z wykresów i wrażenia odsłuchowe:*

|  |
| --- |
| Duży udział wysokich częstotliwości. |

1. 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 gÄ™stoÅ›ci widmowej mocy -- rozdzielczoÅ›Ä‡ 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›Ä‡ 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**

1. 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. |

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

1. 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 gÄ™stoÅ›ci widmowej mocy -- rozdzielczoÅ›Ä‡ 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]') |