

Politechnika Poznańska
Wydział Informatyki i Telekomunikacji

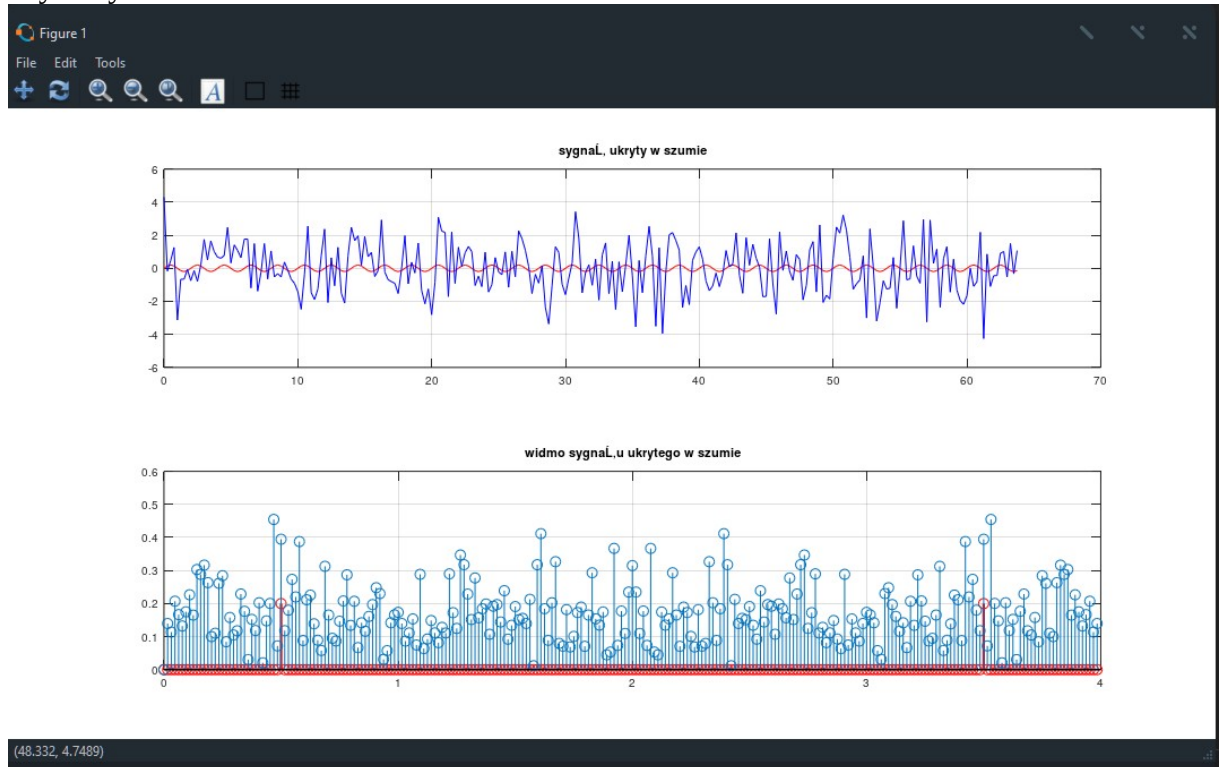
Wstęp do Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów - Laboratorium

Uśrednianie widm FFT

1. Ćwiczenie

1. Czy dla podanych paramentów sygnału sinusoidalnego występuje przeciek widma (CPS_fft_sin_noise.m)? Czy na podstawie analizy wykresów sygnału szumowego, można łatwo wywnioskować, że istnieje sygnał cykliczny, ukryty w szumie?

Wykresy:



Odpowiedzi:

Zauważamy, że cała energia sinusa jest skupiona w dwóch prążkach, wokół nich nie pojawiły się żadne inne, zatem przeciek widma nie występuje.

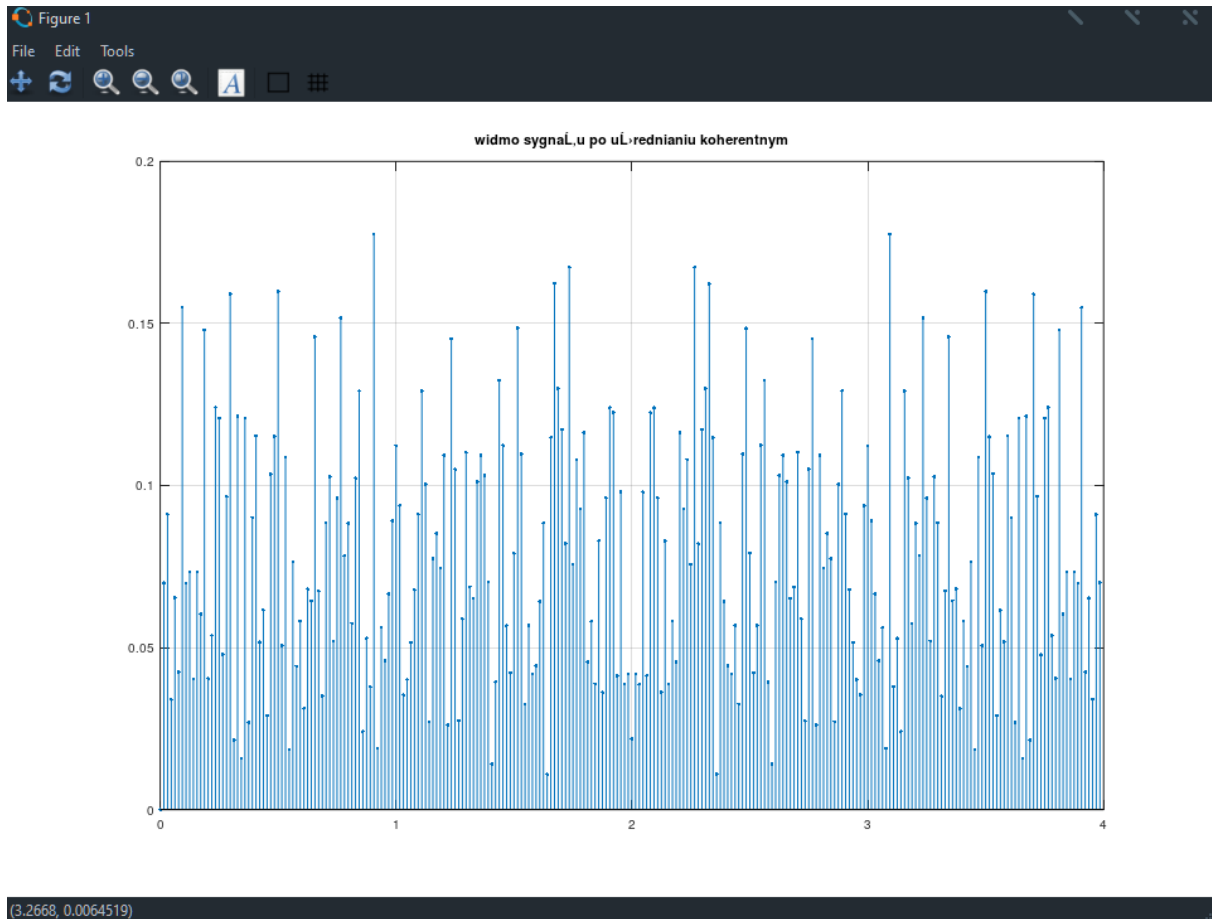
Analiza zarówno zaszumionego sygnału oraz jego widma, nie pozwala łatwo wywnioskować, że wśród szumu ukryty jest sygnał cykliczny.

4 pkt

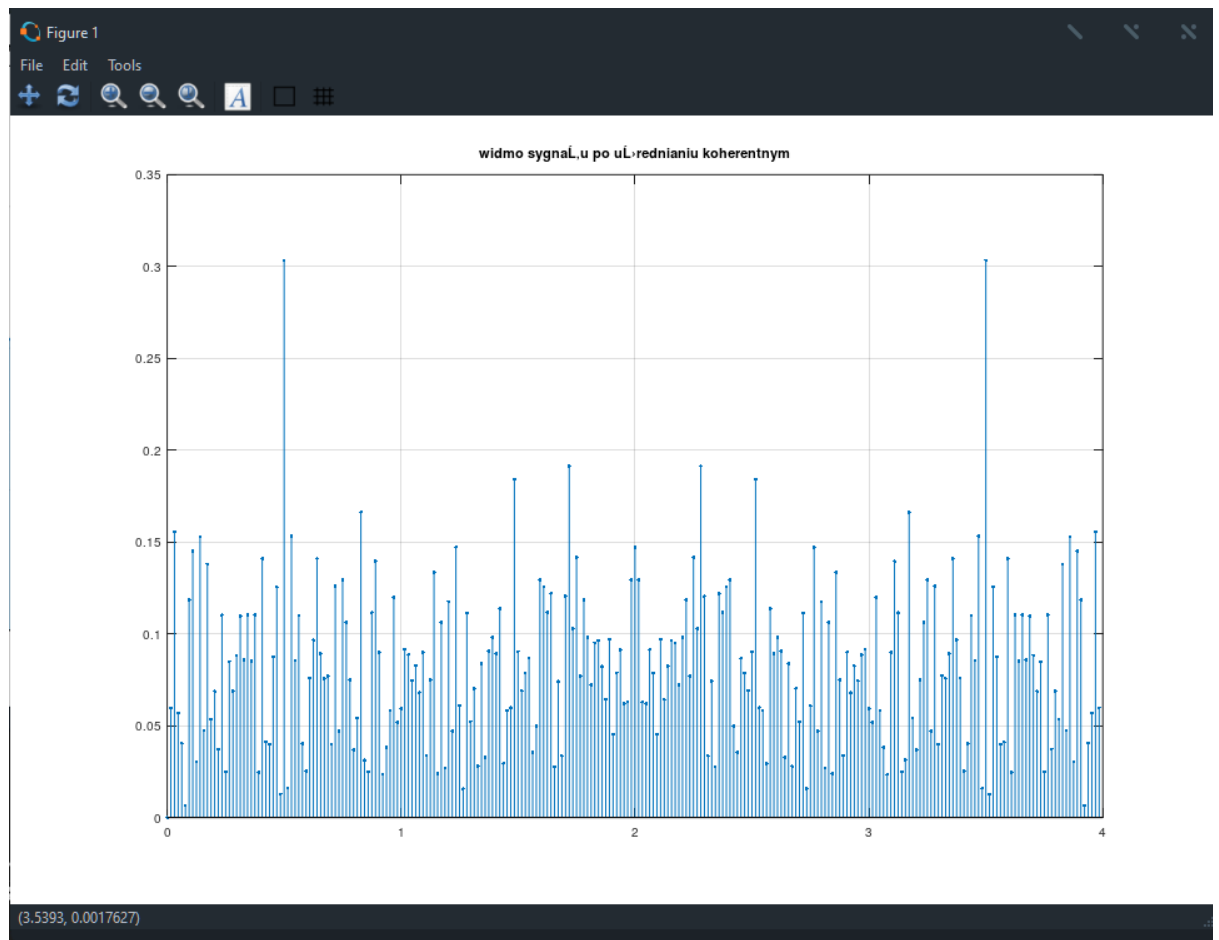
2. Zbadaj własności i skuteczność metody koherentnego uśredniania widm (CPS_KOH_fft.m), dla kilku, kilkudziesięciu, kilkuset uśrednionych transformat.

Wykresy:

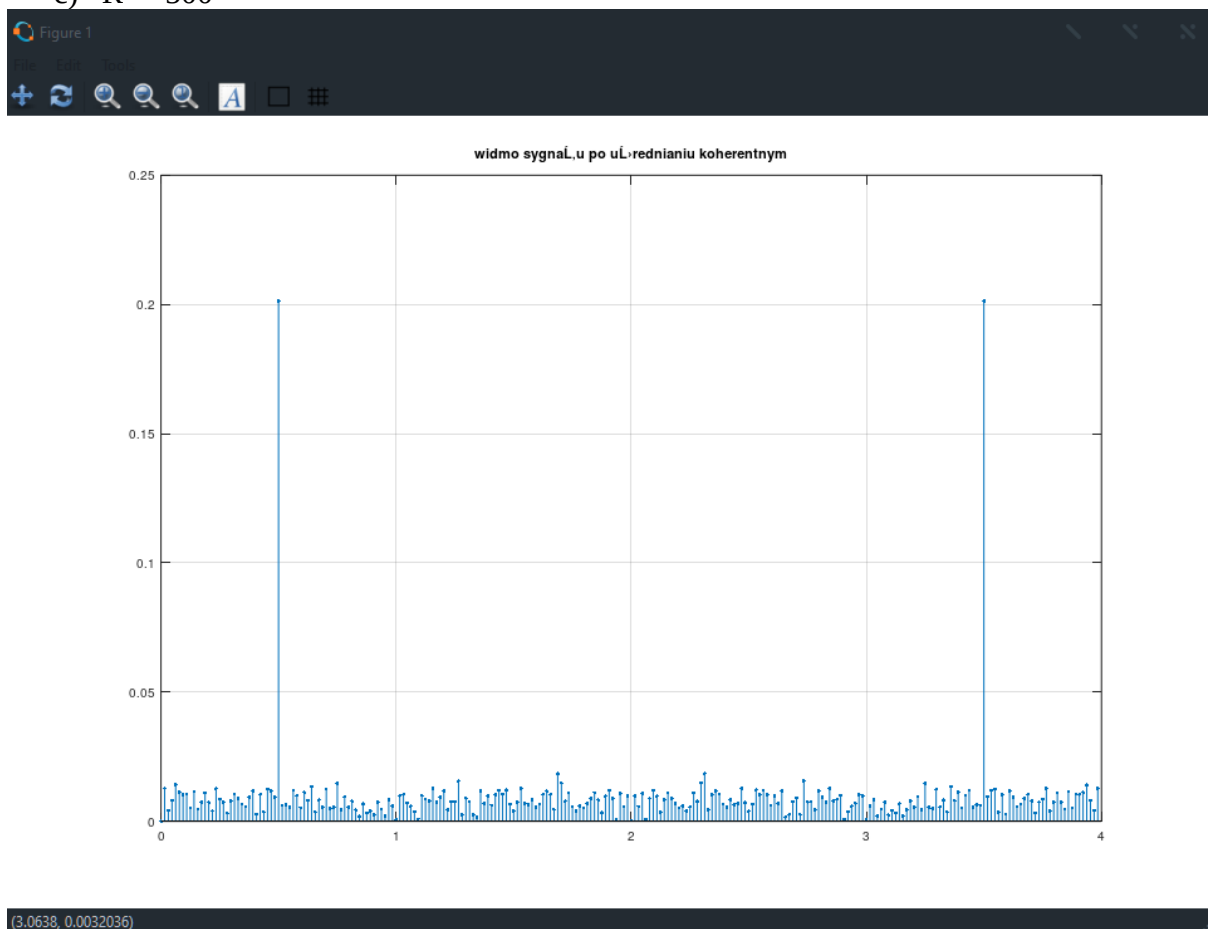
a) $R = 5$



b) $R = 50$



c) $R = 500$



Wnioski z. 2:

Zauważamy, że w przypadku wykorzystania metody koherentnego uśredniania widm, zwiększanie ilości uśrednionych transformat do kilkuset (parametr R), pozwala na ustalenie, gdzie w zaszumionym widmie znajduje się prążek reprezentujący częstotliwość oraz amplitudę sygnału ukrytego w szumie, prążki odpowiedzialne za szum po uśrednieniu, mają bardzo małe amplitudy rzędu 0.01, zatem w zasadzie przestają mieć wpływ na wyjściowy sygnał.

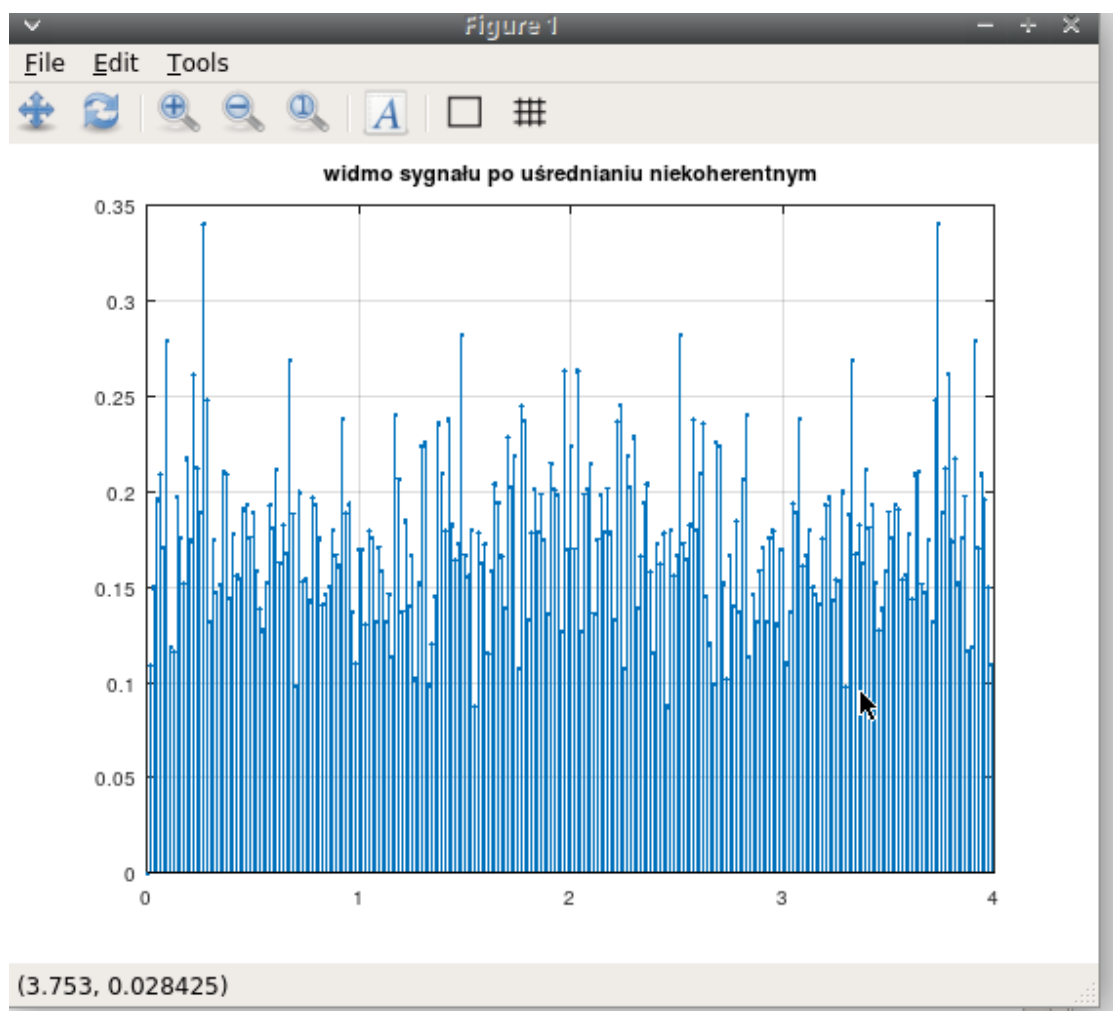
3 pkt

amplituda prążków sygn. ukrytego w szumie jak się zmienia?

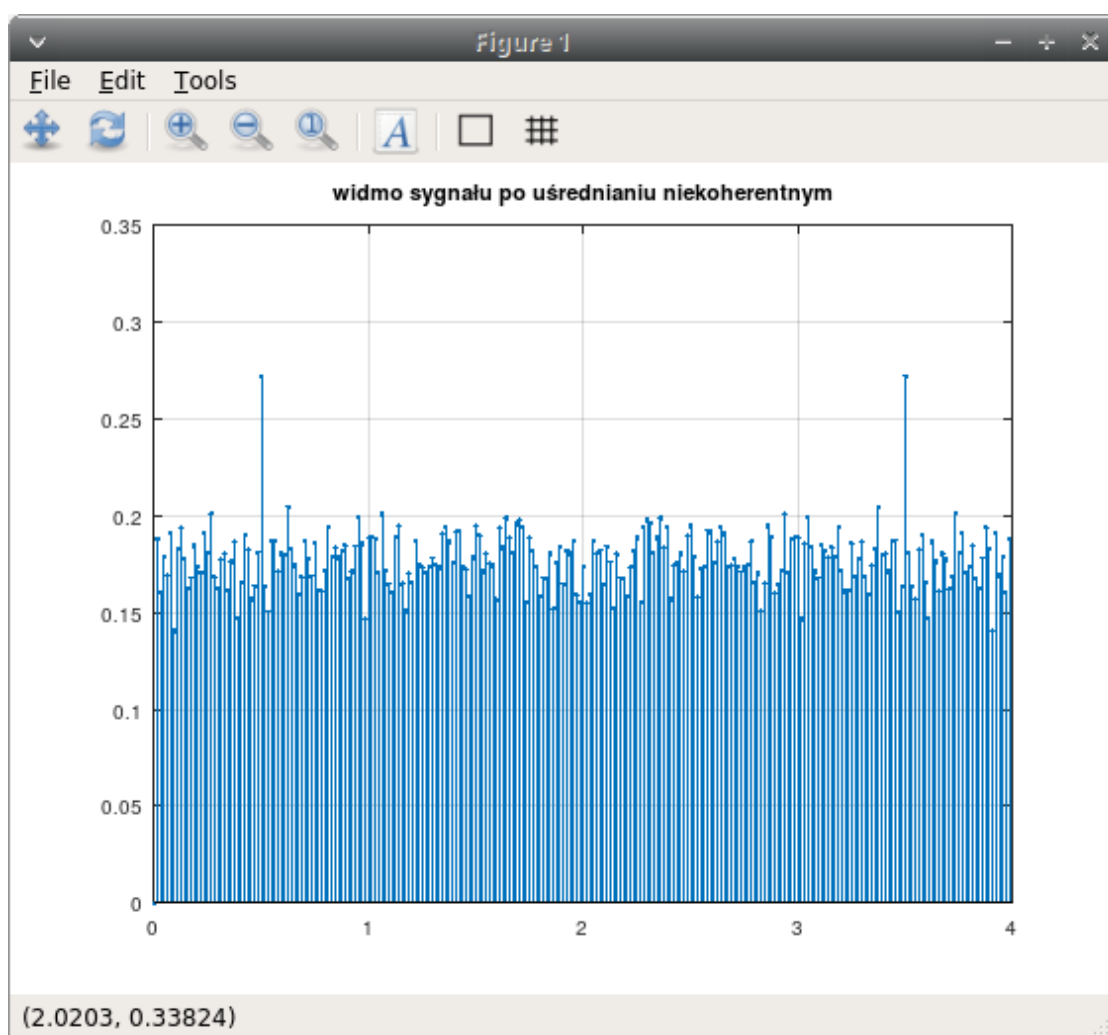
co z podłogą szumowa jak się zmienia?

3. Zbadaj własności i skuteczność metody niekoherentnego uśredniania widm (CPS_NKOH_fft.m), dla kilku, kilkadziesiąt, kilkuset uśrednionych transformat (liczby takie same jak w pkt.2).

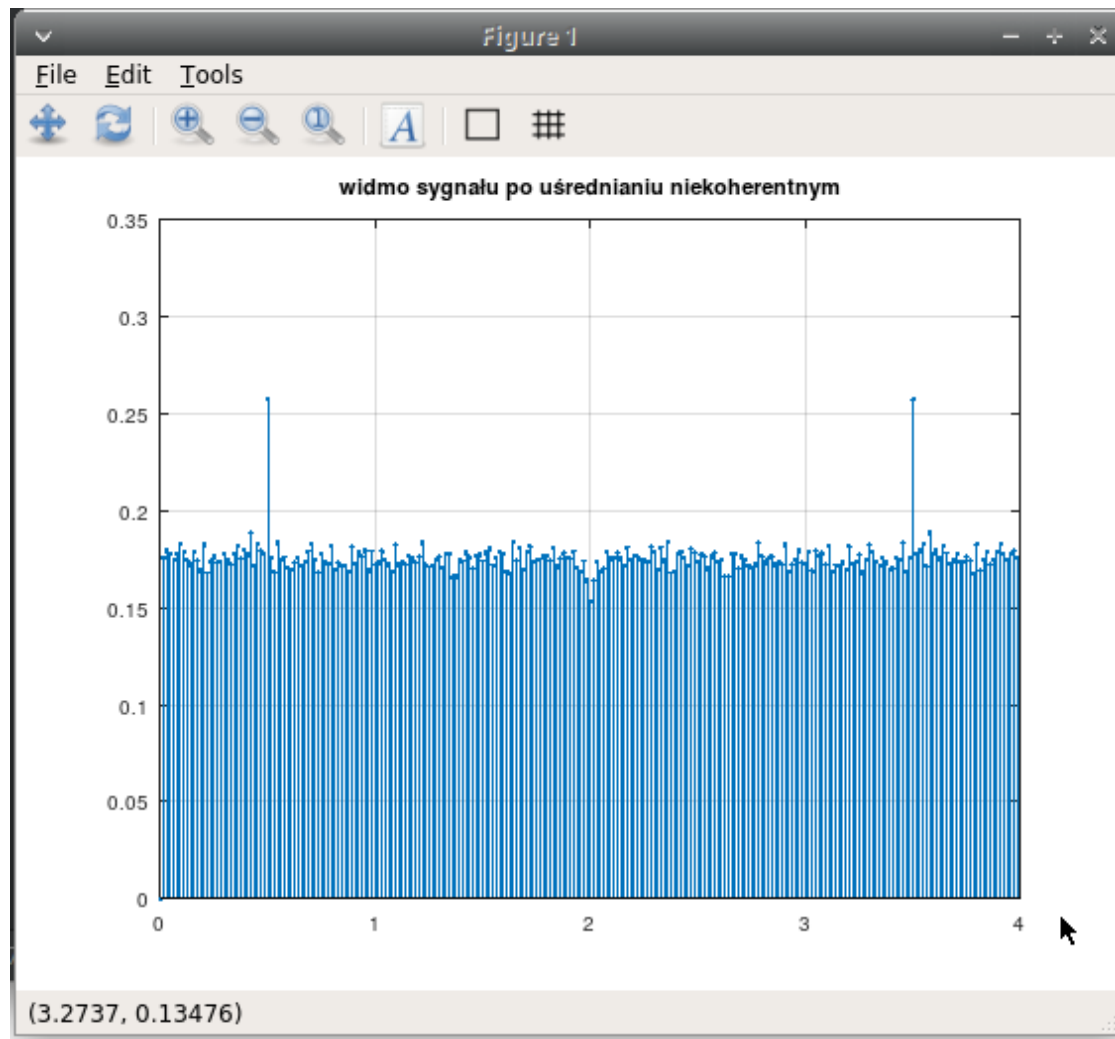
a) $R = 5$



b) $R = 50$



c) $R = 500$



Wnioski do z.3:

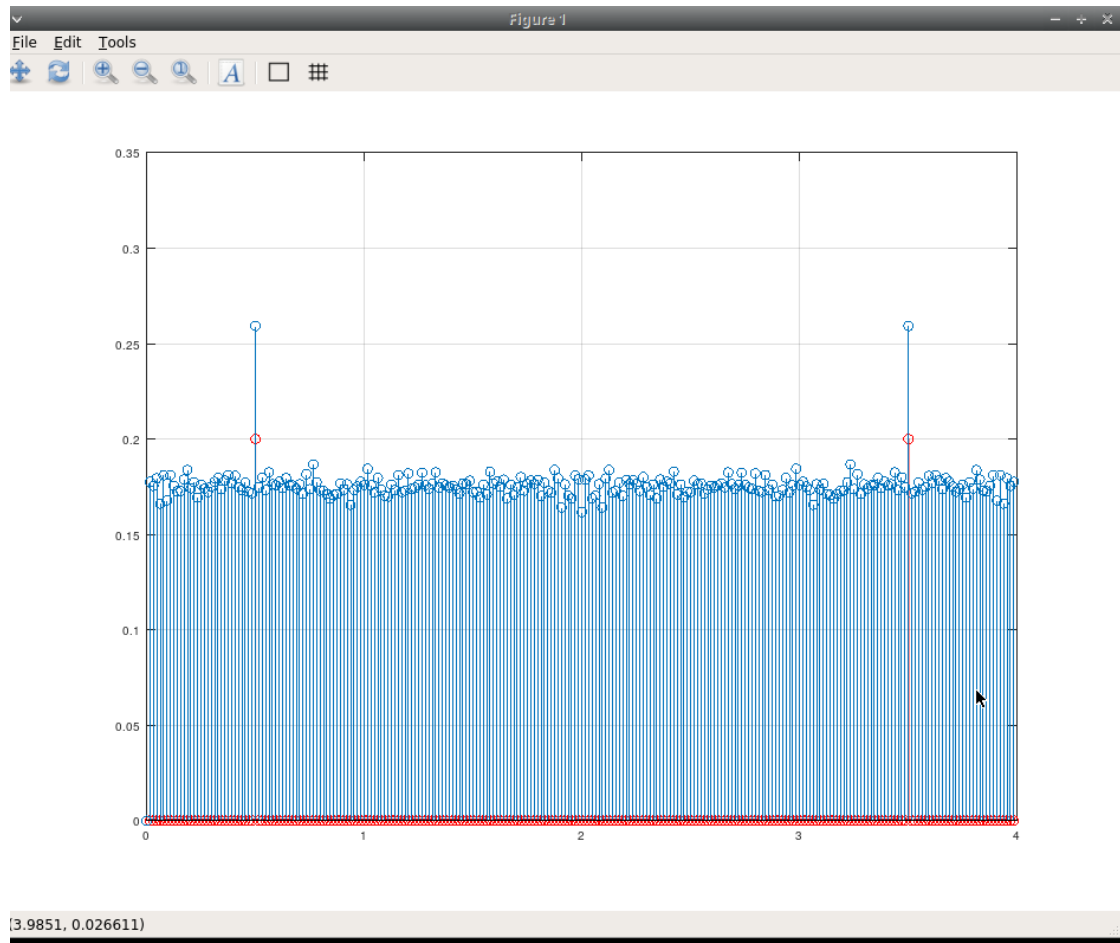
G_{pk}

Metoda ta różni się od poprzedniej, tym że amplituda uśrednionych prążków nie jest bliska zeru, a wynosi ok. 0.17, również ostateczna amplituda prążków odpowiadających za sygnał ukryty w szumie, jest nieco wyższa niż w poprzednim przypadku, teraz wynosi ok. 0.255, a wtedy wynosiła 0.2. Zauważamy, że w okolicy połowy częstotliwości próbkowania występuje spadek amplitudy prążków tam umieszczonych.

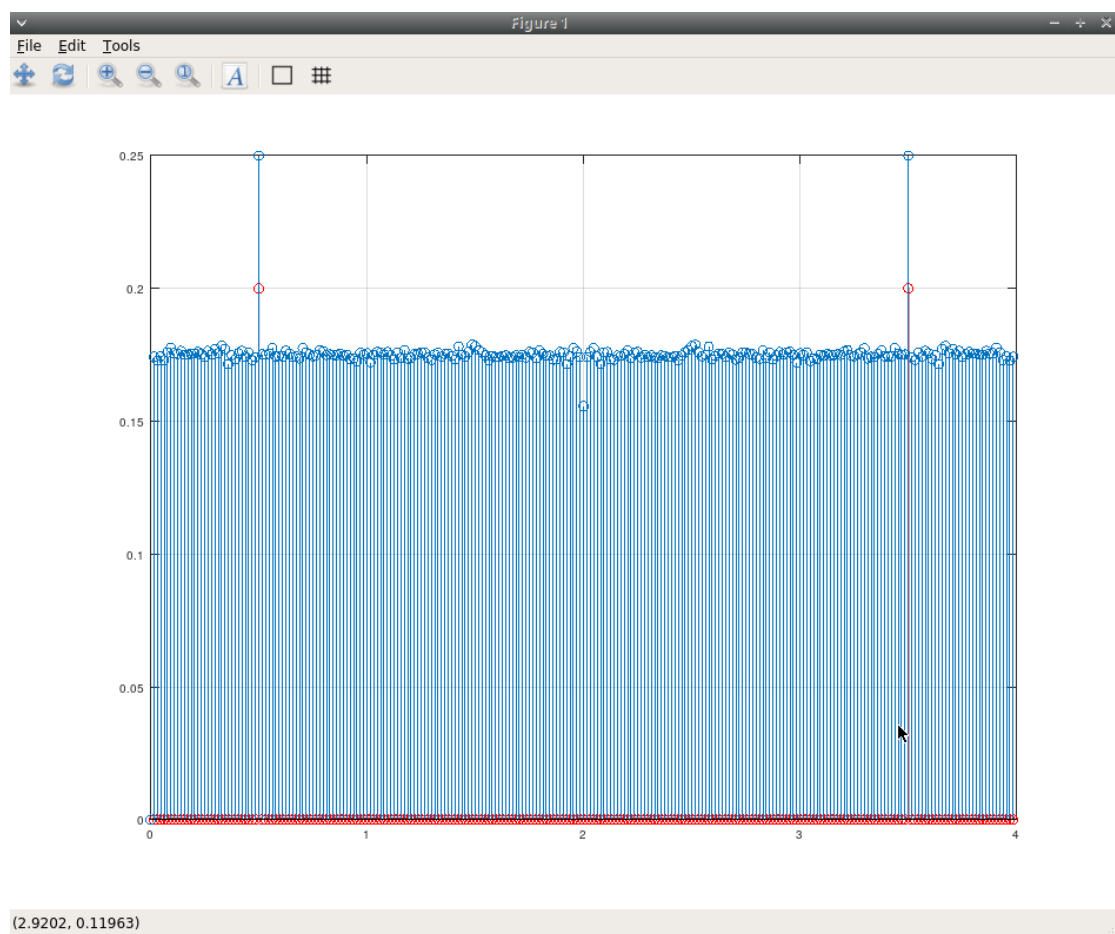
✓

4. Zbadaj zachowanie widma szumu dla uśredniania niekoherentnego. Co się dzieje przy wzroście liczby uśrednień? (kilkaset, kilka tysięcy, kilkadziesiąt tysięcy uśrednień) (CPS_NKOH_fft_noise_floor.m)

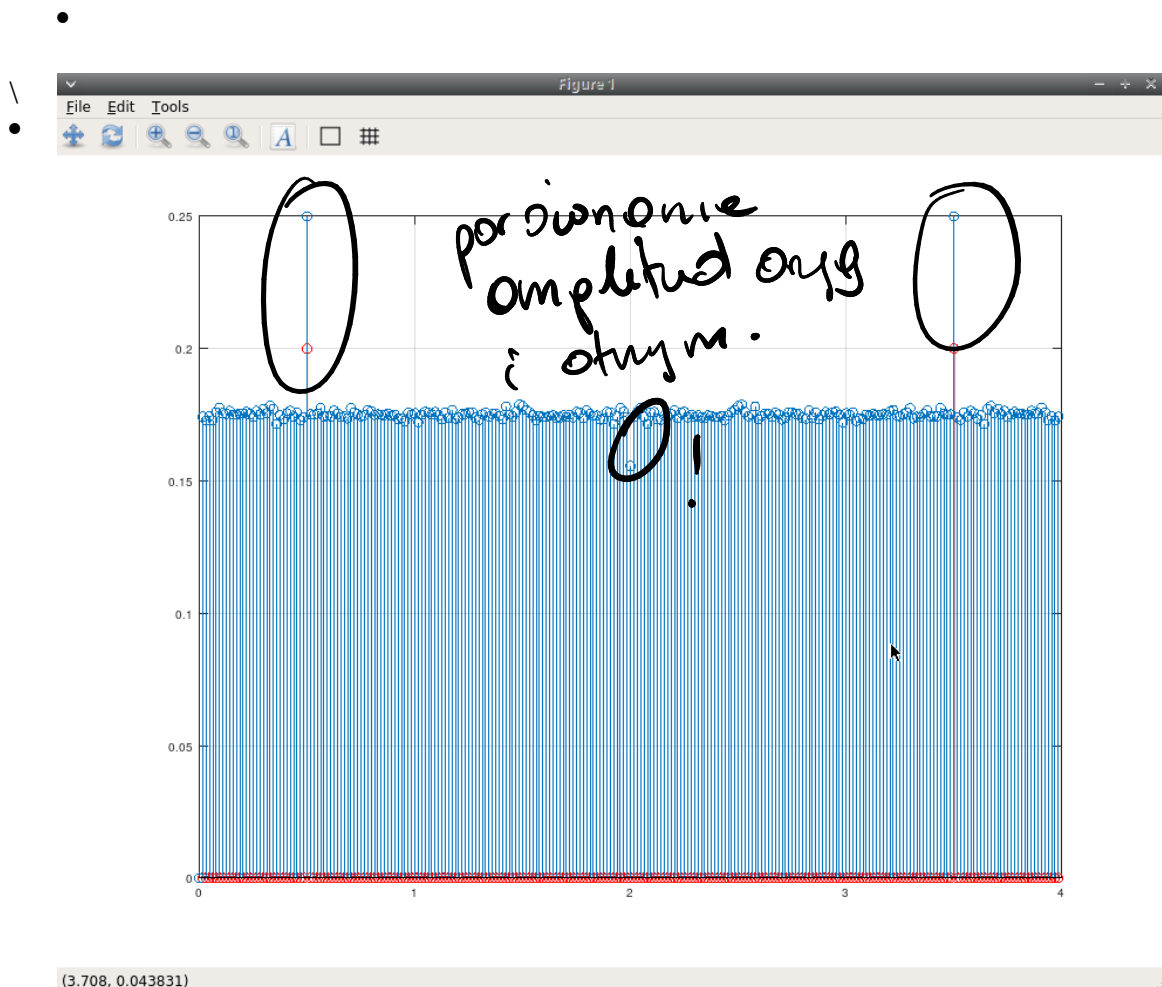
a) $R = 500$



b) $R = 5000$



c) $R = 50000$



Zwiększanie liczby uśrednionych transformat w zadaniu 4, powoduje, że prążki nie należące do naszego sygnału są jakby dokładniej uśredniane, odchylenie amplitud kolejnych prążków jest mniejsze, niż przy mniejszej ilości uśrednionych transformat.

3 pkt

5. Napisz wnioski wynikające z porównania poprzednich punktów. Czym różnią się przedstawione metody?

- Na podstawie sygnału zaszumionego oraz jego widma, nie jesteśmy w stanie w łatwy sposób, wywnioskować czy wśród szumu znajduje się jakiś sensowny sygnał. ✓
- Metoda koherentnego uśredniania widma, pozwala ustalić czy wśród szumu znajduje się jakiś sensowny sygnał, pozwala poznać częstotliwości jego składowych oraz ich amplitudy, prążki odpowiedzialne za szum zostają w zasadzie wyzerowane zatem nie będą w znaczący sposób wpływać na sygnał wyjściowy. ✓
- Uśrednianie to jest odporne na błąd fazy podczas próbkowania, ponieważ widmo amplitudowe nie zależy od momentu w którym próbkujemy, a to za jego pomocą obserwujemy efekty działania metod koherentnej i niekoherentnej.
↳ w metodzie koherentnej, uwzględniamy Re i Im !
- Metoda niekoherentna powoduje uśrednienie wartości prążków które nie są odpowiedzialne za sygnał ukryty w szumie, jednak nie przybliża ich wartości do zera, a do pewnej stałej wartości.
- Zwiększanie liczby uśrednionych transformat powoduje w zasadzie w zadaniu 4 powoduje, że
- Zwiększanie liczby uśrednionych transformat w zadaniu 4, powoduje, że prążki nie należące do naszego sygnału są jakby dokładniej uśredniane, odchylenie amplitud kolejnych prążków jest mniejsze, niż przy mniejszej ilości uśrednionych transformat.

4 pkt 20 punktów

18/21
↓
86/100

2. Wzór sprawozdania

Wstęp do cyfrowego przetwarzania sygnałów – laboratorium Temat: Uśrednianie widm FFT		
Imię i nazwisko: Marcel Garczyk		
Data ćwiczenia:	Data oddania sprawozdania:	Ocena:

Sprawozdanie powinno zawierać:

- Wykresy otrzymanych przebiegów,
- Odpowiedzi na pytania,
- Wnioski!

CPS_fft_sin_noise.m

```
% FFT
clear; clc;
f=0.5; Fs=4;
N=256;
t=0:1/Fs:(N-1)/Fs;
x=0.2*sin(2*pi*f*t); % sygnał

L=length(t);
F=Fs*(0:L-1)/L;

X=fft(x,L);
%stem(F,(2/N)*abs(X)); % sprawdzenie wycięcia bez przecieku

vvar=2.5;

g=randn(1,L);
s0=sqrt(vvar)*g;
s1=s0-mean(s0);
y=x+s1;
Y=fft(y,L);

subplot(2,1,1); plot(t,x,'r'); title('sygnał ukryty w szumie'); hold on;
plot(t,y,'b'); hold off; grid;
subplot(2,1,2); stem(F,(2/L)*abs(X),'r','LineWidth',1.5); title('widmo
sygnału ukrytego w szumie'); hold on;
stem(F,(2/L)*abs(Y)); hold off; grid;
```

CPS_KOH_fft.m

```
% Uśrednianie FFT - koherentne

clear; clc;
f=0.5; Fs=4;
N=256;
t=0:1/Fs:(N-1)/Fs;
x=0.2*sin(2*pi*f*t);           % sygnał

L=length(t);
F=Fs*(0:L-1)/L;

vvar=2.5;
R=400;                         % R: kilka, kilkadziesiąt, kilkaset
np. R: 4, 40, 400
suma1=0; suma2=0;
for i=1:R
    g=randn(1,L);
    s0=sqrt(vvar)*g;
    s1=s0-mean(s0);
    y=x+s1;
    suma1=suma1+real((2/L)*fft(y,L)); % suma czci rzeczywistych widm
    suma2=suma2+imag((2/L)*fft(y,L)); % suma części urojonych widm
end
sredniaRE=suma1/R;              % średnia z R części rzeczywistych
sredniaIM=suma2/R;              % średnia z R części urojonych

KOH=sqrt((sredniaRE).^2+(sredniaIM).^2); % moduł
%KOH=abs(sredniaRE+1i*sredniaIM);      % inne możliwości
%KOH=abs(suma1+1i*suma2)/R;

stem(F,KOH, '.'); title('widmo sygnału po uśrednianiu koherentnym'); grid; %
widmo sygnału po uśrednianiu koherentnym
```

CPS_NKOH_fft.m

```
% Uśrednianie FFT - niekoherentne

clear; clc;
f=0.5; Fs=4;
N=256;
t=0:1/Fs:(N-1)/Fs;
x=0.2*sin(2*pi*f*t);

L=length(t);
F=Fs*(0:L-1)/L;

vvar=2.5;
R=400; % R: kilka, kilkadziesiąt, kilkaset
takie same jak dla KOH koherentnego
suma=0;
for i=1:R
    g=randn(1,L);
    szum0=sqrt(vvar)*g;
    szum1=szum0-mean(szum0);
    y=x+szum1;
    suma=suma+(2/L)*abs(fft(y,L));
end
srednia=suma/R;

stem(F,abs(srednia),'.'); title('widmo sygnału po uśrednieniu
niekoherentnym'); grid;

%Rysunki ze znacznikami
% X=fft(x,L);
% subplot(2,1,1); stem(F,(2/L)*abs(X),'r'); grid;
% subplot(2,1,2); stem(F,(2/L)*abs(X),'r','Linewidth',1.5); hold on;
% stem(F,abs(srednia)); hold off; grid;
```


CPS_NKOH_fft_noise_floor.m

% Uśrednianie FFT - niekoherentne

```
clear; clc;  
f=0.5; Fs=4;  
N=256;  
t=0:1/Fs:(N-1)/Fs;  
x=0.2*sin(2*pi*f*t);
```

```
L=length(t);  
F=Fs*(0:L-1)/L;
```

```
vvar=2.5;  
R=40000;  
kilkadziesiąt tysięcy  
suma=0;
```

% R: kilkaset, kilka tysięcy,

```
for i=1:R  
    g=randn(1,L);  
    szum0=sqrt(vvar)*g;  
    szum1=szum0-mean(szum0);  
    y=x+szum1;  
    suma=suma+(2/L)*abs(fft(y,L));  
end
```

```
srednia=suma/R;
```

%Rysunki ze znacznikami

```
X=fft(x,L);  
stem(F,(2/L)*abs(X),'r','LineWidth',1.5); hold on;  
stem(F,abs(srednia)); hold off; grid;
```