

Laboratorium 5

Janusz Pawlicki

1. Wstęp

1.1 Całkowe przekształcenie Fouriera

Analiza harmoniczna sygnałów za pomocą szeregów Fouriera pozwala na badanie właściwości przebiegów wyłącznie okresowych. W praktyce jednak mamy do czynienia z sygnałami, które nie mają charakteru okresowego lub których czas trwania jest ograniczony. W takich sytuacjach analizę częstotliwościową można przeprowadzić za pomocą tzw.

ciągłego przekształcenia Fouriera $F(x(t)) = X(j\omega)$ (1). W odróżnieniu od wyniku analizy harmonicznej (szeregi Fouriera), dziedziną w ciągłej reprezentacji częstotliwościowej transformaty $X(j\omega)$ uzyskanej za pomocą przekształcenia Fouriera ma charakter ciągły

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt$$
$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega)e^{j\omega t} d\omega$$

W ogólności, reprezentacja częstotliwościowa ma charakter zespolony dlatego widmo sygnału można przedstawić w równoważnej postaci fazowo-amplitudowej (3) gdzie $A(\omega)$ stanowi gęstość widmową amplitudy, zaś $\phi(\omega)$ gęstość widmową fazy. Wówczas postać zespolona może być odtworzona w następujący sposób: $X(j\omega) = A(\omega)e^{j\phi(\omega)}$.

$$\begin{cases} A(\omega) = |X(j\omega)| \\ \phi(\omega) = \arg(X(j\omega)) \end{cases}$$

2. Przebieg laboratorium

```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
```

```

w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = sin(w0*t);

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentSignal = 0;
commentReal = 0;
commentImag = 0;

figure
subplot(3,1,1);
ylabel('x(t)');
hold on
ezplot(x,BND_t);
hold on;
grid on;

if commentSignal == 0
    v_num = subs(x, t, t_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
    stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

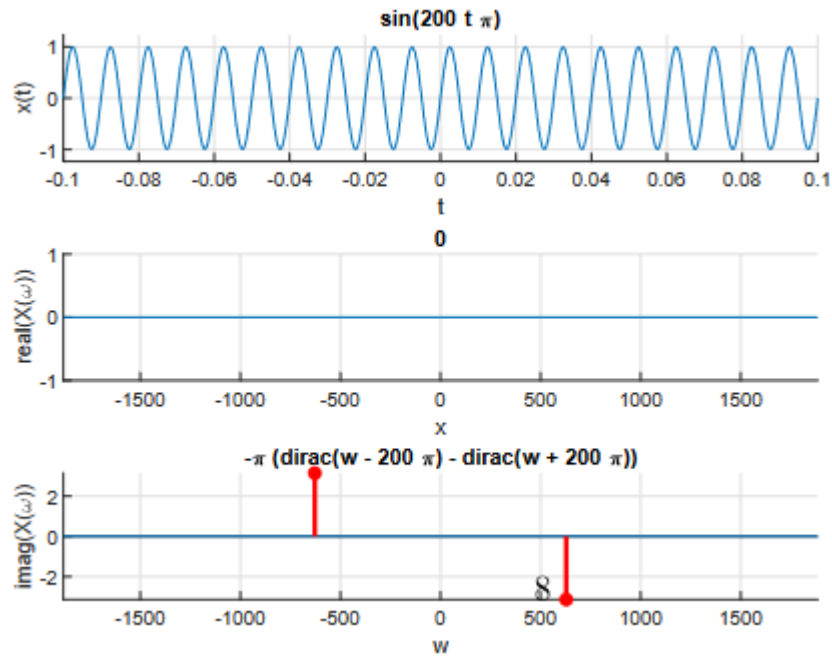
subplot(3,1,2);
ylabel('real(X(\omega))');
hold on
if commentReal == 0
    v_num = subs(real(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
ezplot(real(X_FT), BND_w);
hold on;
grid on;

subplot(3,1,3);
ylabel('imag(X(\omega))');
hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w);
if commentImag == 0
    v_num = subs(imag(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi/4*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
hold on;
grid on

```

2.1 Zadanie 1

Wykonaj obliczenia oraz wyświetl widmo sygnału sinusoidalnego aby uzyskać wynik jak na rysunku 1



2.2 Zadanie 2

Przebadaj działanie ciągłego przekształcenia Fouriera dla poniższych sygnałów:

a) sygnał $\cos(\omega_0 t)$,

```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = cos(w0*t);

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentSignal = 0;
commentReal = 0;
commentImag = 0;

figure
subplot(3,1,1);
ylabel('x(t)');
hold on
ezplot(x,BND_t);
```

```

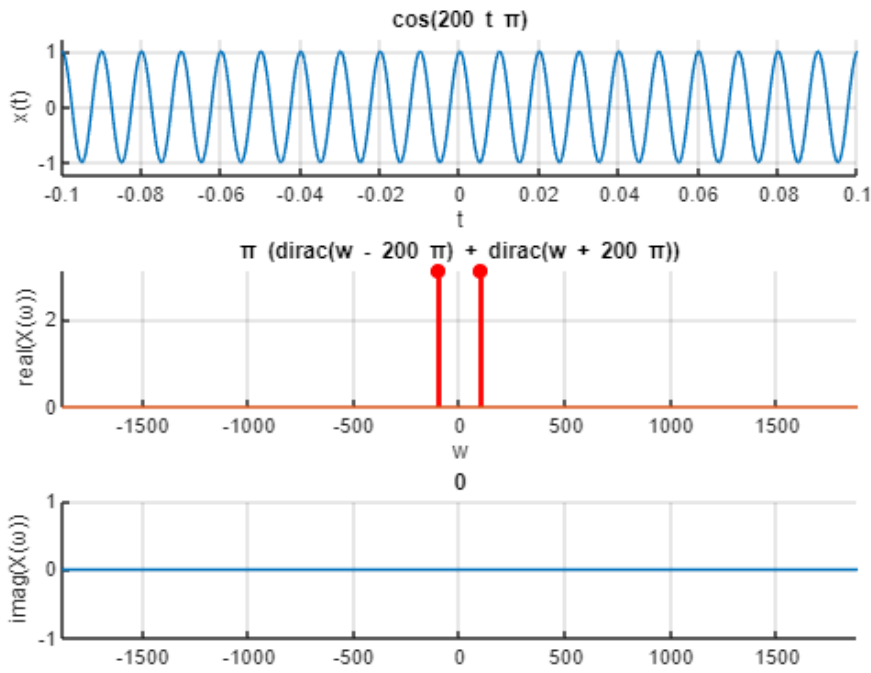
hold on;
grid on;

if commentSignal == 0
    v_num = subs(x, t, t_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
    stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

subplot(3,1,2);
ylabel('real(X(\omega))');
hold on
if commentReal == 0
    v_num = subs(real(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
ezplot(real(X_FT), BND_w);
hold on;
grid on;

subplot(3,1,3);
ylabel('imag(X(\omega))');
hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w);
if commentImag == 0
    v_num = subs(imag(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi/4*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
hold on;
grid on

```



b) sygnał stały o wartości 10 (do jego zdefiniowania należy użyć polecenia `sym(10)`),

```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = sym('10');

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentSignal = 0;
commentReal = 0;
commentImag = 0;

figure
subplot(3,1,1);
ylabel('x(t)');
hold on
ezplot(x,BND_t);
hold on;
grid on;
```

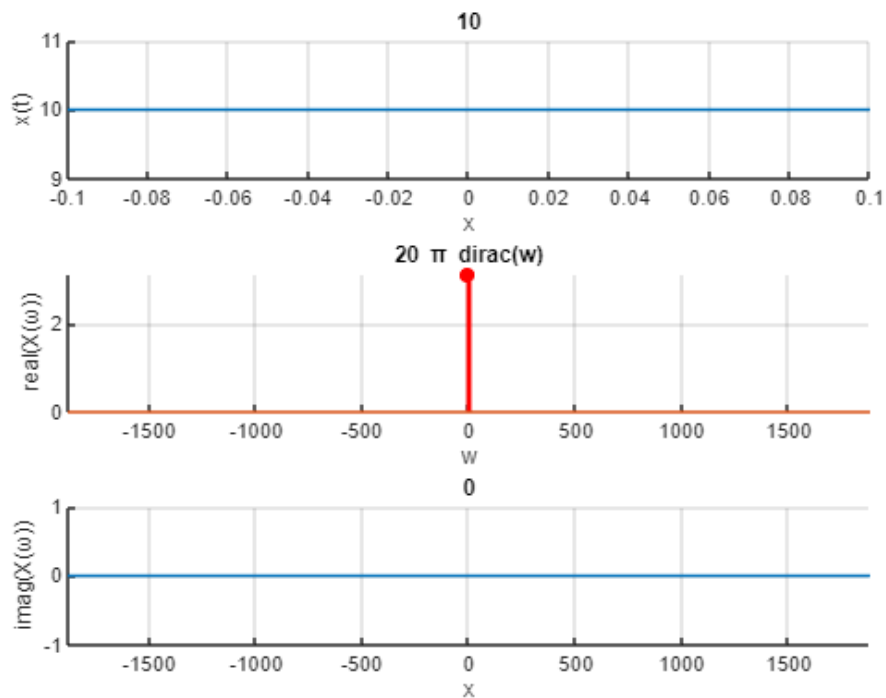
```

if commentSignal == 0
    v_num = subs(x, t, t_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
    stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

subplot(3,1,2);
ylabel('real(X(\omega))');
hold on
if commentReal == 0
    v_num = subs(real(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
ezplot(real(X_FT), BND_w);
hold on;
grid on;

subplot(3,1,3);
ylabel('imag(X(\omega))');
hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w);
if commentImag == 0
    v_num = subs(imag(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi/4*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
hold on;
grid on

```



c) skok jednostkowy o amplitudzie 1,

```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = heaviside(t);

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentSignal = 0;
commentReal = 0;
commentImag = 0;

figure
subplot(3,1,1);
ylabel('x(t)');
hold on
ezplot(x,BND_t);
hold on;
grid on;

if commentSignal == 0
    v_num = subs(x, t, t_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
    stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

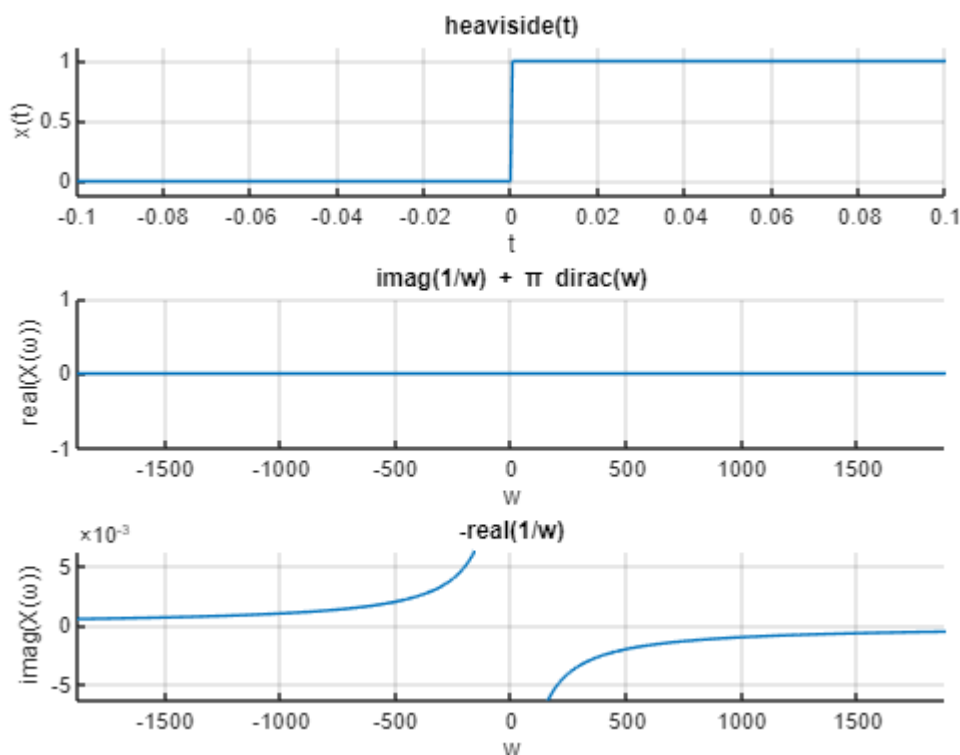
subplot(3,1,2);
ylabel('real(X(\omega))');
hold on
if commentReal == 0
    v_num = subs(real(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
ezplot(real(X_FT), BND_w);
hold on;
grid on;

subplot(3,1,3);
ylabel('imag(X(\omega))');
hold on
```

```

ezplot(imag(X_FT), BND_w);
if commentImag == 0
    v_num = subs(imag(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi/4*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
hold on;
grid on

```



d) impuls prostokątny o amplitudzie 1 oraz czasie trwania $T_i = 2/f_0$,

```

clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = rectangularPulse(-1/f0, 1/f0, t);

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentSignal = 0;

```



```

commentReal = 0;
commentImag = 0;

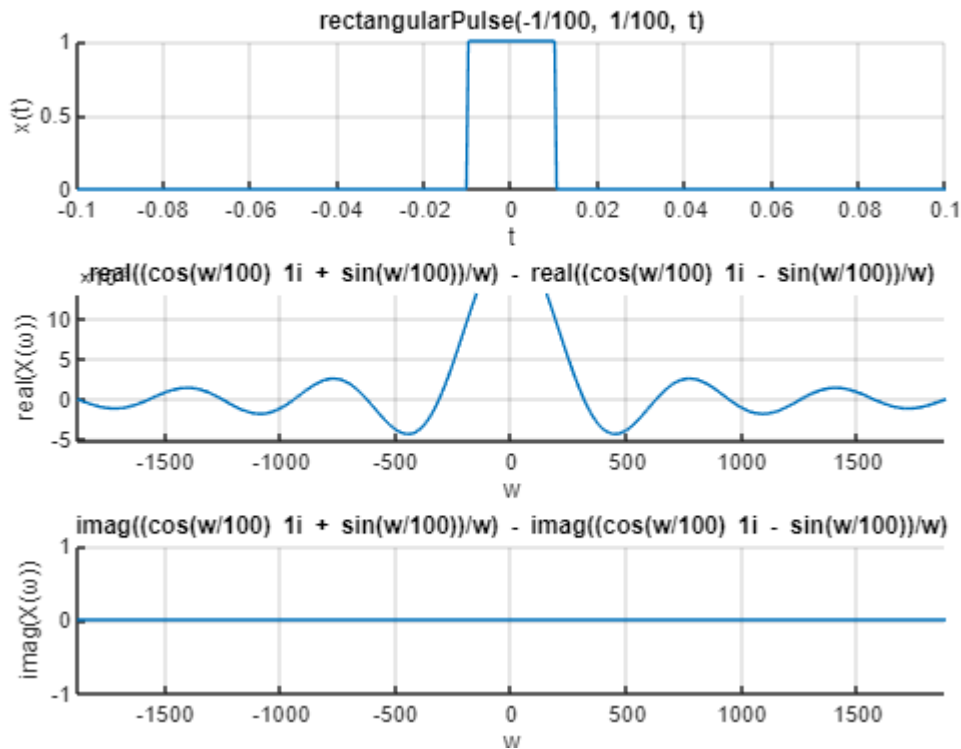
figure
subplot(3,1,1);
ylabel('x(t)');
hold on
ezplot(x,BND_t);
hold on;
grid on;

if commentSignal == 0
    v_num = subs(x, t, t_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
    stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

subplot(3,1,2);
ylabel('real(X(\omega))');
hold on
if commentReal == 0
    v_num = subs(real(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
ezplot(real(X_FT), BND_w);
hold on;
grid on;

subplot(3,1,3);
ylabel('imag(X(\omega))');
hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w);
if commentImag == 0
    v_num = subs(imag(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi/4*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
hold on;
grid on

```



e) impuls trójkątny (symetryczny) o amplitudzie 1 oraz czasie trwania $T_i = 2/f_0$.

```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = triangularPulse(-1/f0, 1/f0, t);

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentSignal = 0;
commentReal = 0;
commentImag = 0;

figure
subplot(3,1,1);
ylabel('x(t)');
hold on
ezplot(x,BND_t);
hold on;
```

```

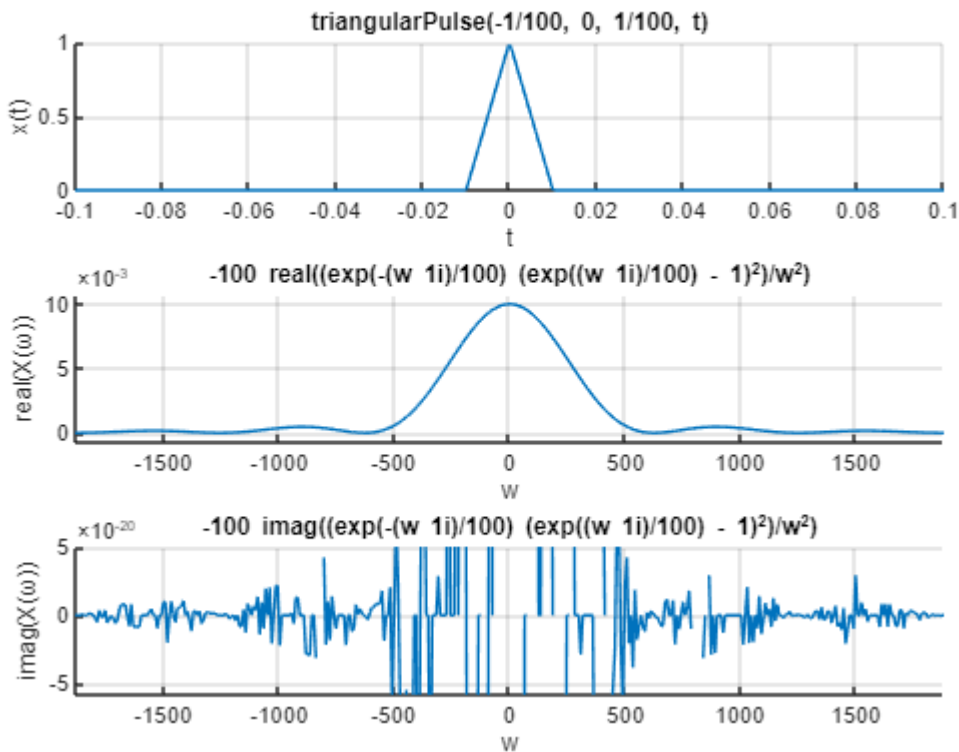
grid on;

if commentSignal == 0
    v_num = subs(x, t, t_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
    stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

subplot(3,1,2);
ylabel('real(X(\omega))');
hold on
if commentReal == 0
    v_num = subs(real(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
ezplot(real(X_FT), BND_w);
hold on;
grid on;

subplot(3,1,3);
ylabel('imag(X(\omega))');
hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w);
if commentImag == 0
    v_num = subs(imag(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi/4*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
hold on;
grid on

```



ZD1

Dla przebiegów $\cos(\omega_0 t)$ oraz $\sin(\omega_0 t)$ sporządź również wykresy gęstości widmowej amplitudy oraz fazy.

```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = sin(w0*t);

X_FT = fourier(x);
A = abs(X_FT); % gestosc widmowa mocy
fi = angle(X_FT);

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentA = 0;
commentFi = 0;

figure(2);
```

```

subplot(2,1,1);
ezplot(A,BND_w/2/pi);
hold on;
grid on;

if commentA == 0
    v_num = subs(A,w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

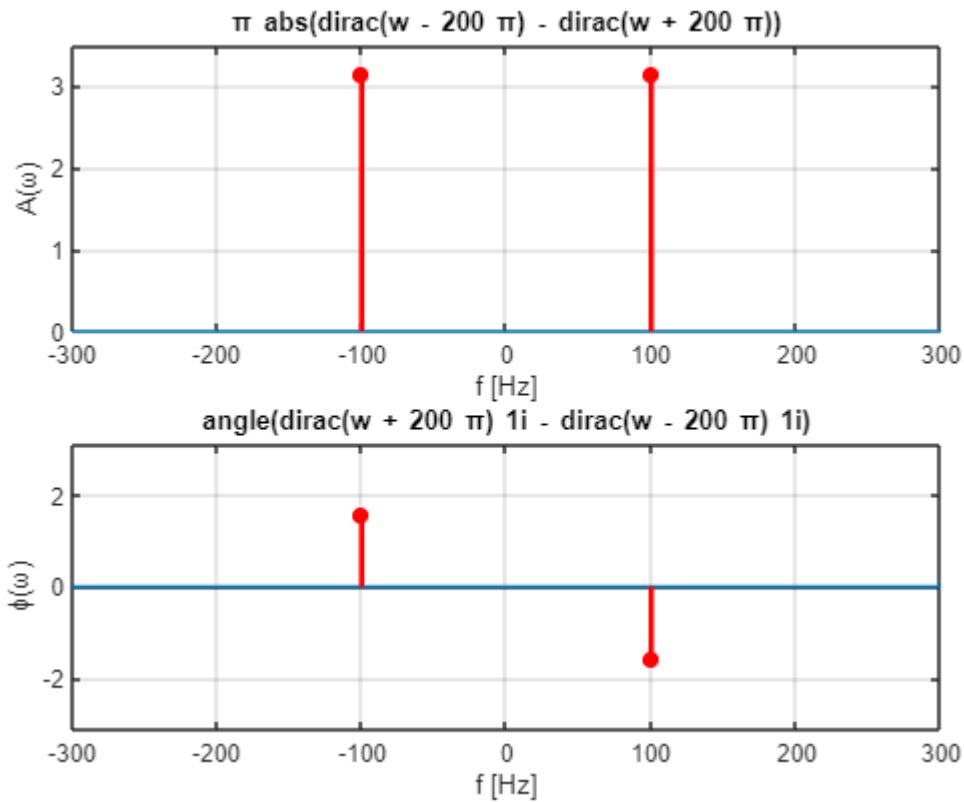
ylabel('A(\omega)');
ylim([-0.001 3.5]);

subplot(2,1,2);
ezplot(fi,(BND_w/2/pi)');
hold on;
grid on;

if commentFi == 0
    v_num = subs(fi,w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi, pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

stem(-100, pi/2, 'r*', 'LineWidth', 2);
stem(100, -pi/2, 'r*', 'LineWidth', 2);
ylim([-pi pi]);
xlabel('f [Hz]');
ylabel('\phi(\omega)');

```



```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

%x = cos(w0*t);

X_FT = fourier(x);
A = abs(X_FT); % gestosc widmowa mocy
fi = angle(X_FT);

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentA = 0;
commentFi = 0;

figure(2);
```

```

subplot(2,1,1);
ezplot(A,BND_w/2/pi);
hold on;
grid on;

if commentA == 0
    v_num = subs(A,w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

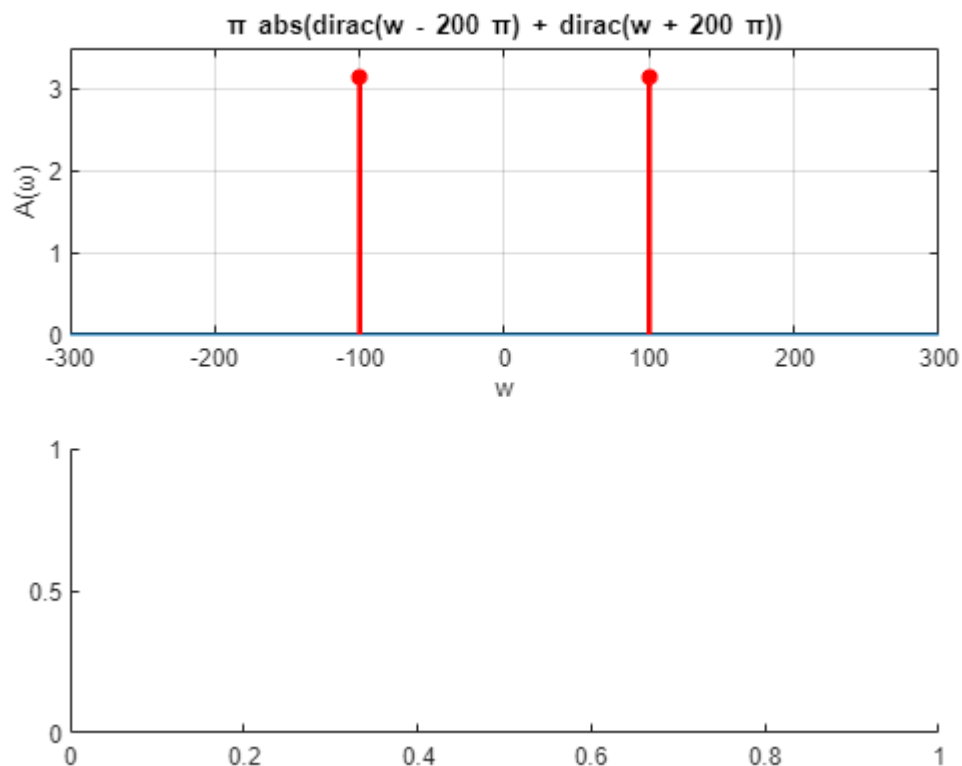
ylabel('A(\omega)');
ylim([-0.001 3.5]);

subplot(2,1,2);
ezplot(fi,(BND_w/2/pi)');
hold on;
grid on;

if commentFi == 0
    v_num = subs(fi,w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi, pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

stem(-100, pi/2, 'r*', 'LineWidth', 2);
stem(100, -pi/2, 'r*', 'LineWidth', 2);
ylim([-pi pi]);
xlabel('f [Hz]');
ylabel('\phi(\omega)');

```



Gęstość widmowa amplitudy dla sinusa oraz cosinusa jest taka sama. Dla cosinusa są one rzeczywiste, stąd faza jest zerem. Na wykresie nic się nie znajduje gdyż matlab wyświetlał błąd. Dla sinusa występują jednak jako liczby urojone, dlatego też ich kąt wynosi 90 i -90 stopni

2.3 Zadanie 3

Przeprowadź modulację sygnału $\cos(\omega_0 t)$ przebiegiem sinusoidalnym o częstotliwości 10-krotnie mniejszej, amplitudzie 1 i głębokości modulacji $m = 0.5$. Wyznacz transformatę Fouriera sygnału zmodulowanego i uzgodnij skalę prążków widma. Kod programu oraz wykresy samieść w sprawozdaniu.

```
clear all;
close all;

syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;

BND_t = [-10/f0;10/f0]; %20 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];

BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

% sygnał modulowany
%x = (1 + 0.5*sin(w0/10*t))*cos(w0*t);
```



```

% fragment kodu odpowiedzialny za impulsy Diraca
% zakomentowany = 1; odkomentowany = 0
commentSignal = 0;
commentReal = 0;
commentImag = 0;

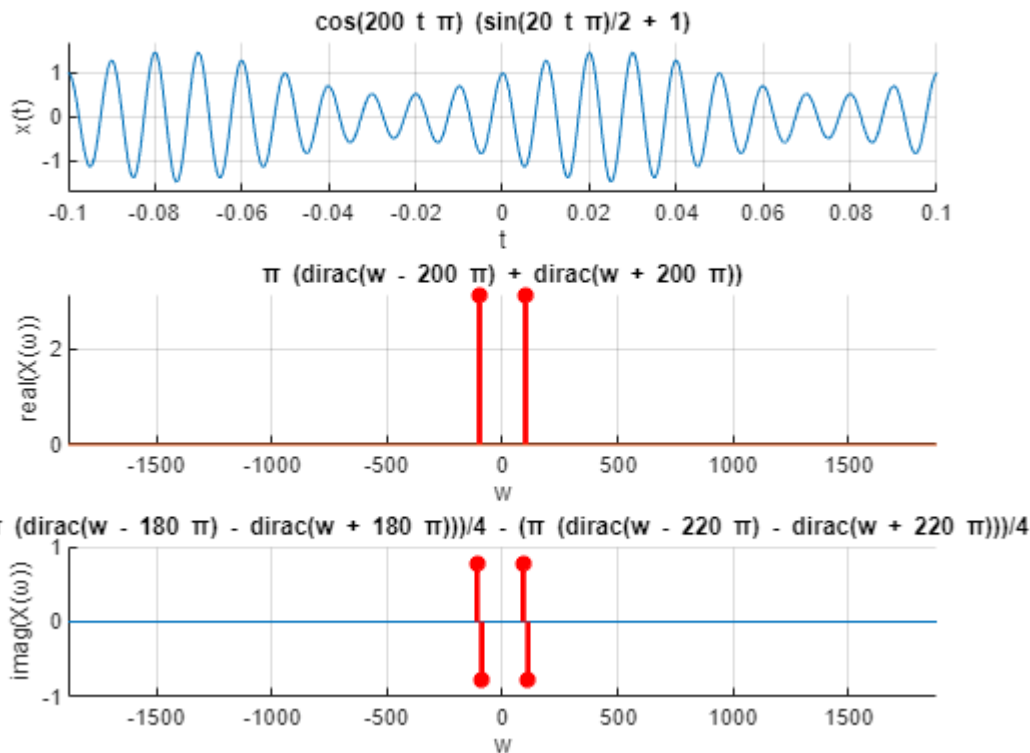
figure
subplot(3,1,1);
ylabel('x(t)');
hold on
ezplot(x,BND_t);
hold on;
grid on;

if commentSignal == 0
    v_num = subs(x, t, t_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
    stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end

subplot(3,1,2);
ylabel('real(X(\omega))');
hold on
if commentReal == 0
    v_num = subs(real(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
ezplot(real(X_FT), BND_w);
hold on;
grid on;

subplot(3,1,3);
ylabel('imag(X(\omega))');
hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w);
if commentImag == 0
    v_num = subs(imag(X_FT),w,w_SMP);
    n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
    stem(w_SMP(n)/2/pi,pi/4*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
end
hold on;
grid on

```



ZD2

Porównaj moc sygnału nośnego z mocą wynikowego sygnału zmodulowanego. Napisz w sprawozdaniu jaki wpływ na tę relację ma głębokość modulacji m .

```
clear all;
close all;

syms T0 f0 w0 t
f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;
m = [0.0 0.2 0.5 0.6 0.8 1.0];
power = 1:6;
T0 = 1/f0;

% sygnał modulowany
x = (1 + 0.5*sin(w0/10*t))*cos(w0*t);

%sygnał nośny
xn = cos(w0*t);

for i = 1:6
    power(i) = double(f0*int((1+m(i)*xn)*cos(w0*T0)*(1+m(i)*xn)*cos(w0*t),t,[-T0*5 T0*5])/10);
end

moc05 = double(f0*int((x*x),t,[-T0*5 T0*5])/10)

% Moc sygnału nośnego
```

```
P_xn = f0 * int(xn^2, t, [0, 1/f0])

% Moc sygnału modulowanego
P_x = f0 / 10 * int(x^2, t, [0, 10/f0])
```

```
moc05 = 0.5625
```

```
P_xn =
```

$$\frac{1}{2}$$

```
P_x =
```

$$\frac{9}{16}$$

Wraz ze wzrostem współczynnika modulacji rośnie moc.

2.4 Zadanie 4 + ZD3

Wyznacz transformatę Fouriera sygnału $\cos(\omega_0 t)$ "okienkowanego" tak aby w oknie znajdowało się 6.5 okresów przebiegu $T_0 = 6.5/f_0$. Dzięki temu, przebieg rozpocznie się w obrębie okna i zakończy wartością się wartością zerową. Do okienkowania zastosuj odpowiednio przeskalowane sygnały z Zad. 2:

a) impuls prostokątny

```
clear all; close all;
syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;
To = 6.5/f0;

BND_t = [-6.5/(2*f0); 6.5/(2*f0)]; %6.5 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];
BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

o = rectangularPulse(-To/2, To/2, t);
x = cos(w0*t);
xo = x*o;
X_FT = fourier(xo);

figure
subplot(3,1,1); ylabel('x(t)'); hold on
ezplot(xo, BND_t); hold on; grid on;
v_num = subs(x, t, t_SMP);
n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);

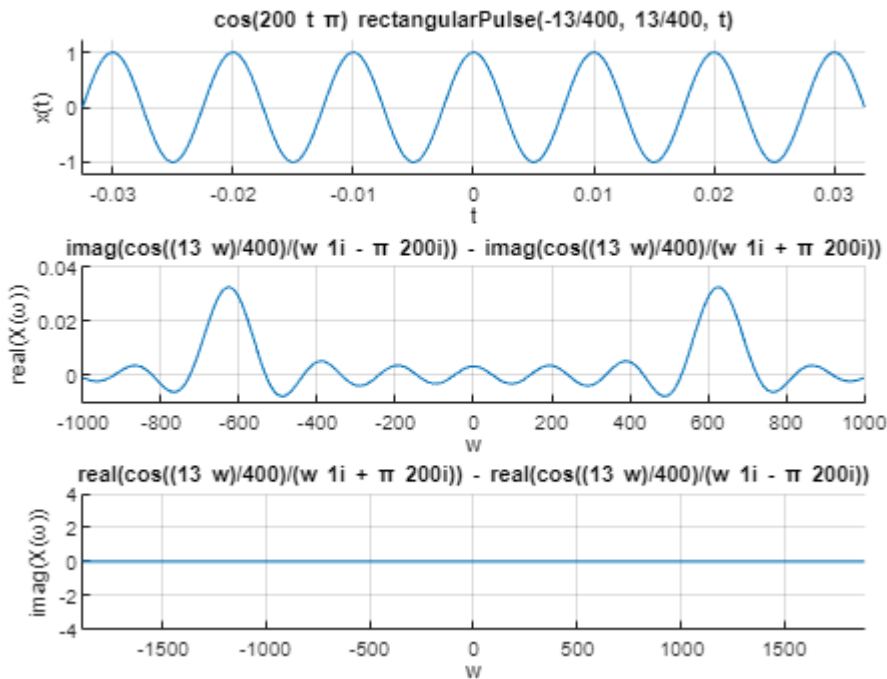
subplot(3,1,2); ylabel('real(X(\omega))'); hold on
ezplot(real(X_FT), BND_w); hold on; grid on;
ylim([-0.01 0.04])
xlim([-1000 1000])
%v_num = subs(real(X_FT), w, w_SMP);
%n = find( abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
```

```

%stem(w_SMP(n),sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);

subplot(3,1,3); ylabel('imag(X(\omega))'); hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w); hold on; grid on
%v_num = subs(imag(X_FT), w, w_SMP);
%n = find( abs(v_num) == inf ); % plot dirac (inf)
%stem(w_SMP(n),pi*sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);
ylim([-4 4]);

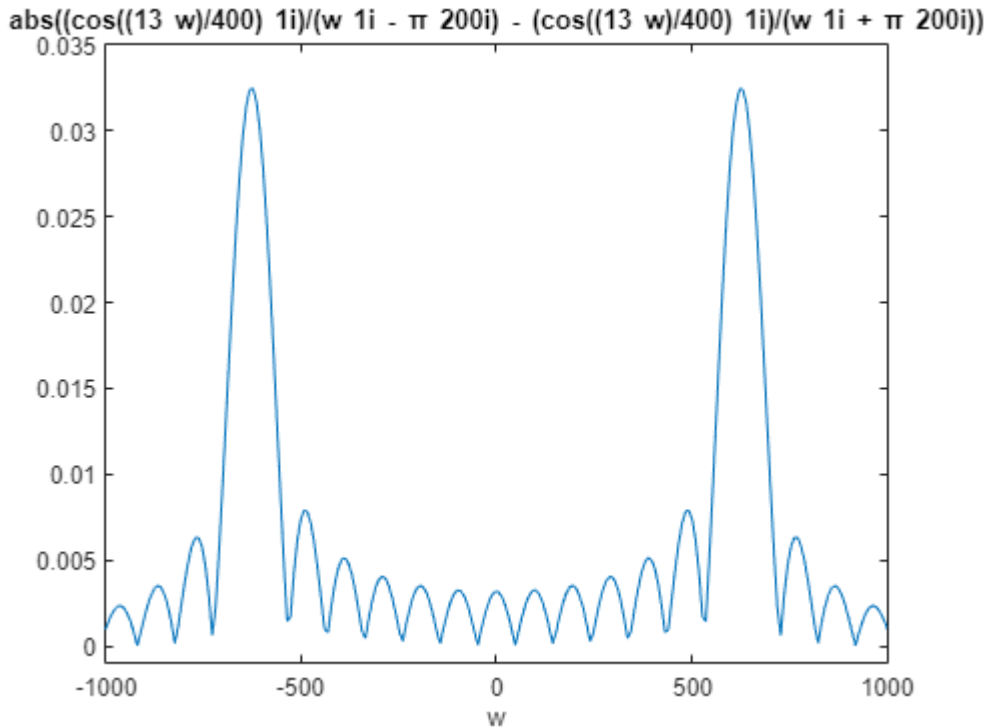
```



```

A = abs(X_FT);
figure
ezplot(A, BND_w);
%v_num = subs(A,w,w_SMP);
%n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
%stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);
xlim([-1000 1000]);
ylim([-0.001, 0.035]);

```



b) impuls trójkątny

```
clear all; close all;
syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;
To = 6.5/f0;

BND_t = [-6.5/(2*f0); 6.5/(2*f0)]; %6.5 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];
BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

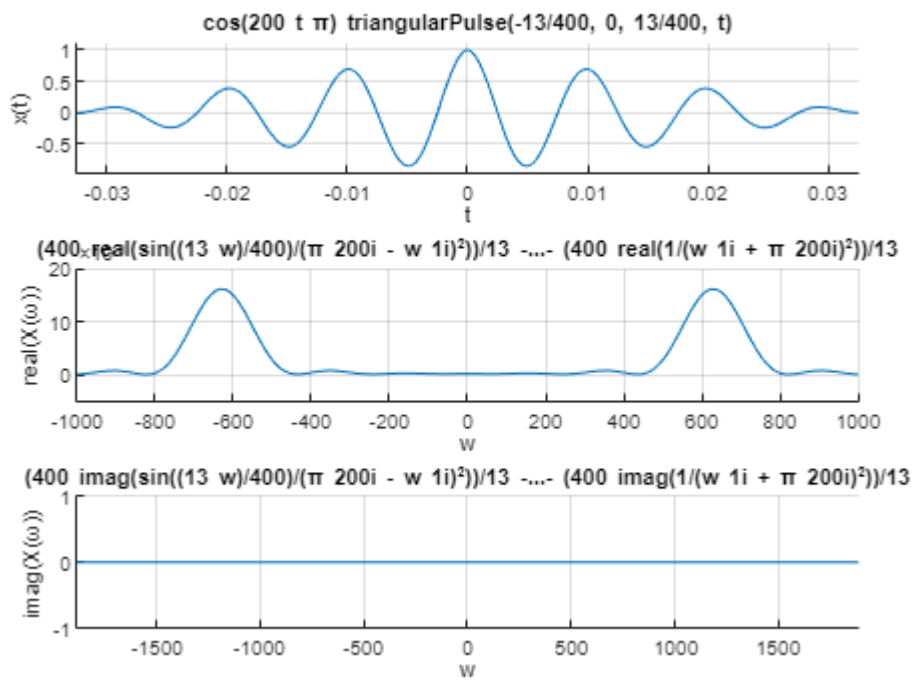
o = triangularPulse(-To/2, To/2, t);
x = cos(w0*t);
xo = x*o;
X_FT = fourier(xo);

figure
subplot(3,1,1); ylabel('x(t)'); hold on
ezplot(xo, BND_t); hold on; grid on;
v_num = subs(x, t, t_SMP);
n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);

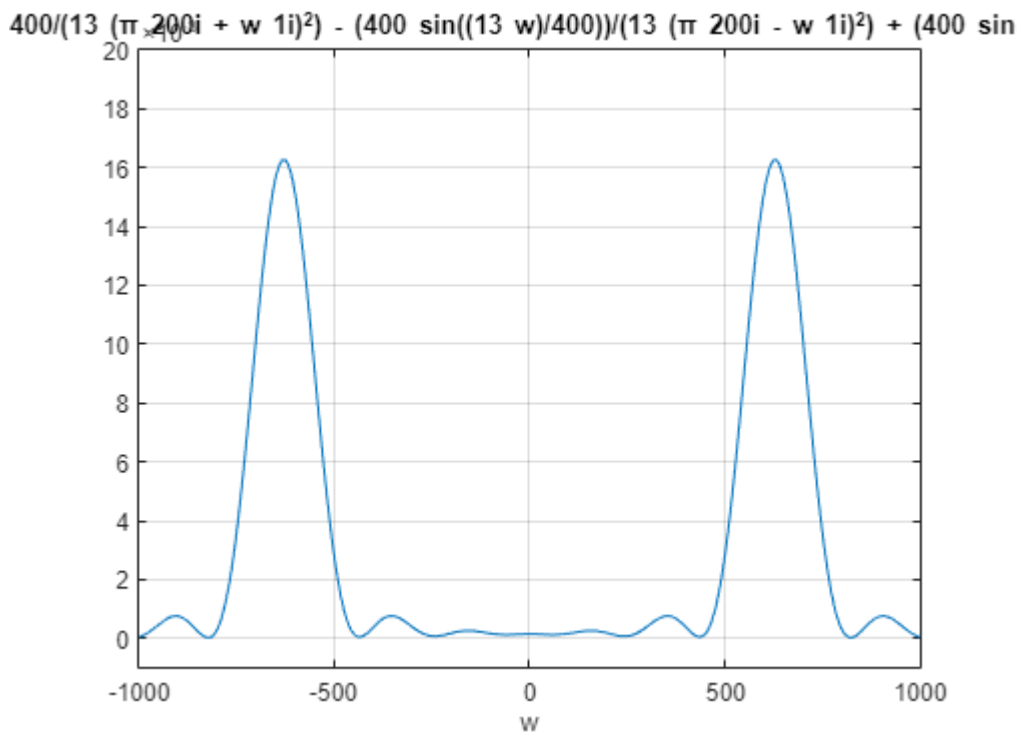
subplot(3,1,2); ylabel('real(X\omega)'); hold on
ezplot(real(X_FT), BND_w); hold on; grid on;
ylim([-0.01 0.04])
xlim([-1000 1000])
```

```
ylim([-0.005 0.020]);
```

```
subplot(3,1,3); ylabel('imag(X(\omega))'); hold on  
ezplot(imag(X_FT), BND_w); hold on; grid on
```



```
A = abs(X_FT);  
figure  
ezplot(A, BND_w);  
xlim([-1000 1000]);  
ylim([-0.001, 0.020]);  
grid on
```



c) Krzywa Gaussa

$$e^{-\frac{t^2}{2c^2}}.$$

```
clear all; close all;
syms t x f0 w w0 X_FT

f0 = 100; %Hz
w0 = 2*pi*f0;
To = 6.5/f0;
c = To/2;

BND_t = [-6.5/(2*f0); 6.5/(2*f0)]; % 6.5 okresow
t_SMP = [BND_t(1):1/(10*f0):BND_t(2) ];
BND_w = [-3*w0;3*w0];
w_SMP = [BND_w(1):w0/10:BND_w(2) ];

o = exp(-t.^2/(2*c.^2));
x = cos(w0*t);
xo = x*o;
X_FT = fourier(xo);

figure
subplot(3,1,1); ylabel('x(t)'); hold on
ezplot(xo, BND_t); hold on; grid on;
%v_num = subs(xo, t, t_SMP);
%n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
```

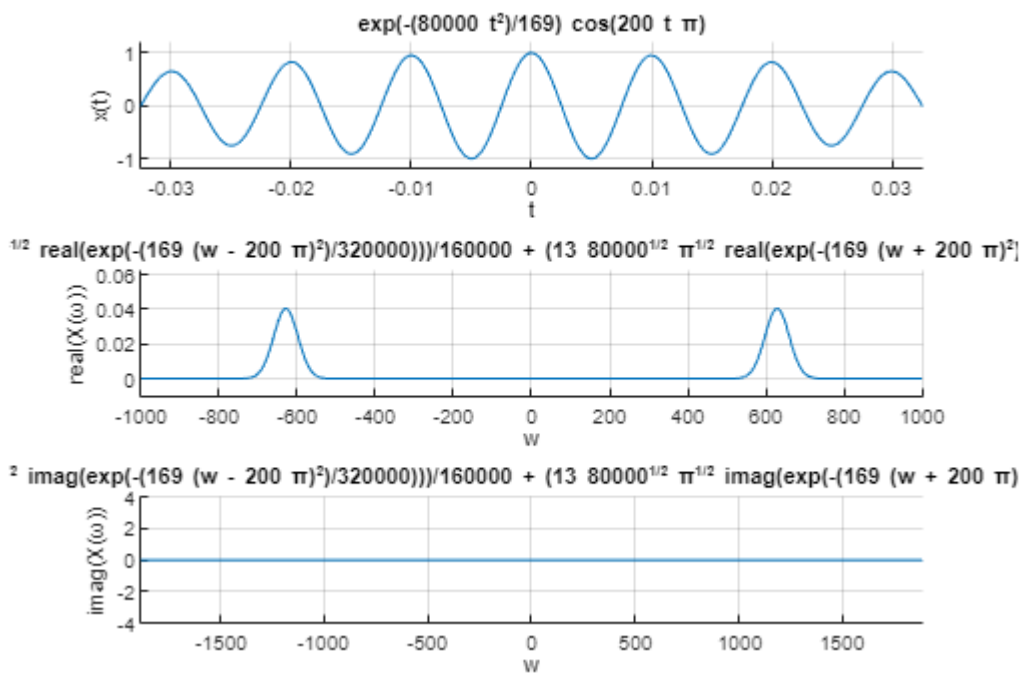
```

%stem(t_SMP(n),sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);

subplot(3,1,2); ylabel('real(X(\omega))'); hold on
ezplot(real(X_FT), BND_w); hold on; grid on;
ylim([-0.01 2*pi*0.01])
xlim([-1000 1000])
%v_num = subs(real(X_FT), w, w_SMP);
%n = find( abs(v_num) == inf); % plot dirac (inf)
%stem(w_SMP(n),sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);

subplot(3,1,3); ylabel('imag(X(\omega))'); hold on
ezplot(imag(X_FT), BND_w); hold on; grid on
%v_num = subs(imag(X_FT), w, w_SMP);
%n = find( abs(v_num) == inf ); % plot dirac (inf)
%stem(w_SMP(n),pi*sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);
ylim([-4 4]);

```



```

A = abs(X_FT);
figure
ezplot(A, BND_w);
%v_num = subs(A,w,w_SMP);
%n = find(abs(v_num) == inf); % plot dirac(inf)
%stem(w_SMP(n)/2/pi,pi*sign(v_num(n)), 'r*', 'LineWidth', 2);
xlim([-1000 1000]);
ylim([-0.001, 0.042]);

```


$$\frac{1}{\sqrt{2}} \exp\left(-\frac{169 (w - 200 \pi)^2}{320000}\right) / 160000 + (13 \cdot 80000)^{1/2} \pi$$

