

Lab. 11 Próbkowanie i rekonstrukcja sygnałów			
Nazwisko, Imię	Data wykonania ćwiczenia	Planowy dzień zajęć	Planowa godzina zajęć
Dziuba Wojciech	28.06.2019	Środa	08:00

## Zadanie 1

Przeprowadź rekonstrukcję sygnału ciągłego  $\sin(\omega_k t)$  próbkowanego z częstotliwością 200Hz

```
clear all; close all;
syms t x w K

fp = 200; fg = fp/2; %Hz
wp = 2*pi*fp; wg = 2*pi*fg;

s = 4/5; ws = s*wg;

x_sin = sin(ws*t);

X_FT_sin_org = fourier(x_sin);

X_FT_sin = X_FT_sin_org + ... % oryginal widma
symsum((subs(X_FT_sin_org, w, w - K*wp) + ...% 3 aliasy lewe
subs(X_FT_sin_org, w, w + K*wp)), K, 1, 3); % 3 aliasy prawe

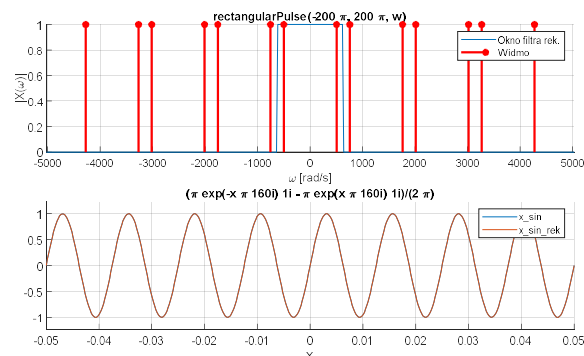
FILT_FT = rectangularPulse(-wg,wg,w); % filtr rekonstruujący
x_sin_rek = ifourier(X_FT_sin*FILT_FT); % odwr. tarnsf. Fouriera

BND_t = [-10/fp;10/fp];
%t_SMP = [BND_t(1):1/(10*fp):BND_t(2) ];
BND_w = [-4*wp;4*wp];
w_SMP = [BND_w(1):wp/10:BND_w(2)];

figure; subplot(2,1,1); hold on; grid on;
ezplot(FILT_FT,BND_w); %okno filtru rek.
%ezplot(X_FT_sin,BND_w)
v_num = abs(double(subs(X_FT_sin, w, w_SMP)));
n = find(abs(v_num) == Inf);
stem(w_SMP(n),sign(v_num(n)),'r*', 'LineWidth', 2);
xlabel('\omega [rad/s]'); ylabel('|X(\omega)|')
legend('Okno filtra rek.', 'Widmo');

subplot(2,1,2); hold on; grid on;
ezplot(x_sin, BND_t); % syg. próbkowany
ezplot(x_sin_rek, BND_t) % syg. odtworzony
```

Rysunek 1. Kod programu wykorzystany w zadaniu 1



Wykres 1. Rekonstrukcja przebiegu sygnału ciągłego  $\sin(\omega_k t)$  próbkowanego z częstotliwością 200Hz

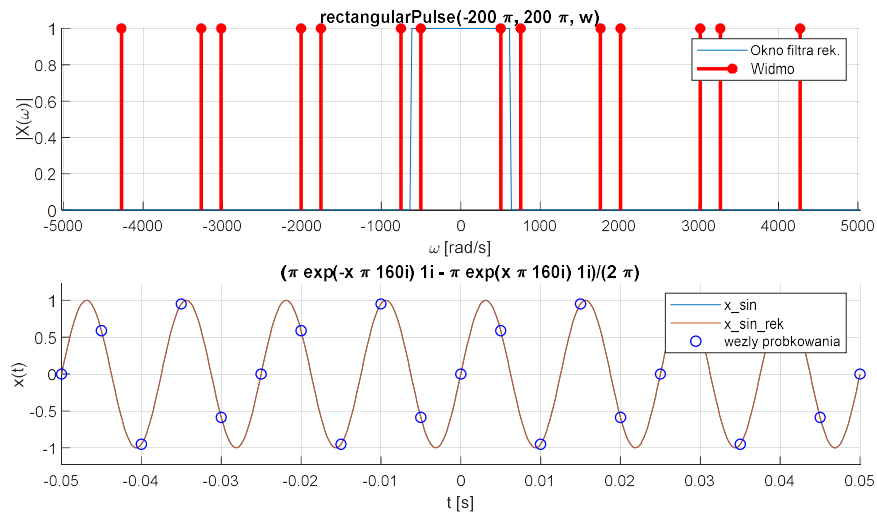
Jak widać na powyższej charakterystyce dobrze dobrane próbkowanie pozwoliło na idealne odwzorowanie sygnału rekonstruowanego. Oba wykresy – oryginalny i rekonstruowany – się dokładnie pokrywają w całej swojej dziedzinie.

## Zadanie 2

Oznacz na wykresie czasowym węzły próbkowania wyznaczone przez okres próbkującej funkcji grzebieniowej  $\delta_{T_p}(t)$ , gdzie  $T_p = \frac{1}{f_p}$ .

```
wezly_probkowania = -0.05:1/fp:0.05;
plot(wezly_probkowania, sin(ws*wezly_probkowania), 'bo')
xlabel('t [s]'); ylabel('x(t)')
legend('x\sin', 'x\sin_rek', 'wezly_probkowania');
```

Rysunek 2. Dodatkowe linijki kodu dopisane do skryptu z zadania 1, pozwalające na wykreślenie węzłów próbkowania



Wykres 2. Rekonstrukcja przebiegu sygnału ciągłego  $\sin(\omega_k t)$  próbkowanego z częstotliwością 200Hz

Węzły próbkowania znajdują się w jednakowych odstępach od siebie, równych  $\frac{1}{f_p}$  czyli 5 milisekund.

### Zadanie 3

Wykonaj rekonstrukcję sygnału sinusoidalnego o następujących częstotliwościach:

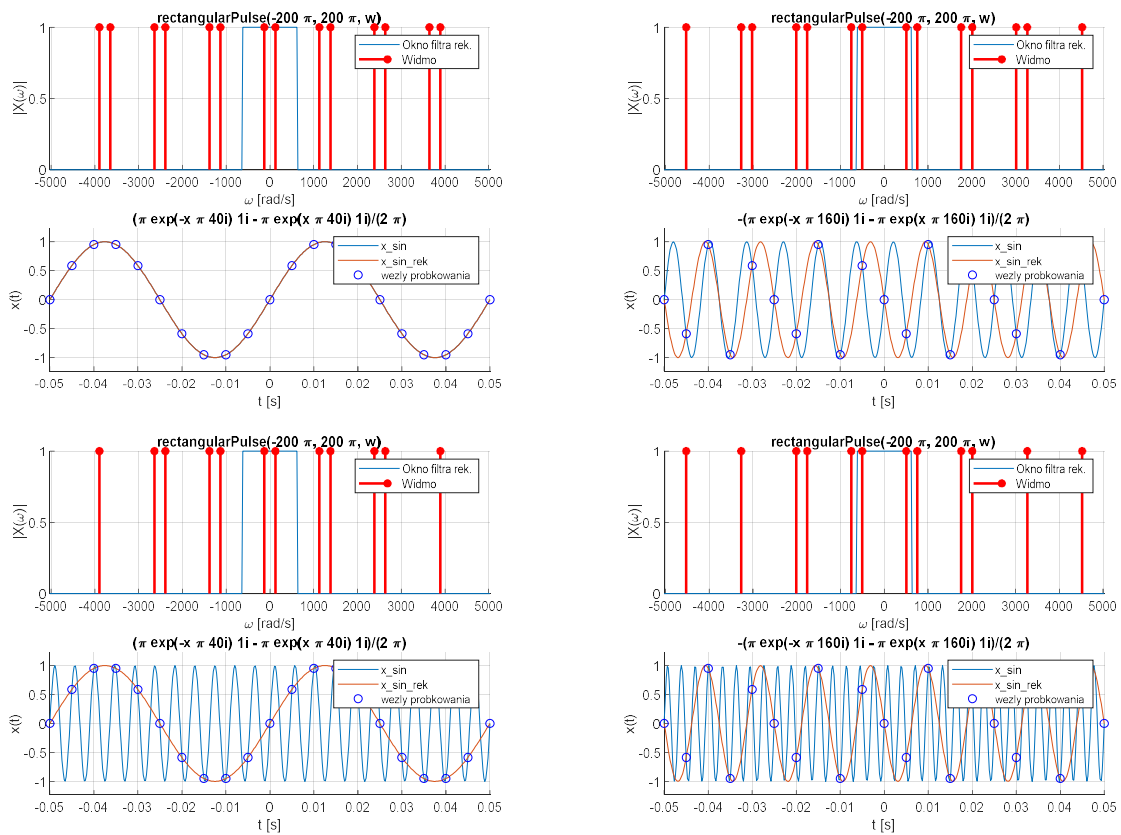
$\frac{1}{5}f_g, \frac{6}{5}f_g, \frac{11}{5}f_g, \frac{16}{5}f_g$  oraz o częstotliwościach  $\frac{4}{5}f_g, \frac{9}{5}f_g, \frac{14}{5}f_g$ .

```
fp = 200; fg = fp/2; %Hz
wp = 2*pi*fp; wg = 2*pi*fg;

s = 16/5; ws = s*wg;

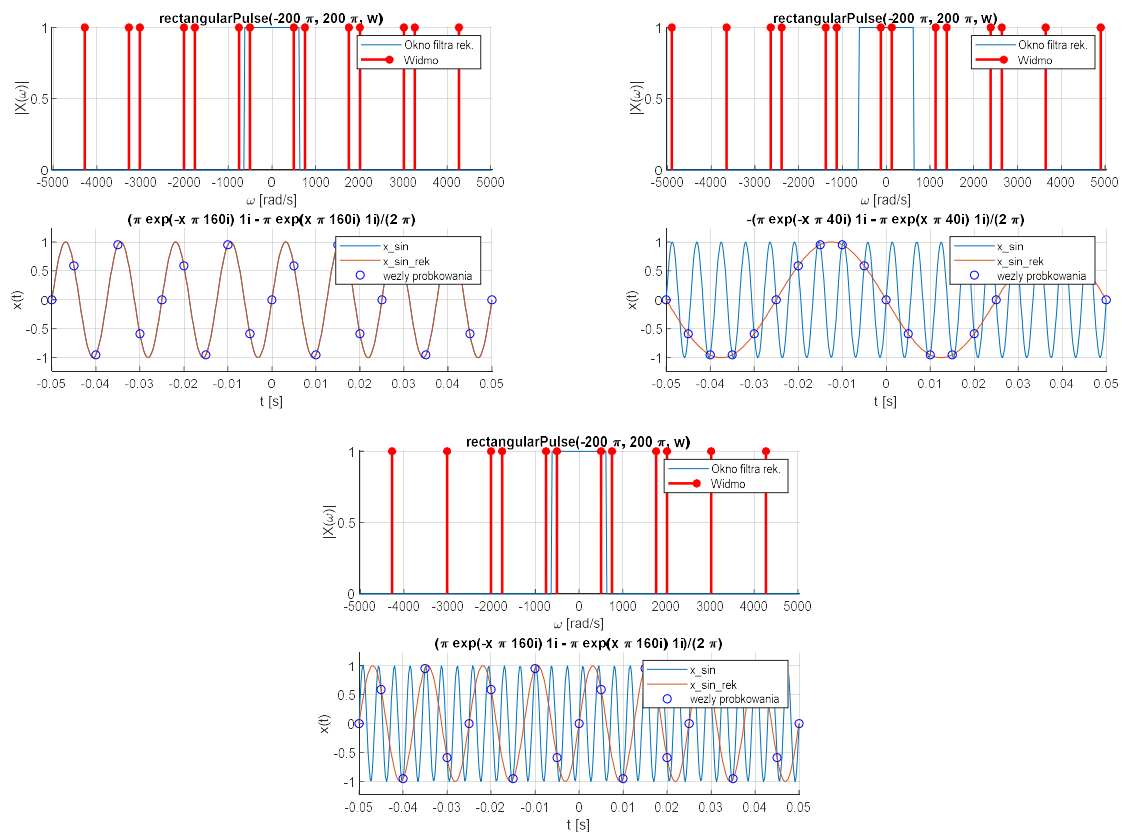
x_sin = sin(ws*t);
```

Rysunek 3. W celu modyfikacji częstotliwości sinusoidy modyfikowano współczynnik  $s$  odpowiedzialny za pulsację



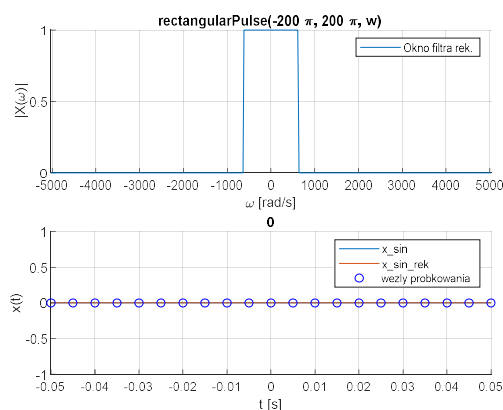
Wykres 3,4,5,6. Rekonstrukcje przebiegów sygnałów ciągłych  $\sin(\omega_k t)$  o współczynnikach pulsacji kolejno:

$\frac{1}{5}, \frac{6}{5}, \frac{11}{5}$ , oraz  $\frac{16}{5}$ , próbkowanego z częstotliwością 200Hz.



Wykres 7,8,9. Rekonstrukcję przebiegów sygnałów ciągłych  $\sin(\omega_k t)$  o współczynnikach pulsacji kolejno:  $\frac{4}{5}, \frac{9}{5}$ , oraz  $\frac{14}{5}$ , próbkowanego z częstotliwością 200Hz.

Wszystkie otrzymane rekonstrukcje przechodziły przez punkt (0;0), a zatem posiadały zerową fazę. Częstotliwość dla poszczególnych rekonstrukcji wpada w dwie kategorie. Dla współczynników pulsacji  $\frac{1}{5}, \frac{11}{5}, i \frac{9}{5}$  częstotliwość wynosiła 20Hz, natomiast dla współczynników o wartościach  $\frac{6}{5}, \frac{16}{5}, \frac{4}{5} i \frac{14}{5}$  częstotliwość sygnału rekonstruowanego wynosiła około 80Hz. Wewnątrz każdej z tych grup można było dostrzec zgodne widma.



Wykres 10. Rekonstrukcja przebiegu sygnału ciągłego  $\sin(\omega_k t)$  próbkowanego z częstotliwością 200Hz dla współczynnika pulsacji  $s=0$ .

Zadanie współczynnika pulsacji na poziomie 0, sprawia że funkcja sinus staje się funkcją stałą o wartości 0, a zrekonstruowany na jej podstawie sygnał idealnie się z nią pokrywa.