

Zadanie 1

```
%%% zad 1
T = 1;
Tp = 0.1;
tk = 0:Tp:(10 - Tp);
N = 100;
figure(1)
x = sin(2*pi/T*tk);
X = fft(x)/N;
A = abs(X);

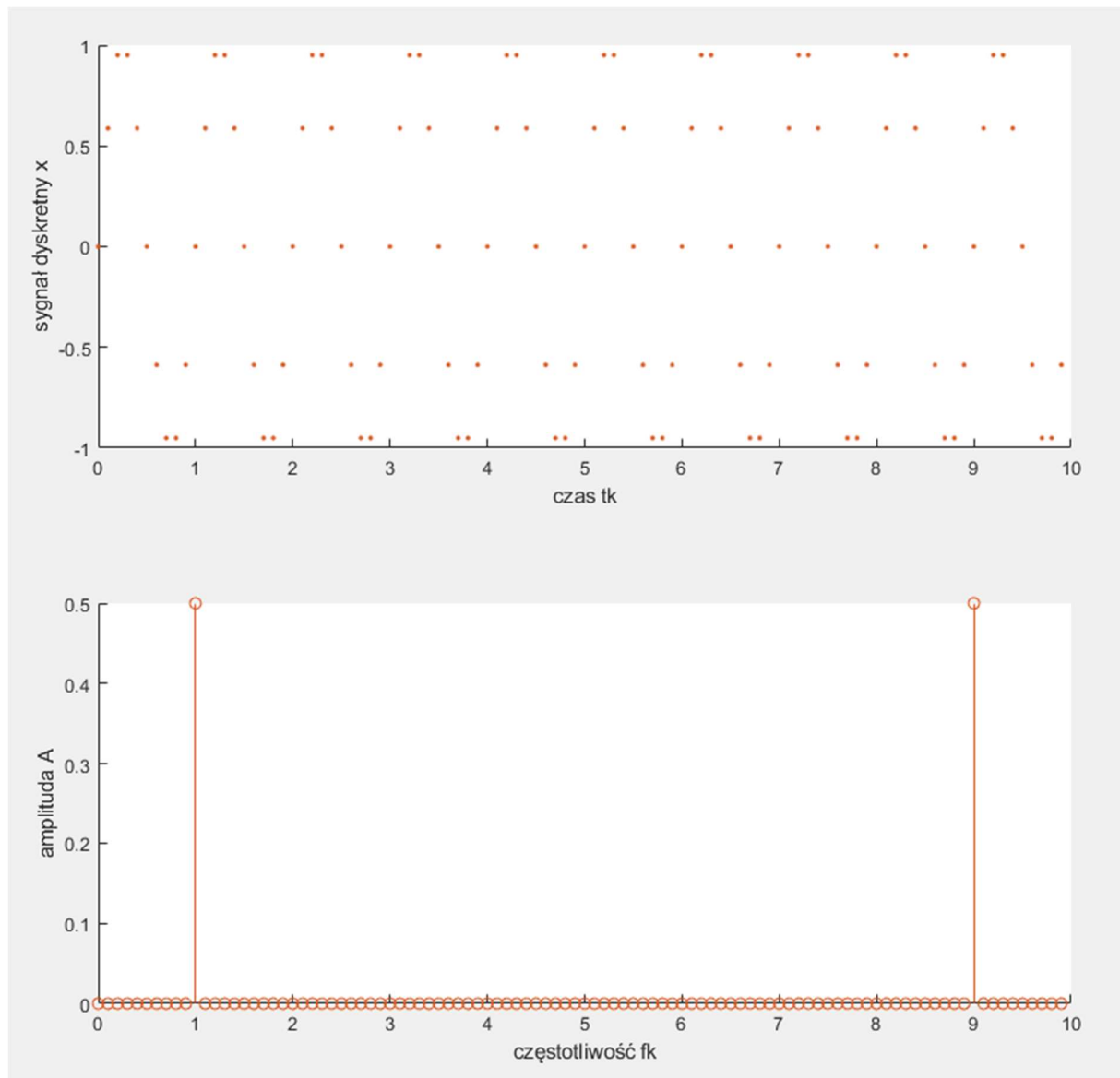
fp = 1/Tp;
fk = 0:(fp/N):(N-1)*fp/N;

subplot(2, 1, 1)
hold on
scatter(tk, x, ".")
xlabel("czas tk")
ylabel("sygnał dyskretny x")
hold off

subplot(2, 1, 2)
hold on
stem(fk, A)
xlabel("częstotliwość fk")
ylabel("amplituda A")
hold off

Kmax = find(A == max(A));
fmax = (Kmax-1)*fp/N;

disp("Maksymalna amplituda dla K = " + Kmax(1) + " i " + Kmax(2))
disp("Częstotliwość dla tych amplitud: " + fmax(1) + " , " + fmax(2))
```



Maksymalna amplituda dla $K = 11$ i 91

Jakim częstotliwościom odpowiadają te dwa prążki?

Częstotliwość dla tych amplitud: 1, 9

Jak można wyliczyć te częstotliwości teoretycznie?

Częstotliwość = $1 / \text{okres sygnału}$. Okres sygnału dyskretnego $T=1$ (z zadania) $\Rightarrow f = 1$.

$f = 9$ jest wynikiem symetrycznego odbicia widma sygnału względem połowy częstotliwości próbkowania.

Zadanie 2

```
%%zad 2
T = 1;
fp = 0.6:0.1:3;
R = length(fp);

figure(1)

for i = 1:R
    [tk, x, X, A, fk] = Fourier (fp(i), T);
    Kmax = find (A == max(A) );
    fmax = (Kmax - 1) * fp(i) / length(fk);
    stem(fp(i), fmax(1))
    hold on
end

title("fmax(fp)")
xlabel("fp - częstotliwość próbkowania")
ylabel("fmax - częstotliwość pierwszego prążka charakterystyki amplitudowej o maksymalnej wartości")
hold off

figure (2)
[tk, x, X, A, fk] = Fourier(100, T);
subplot(3, 1, 1)
hold on
plot(tk, x, "k");
title("sygnał dla częstotliwości próbkowania fp = 100")
xlabel("czas tk")
ylabel("sygnał dyskretny x")
hold off

[tk, x, X, A, fk] = Fourier(0.7, T);
subplot(3, 1, 2)
hold on
plot(tk, x, "k")
title("sygnał dla częstotliwości próbkowania fp = 0.7")
xlabel("czas tk")
ylabel("sygnał dyskretny x")
hold off

[tk, x, X, A, fk] = Fourier(1.3, T);
subplot(3, 1, 3)
hold on
plot(tk, x, "k")
title("sygnał dla częstotliwości próbkowania fp = 1.3")
xlabel("czas tk")
ylabel("sygnał dyskretny x")
hold off
```

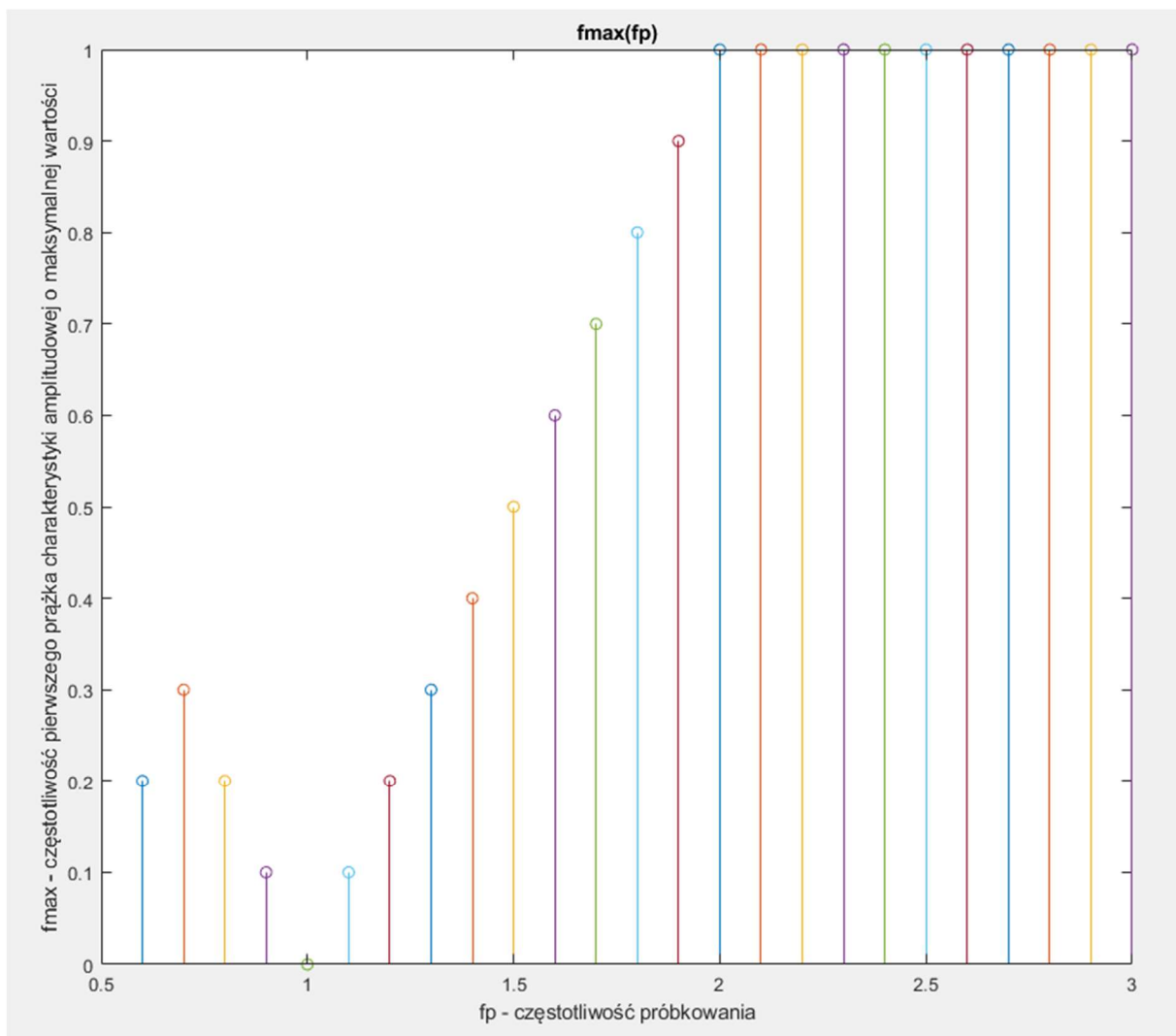
```

function [t, x, X, A, f] = Fourier(fp, T)

Tp = 1/fp;
t = 0:Tp:(10*T - Tp);
x = sin(2*pi/T.*t);
N = length(t);
X = fft(x)/N;
A = abs(X);
f = 0:fp/N:(N-1)*fp/N;

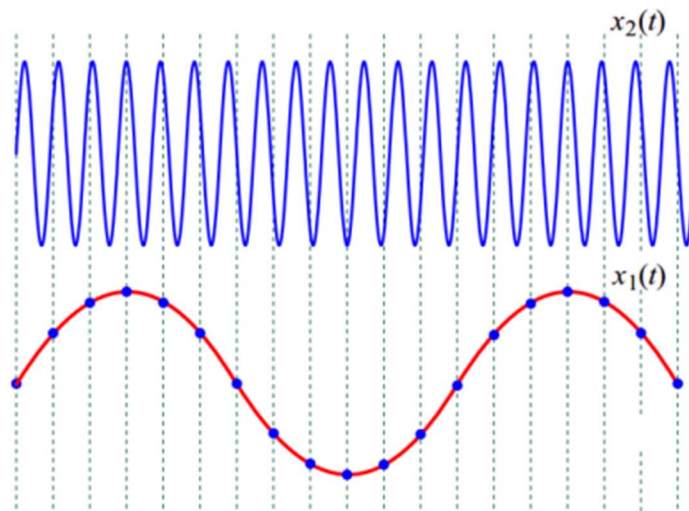
end

```



Jak objawia się aliasing w dziedzinie częstotliwości?

Błędny wskazaniem częstotliwości sygnału przez nieodpowiedni dobrana częstotliwość próbkowania.

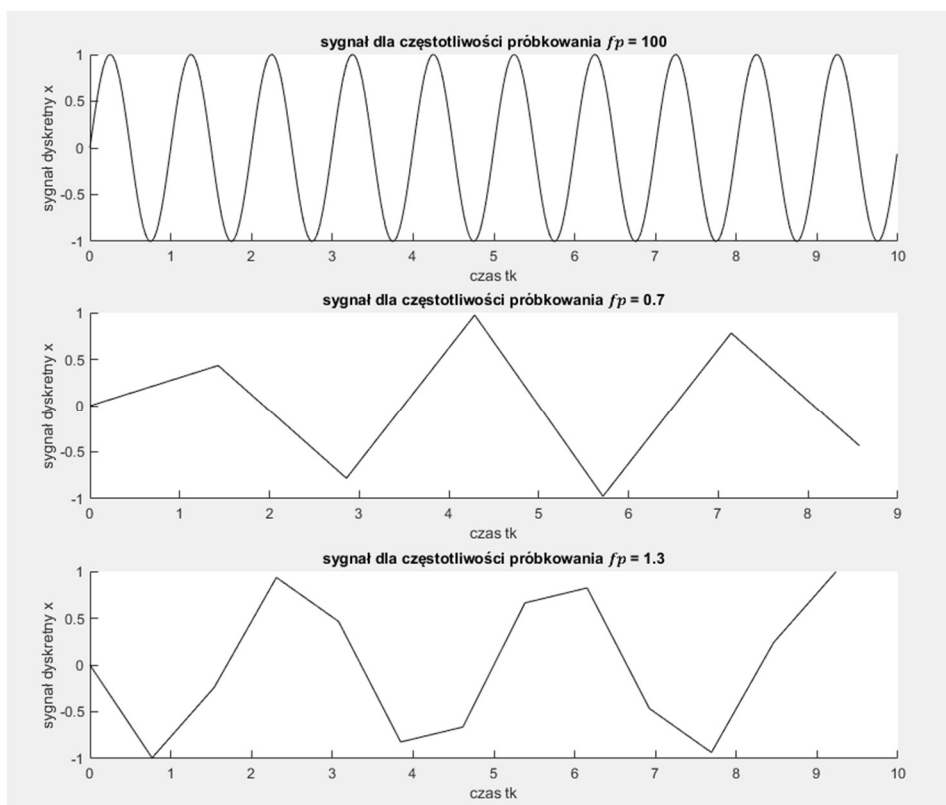


Dla jakich częstotliwości próbkowania mamy do czynienia ze zjawiskiem aliasingu?

Dla $f_s > 2f_{max}$. Próbkowanie musi być z częstotliwością co najmniej dwukrotnie większa od częstotliwości największej składowej obecnej w sygnale.

Jaka jest częstotliwość graniczna dla której aliasing przestaje występować?

Częstotliwość która spełnia warunek Nyquista. $f_s > 2f_{max}$



Jak aliasing objawia się w dziedzinie czasu?

Błędne odwzorowanie sygnału oraz obniżenie częstotliwości sygnału.

Zadanie 3

```
T = sqrt(3)/2;
fp = 30;
Tp = 1 / fp;

tk = 0:Tp:10*T;
N = length(tk);
x = sin(2 * pi/T.* tk) + 0.2 * sin(20 * pi/T.* tk);

figure(1)
subplot(2, 1, 1)
plot(tk, x)
hold on
title("sygnał dla częstotliwości próbkowania fp = 30")
xlabel("czas tk")
ylabel("sygnał dyskretny x")
hold off

X = fft(x)/N;
A = abs(X);
fk = 0:fp/N:(N-1)*fp/N;

subplot(2, 1, 2)
stem(fk, A);
hold on
title("transformata sygnału X")
xlabel("częstotliwość fk")
ylabel("wartość sygnału amplitudy A")
hold off

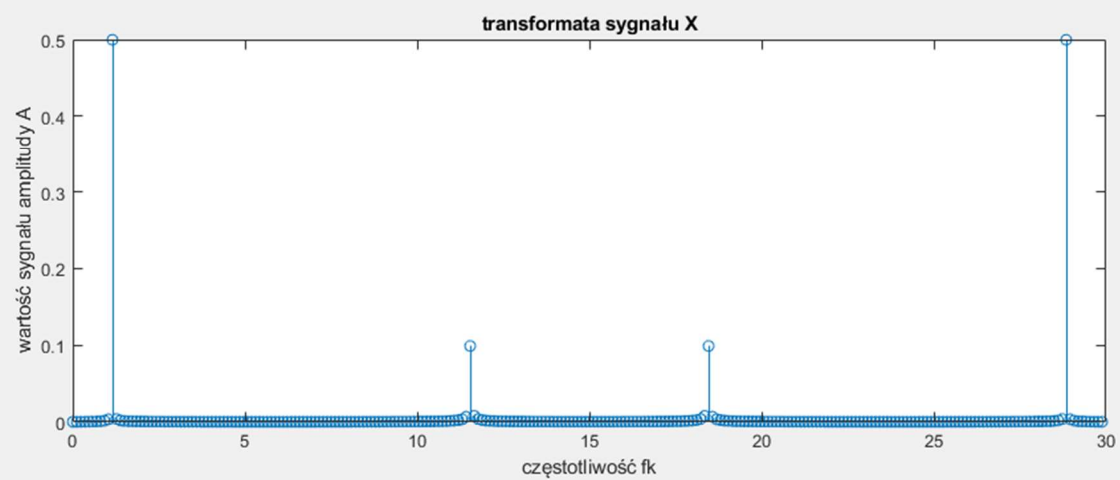
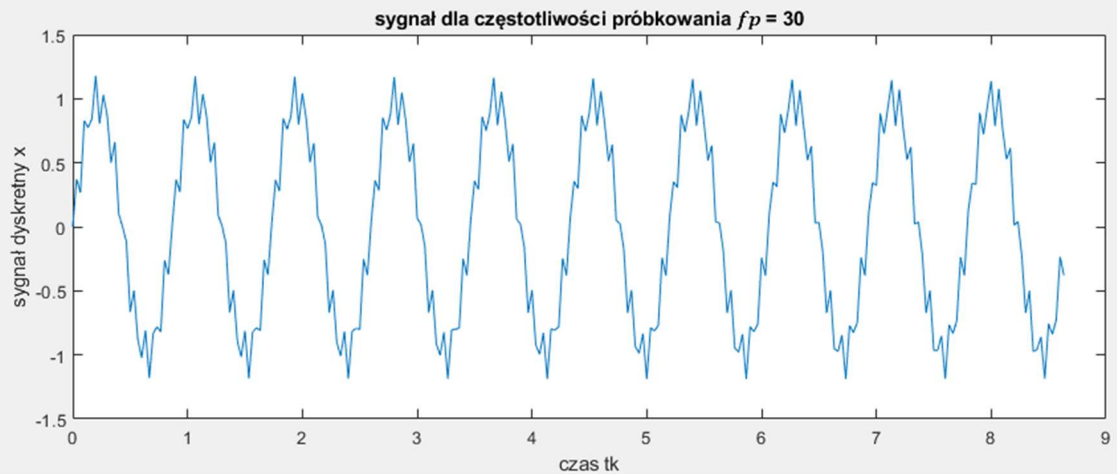
Kmax = find(A > 0.01)
fmax = (Kmax - 1)*fp/N

tkr = tk(1:10:end);
xkr = x(1:10:end);
Nr = length(tkr);
fpr = fp/10;

figure(2)
subplot(2, 1, 1)
plot(tkr, xkr)
hold on
title("sygnał x po reasamplingu fp = 3")
xlabel("czas tk")
ylabel("sygnał dyskretny x")
hold off

xkr = fft(xkr)/Nr;
Ar = abs(xkr);
fkr = 0:fpr/Nr:(Nr-1)*fpr/Nr;

subplot(2, 1, 2)
stem(fkr, Ar);
hold on
title("transformata sygnału X")
xlabel("częstotliwość fk")
ylabel("wartość sygnału amplitudy A")
hold off
```



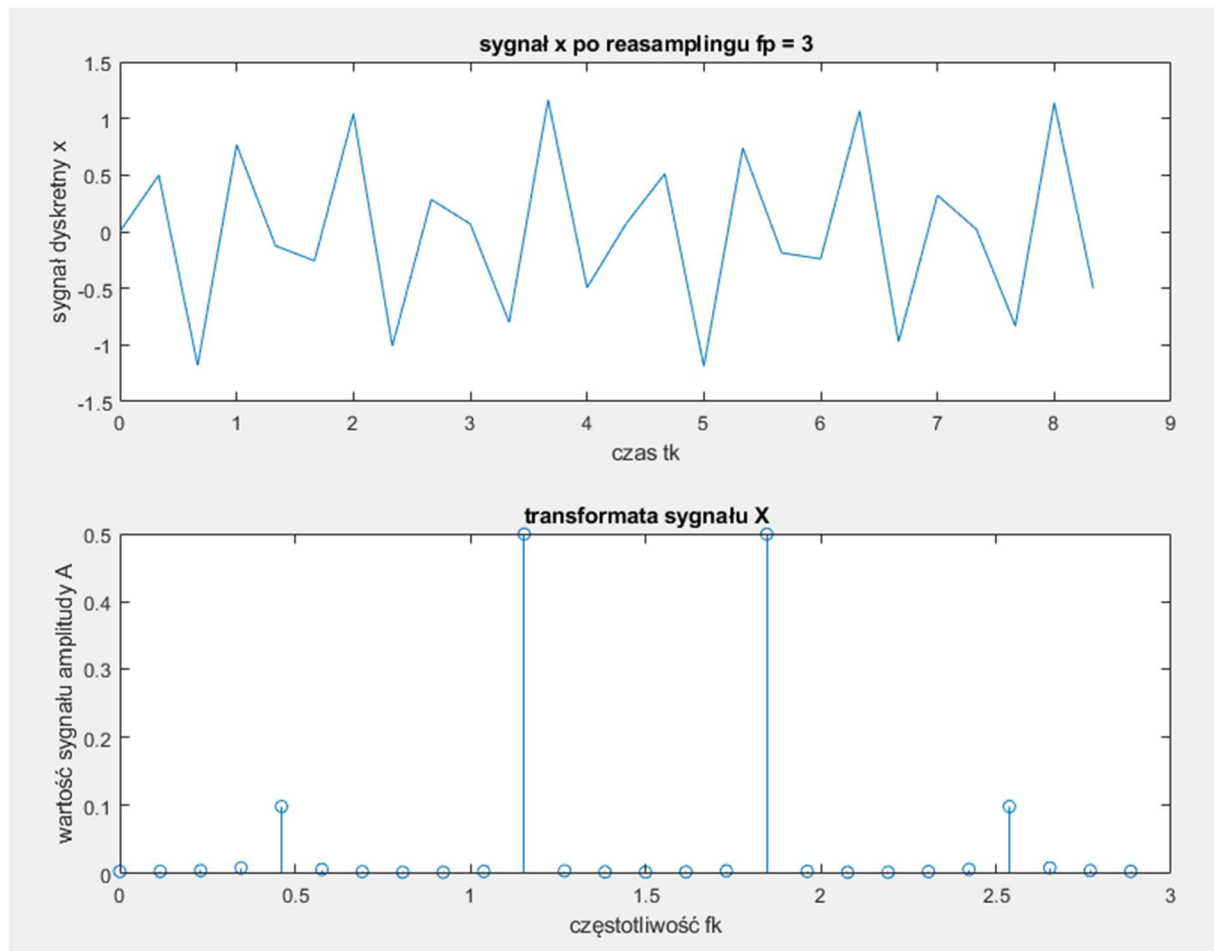
Jakim częstotliwościom odpowiadają dwie pary prążków o największych amplitudach?

fmax =

1.1538 11.5385 18.4615 28.8462

Czy znalezione częstotliwości są zgodne z przewidywaniami teoretycznymi?

Tak, $1/T = \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 1.1538$.



Jakim częstotliwościom odpowiadają te pary prążków?

$f_{\max kr} =$

0.4615 1.1538 1.8462 2.5385

Która z par prążków była obecna w widmie sygnału przed resamplowaniem?

Prążki dla częstotliwości $f = 1.1538$ i jego symetryczne odbicie.

Dlaczego po resamplingu pojawiła się nowa para prążków?

Przez źle dobraną częstotliwość próbkowania (aliasing) nowy sygnał ma inną częstotliwość.