

# Sprawozdanie z Laboratorium 7

Karolina Piotrowska

## Zadanie 1

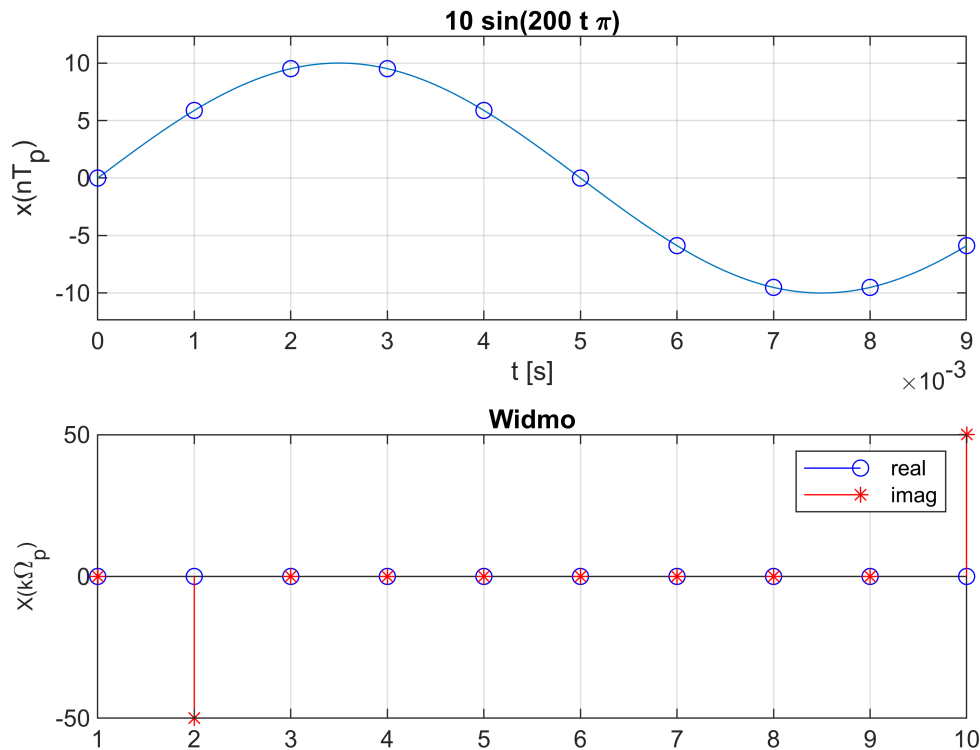
```
clear all; close all
syms t w
N = 10; % liczba próbek
fp = 1000;%Hz
Tp = 1/fp;
A0 = 5;
A1 = 10; f1 = 100; %Hz
x1 = A1*sin(2*pi*f1*t);
x = x1;
tn = [0:N-1]*Tp; % wsp. czasowe próbek
xn = double(subs(x,t,tn));
Xk = zeros(1,N);
for k = 0:N-1 % impl. wzoru (8)
for n = 0:N-1
    Xk(k+1) = Xk(k+1) + xn(n+1)*exp(-1j*2*pi/N*k*n);
end
end
Xk_fft = fft(xn,N); %funkcja wbudowana
dft_err = sum(abs(Xk_fft-Xk))
```

dft\_err = 1.2616e-13

```
disp('DFT error:'); disp(dft_err);
```

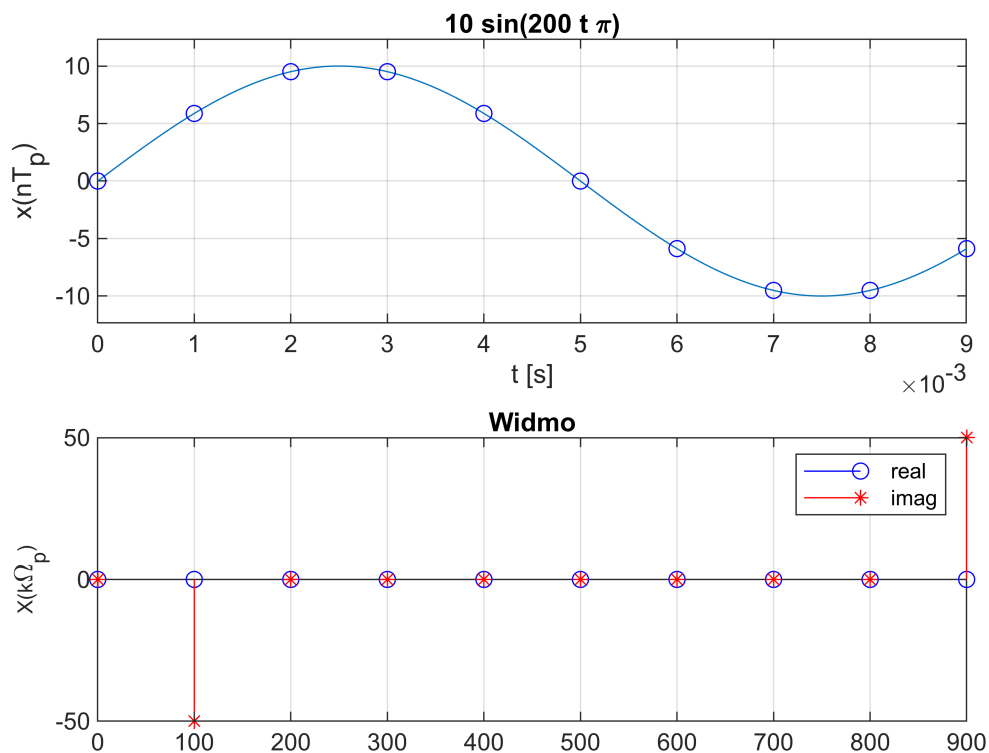
DFT error:  
1.2616e-13

```
figure;
subplot(2,1,1)
ezplot(x,[tn(1),tn(N)]); hold on; grid on
plot(tn, xn,'ob');
xlabel('t [s]'); ylabel('x(nT_p)');
subplot(2,1,2)
stem(real(Xk),'ob'); grid on, hold on
stem(imag(Xk),'*r');
title('Widmo'),
ylabel('X(k\Omega_p)'); %xlabel('f [Hz]')
legend('real','imag')
```



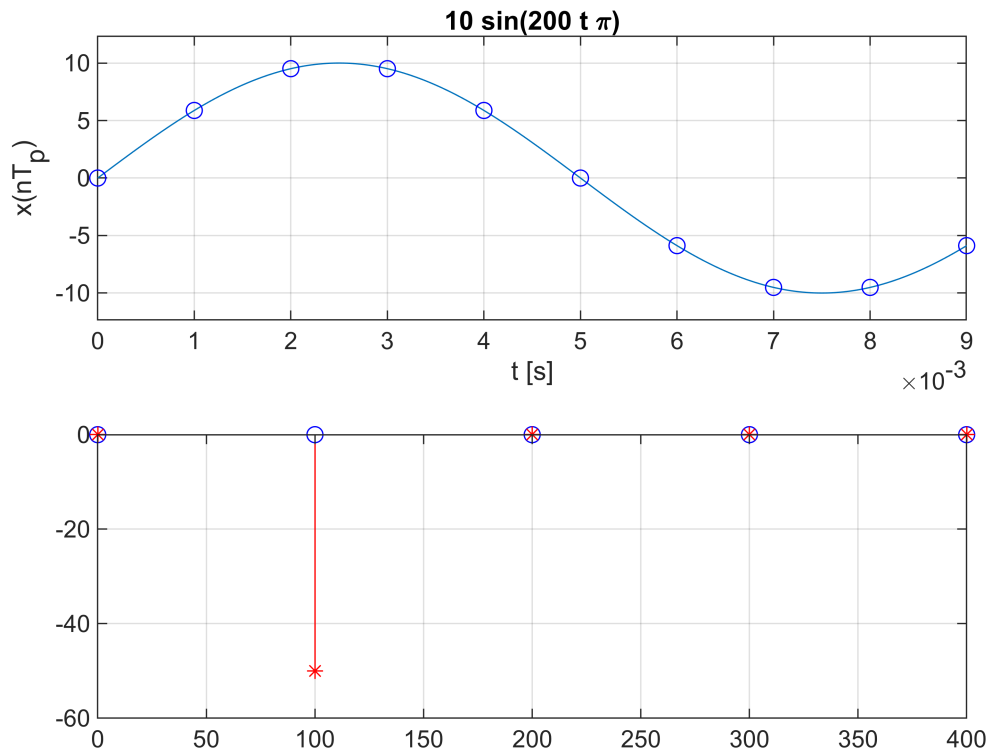
## Zadanie 2

```
figure;
subplot(2,1,1)
ezplot(x,[tn(1),tn(N)]); hold on; grid on
plot(tn, xn,'ob');
xlabel('t [s]'); ylabel('x(nT_p)');
subplot(2,1,2)
wk = fp*[0:N-1]/N; % oś częstotliwości
% należy przekazać funkcji stem() wartości na osi X
stem(wk, real(Xk), 'ob'); grid on; hold on;
stem(wk, imag(Xk), '*r');
title('Widmo'),
ylabel('X(k\Omega_p)'); %xlabel('f [Hz]')
legend('real','imag');
```



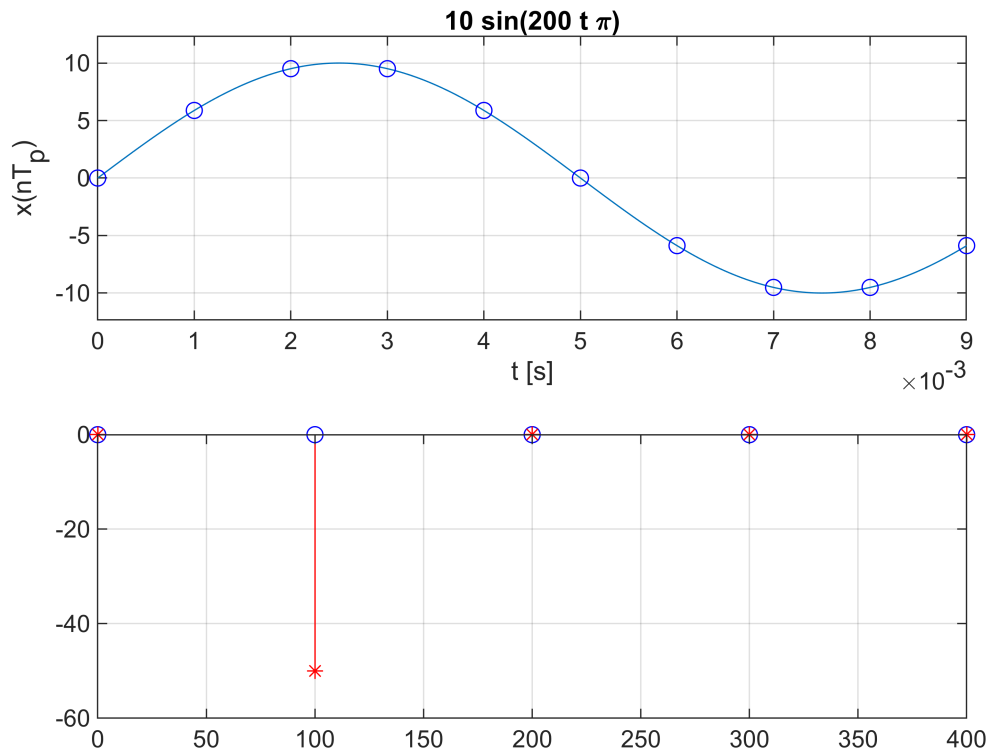
### Zadanie 3

```
figure;
subplot(2,1,1)
ezplot(x,[tn(1),tn(N)]); hold on; grid on
plot(tn, xn,'ob');
xlabel('t [s]'); ylabel('x(nT_p)');
subplot(2,1,2)
wk = fp*((N/2)-1)/N; % oś częstotliwości
stem(wk, real(Xk(1:N/2)), 'ob'); grid on; hold on;
stem(wk, imag(Xk(1:N/2)), '*r');
```

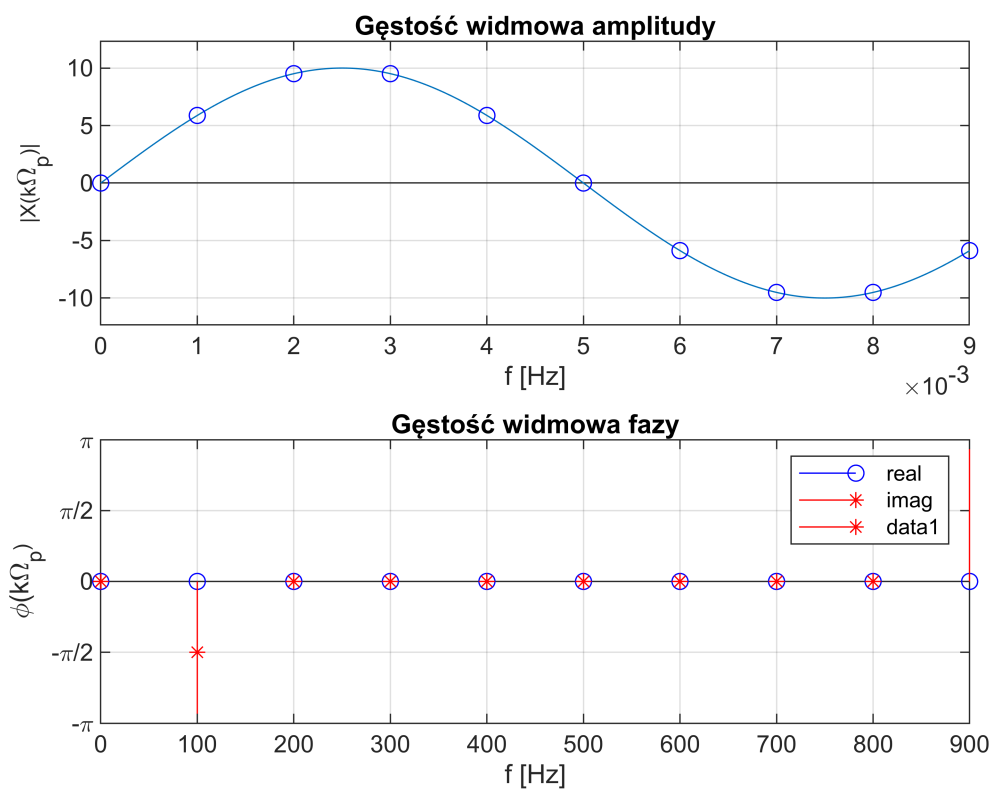


#### Zadanie 4

```
figure;
subplot(2,1,1)
ezplot(x,[tn(1),tn(N)]); hold on; grid on
plot(tn, xn,'ob');
xlabel('t [s]'); ylabel('x(nT_p)');
subplot(2,1,2)
wk = fp*[(N/2)-1]/N; % oś częstotliwości
stem(wk, real(Xk(1:N/2)), 'ob'); grid on; hold on;
stem(wk, imag(Xk(1:N/2)), '*r');
```



```
tol = 1e-2;
Xk(abs(Xk) < tol) = 0;
figure(2);
subplot(2,1,1);
stem(wk, abs(Xk(1:N/2)), 'ob'); grid on; hold on;
ylabel('|X(k\Omega_p)|');
title('Gęstość widmowa amplitudy');
xlabel('f [Hz]');
subplot(2,1,2);
stem(wk, angle(Xk(1:N/2)), '*r'); grid on;
yticks([-2*pi, -1.5*pi, -pi, -pi/2, 0, pi/2, pi, 1.5*pi, 2*pi]);
ylim([-pi, pi]);
yticklabels({'-2\pi', '-3/2\pi', '-\pi', '-\pi/2', '0', '\pi/2', '\pi', '3/2\pi', '2\pi'})
ylabel('\phi(k\Omega_p)');
title('Gęstość widmowa fazy');
xlabel('f [Hz]');
```

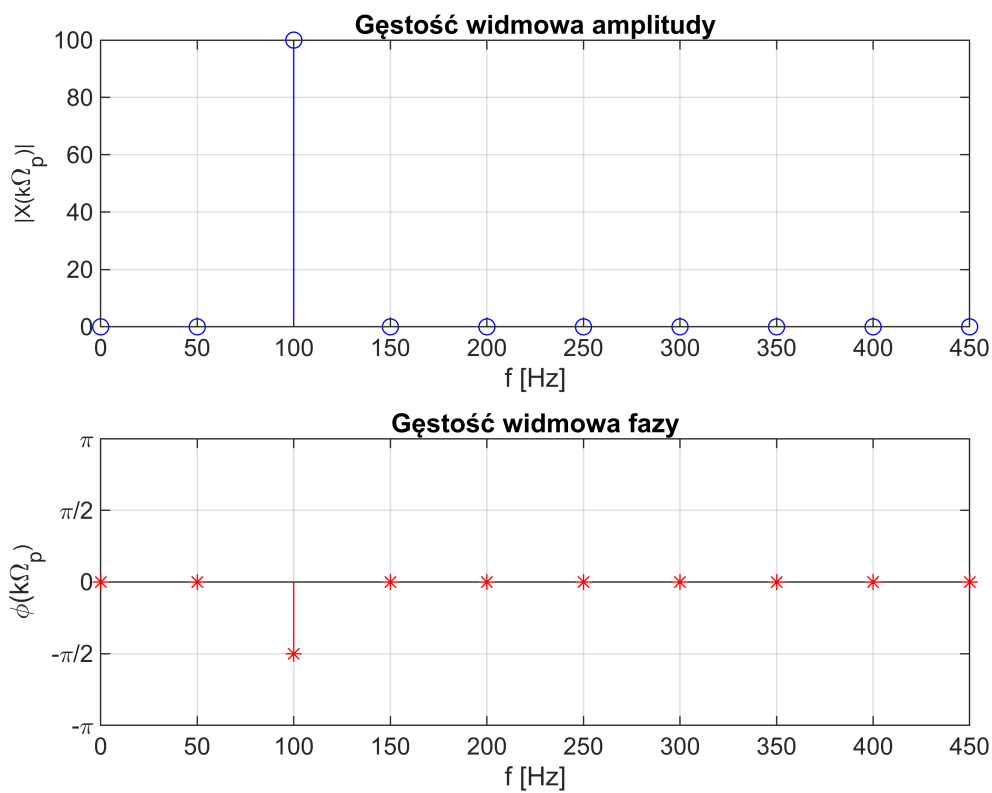
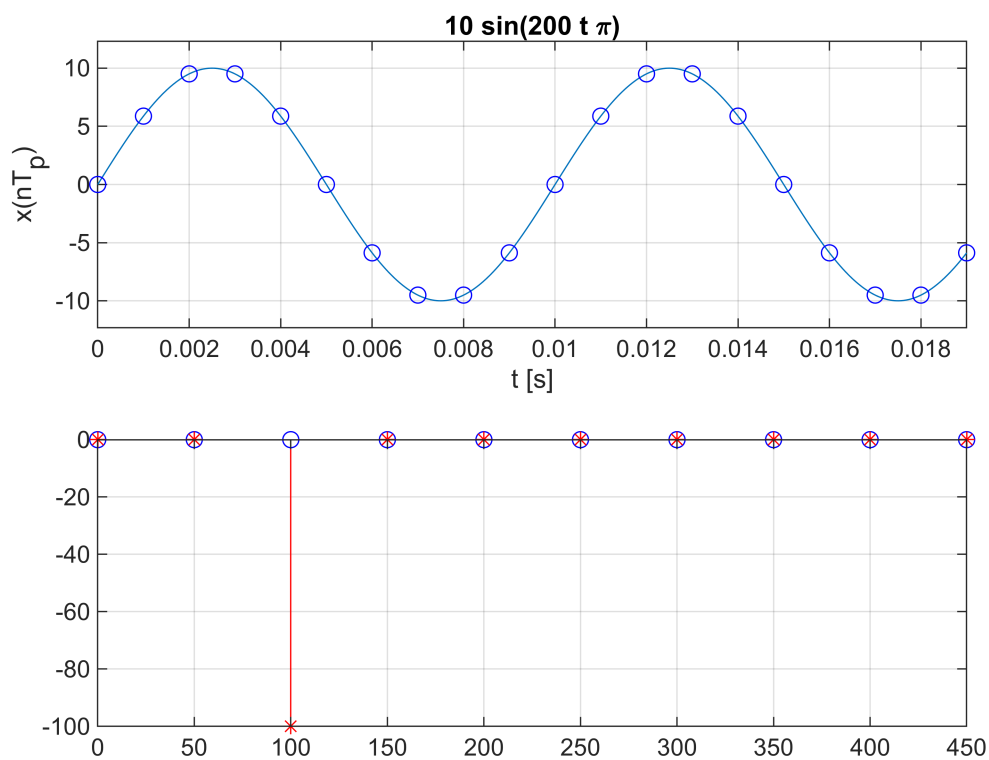


## Zadanie 5

5.1

```
clear all; close all
zad56(20,100)
```

```
dft_err = 9.5509e-13
DFT error:
9.5509e-13
```



Przy dwukrotnym zwiększeniu liczby próbek, moc sygnału również wzrosła dwukrotnie, natomiast faza nie zmieniła się.

## 5.2

```
clear all; close all
zad56(15,100)
```

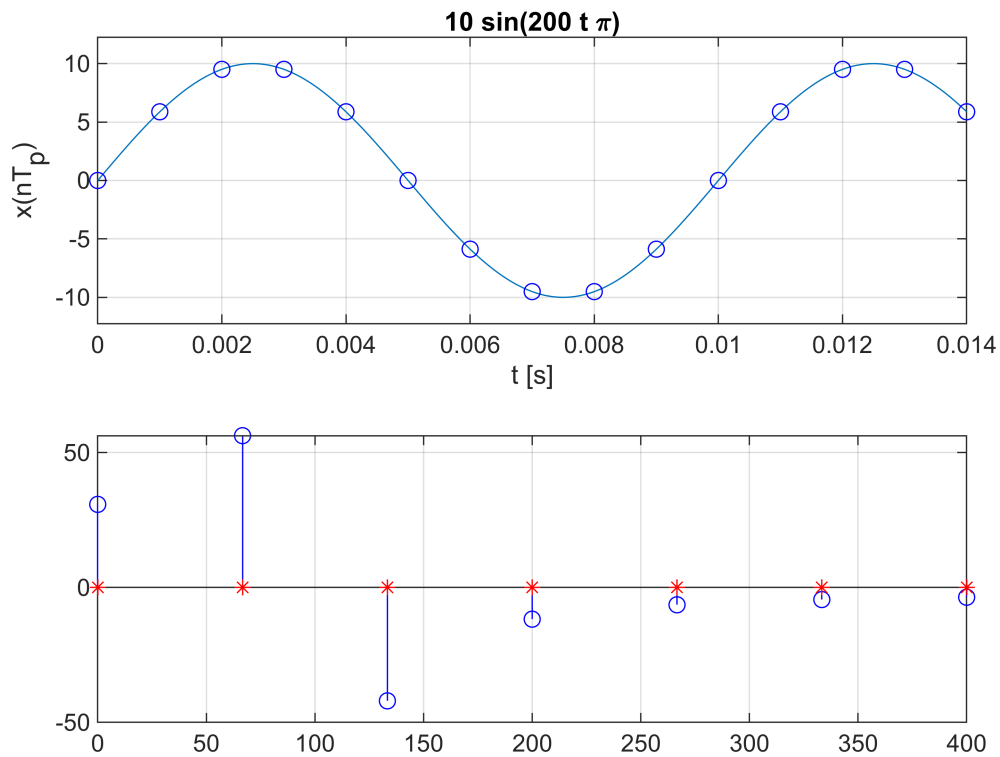
dft\_err = 6.7921e-13

DFT error:

6.7921e-13

Warning: Integer operands are required for colon operator when used as index.

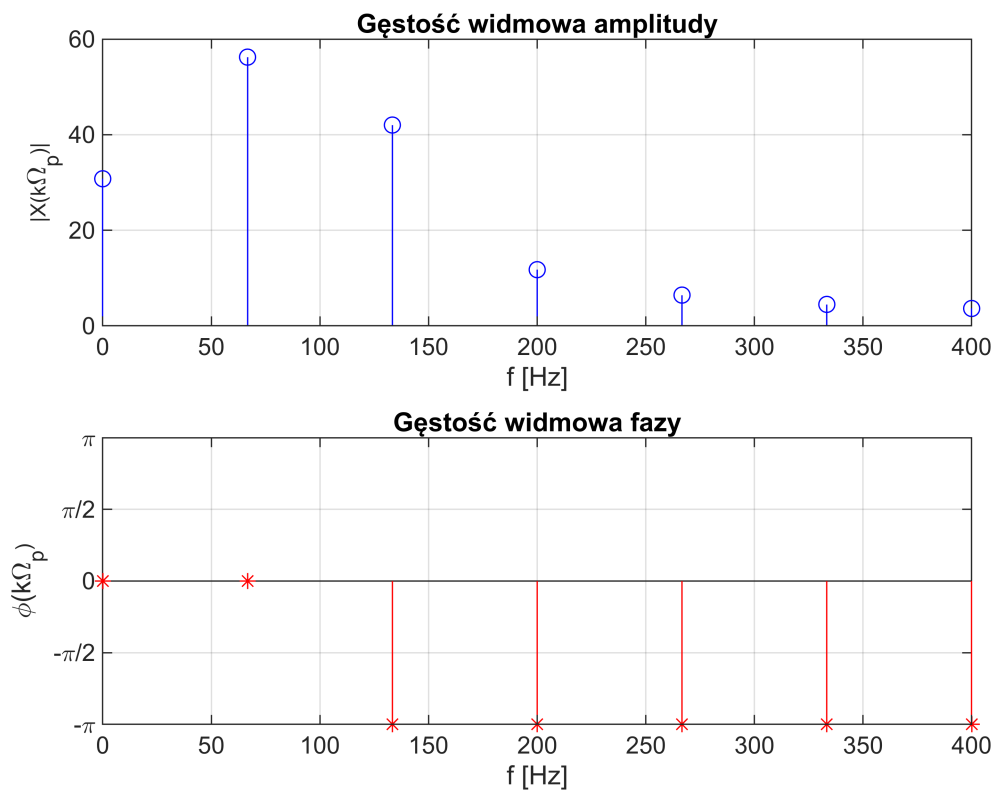
Warning: Integer operands are required for colon operator when used as index.



Warning: Integer operands are required for colon operator when used as index.

Warning: Integer operands are required for colon operator when used as index.



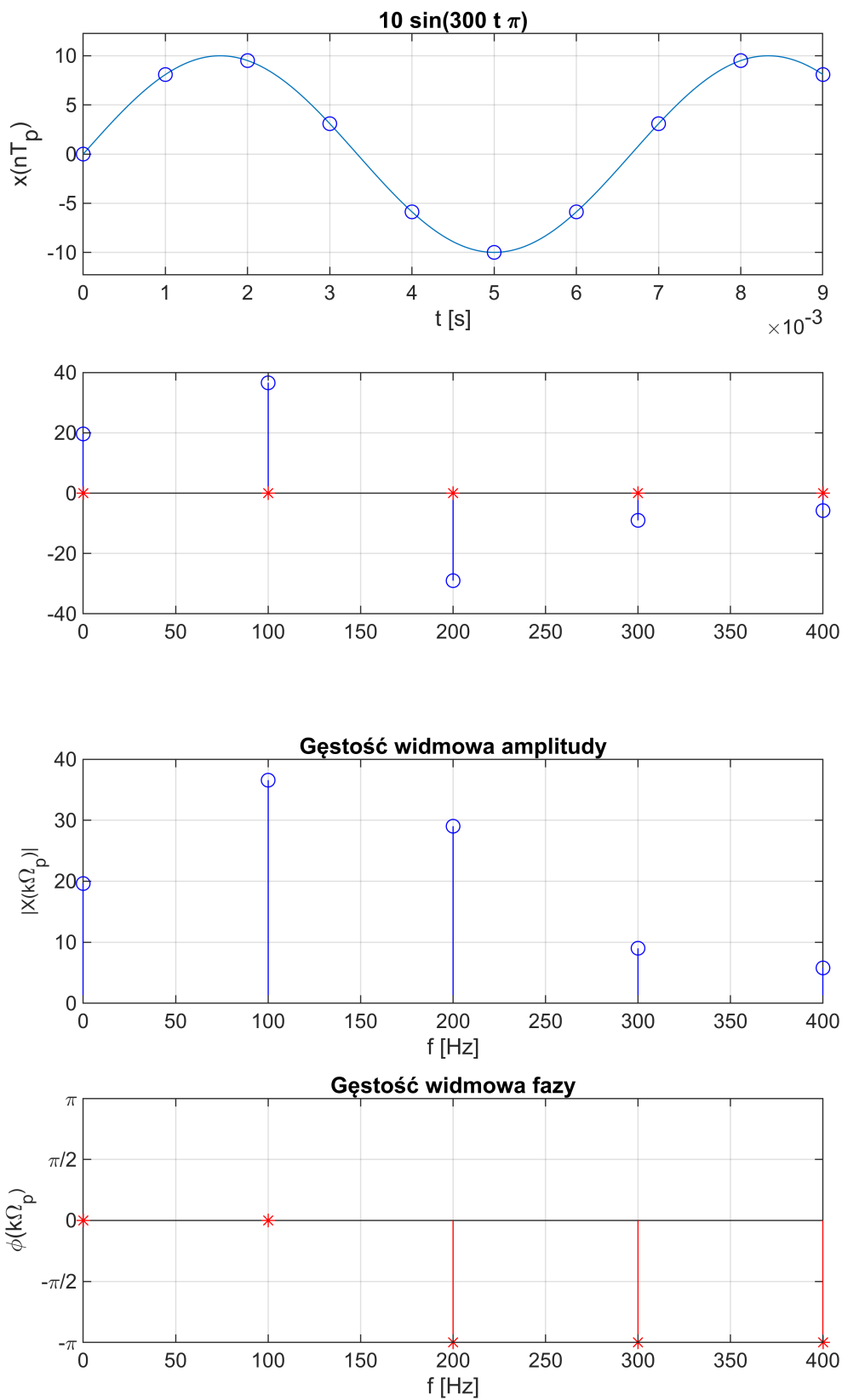


Z powodu braku próbki odpowiadającej dokładnie częstotliwości sygnału, energia rozłożyła się na inne próbki, szczególnie na te najbliższe brakującej. Pojawiła się stała składowa, której nie ma w oryginalnym sygnale.

## Zadanie 6

```
clear all; close all
zad56(10,150)
```

```
dft_err = 1.4156e-13
DFT error:
1.4156e-13
```



Ponownie, z powodu braku próbki odpowiadającej częstotliwości sygnału, obserwujemy zjawisko przecieku widma.

## Zadanie 7

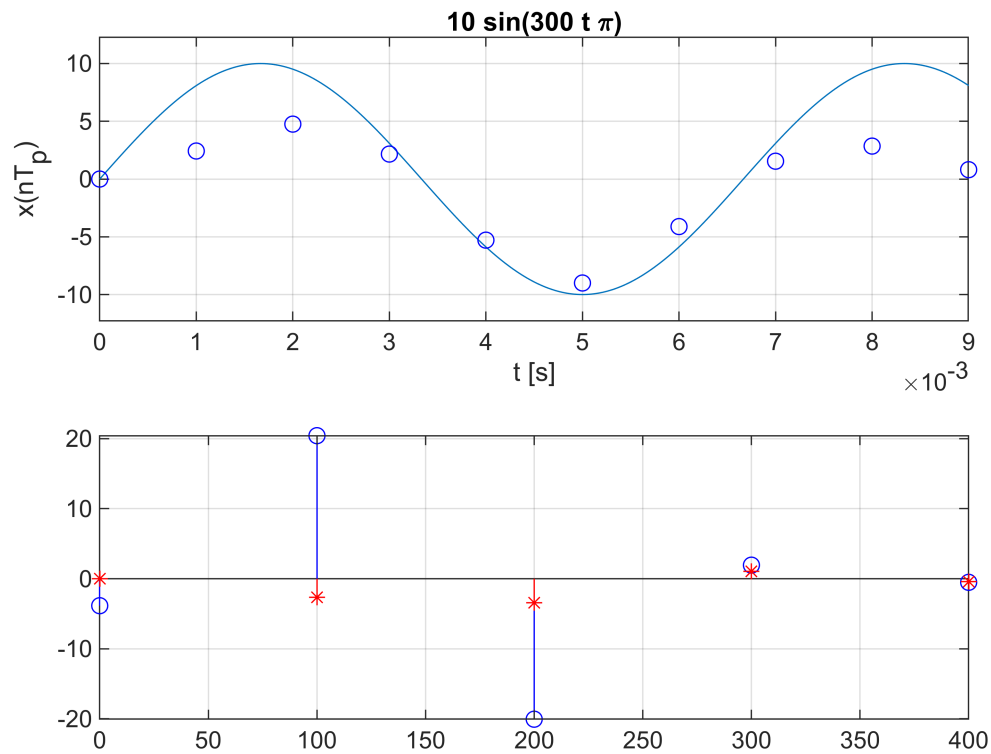
### 7.1 Okna trójkątne

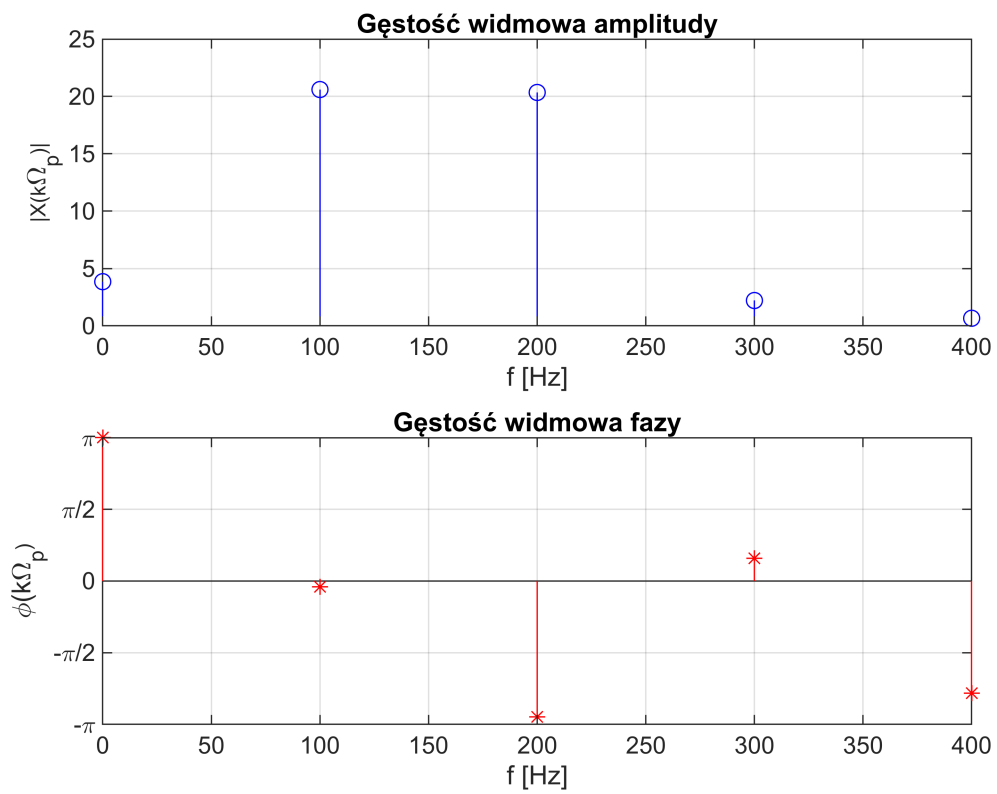
```
clear all; close all  
zad7('tr')
```

dft\_err = 5.0804e-14

DFT error:

5.0804e-14

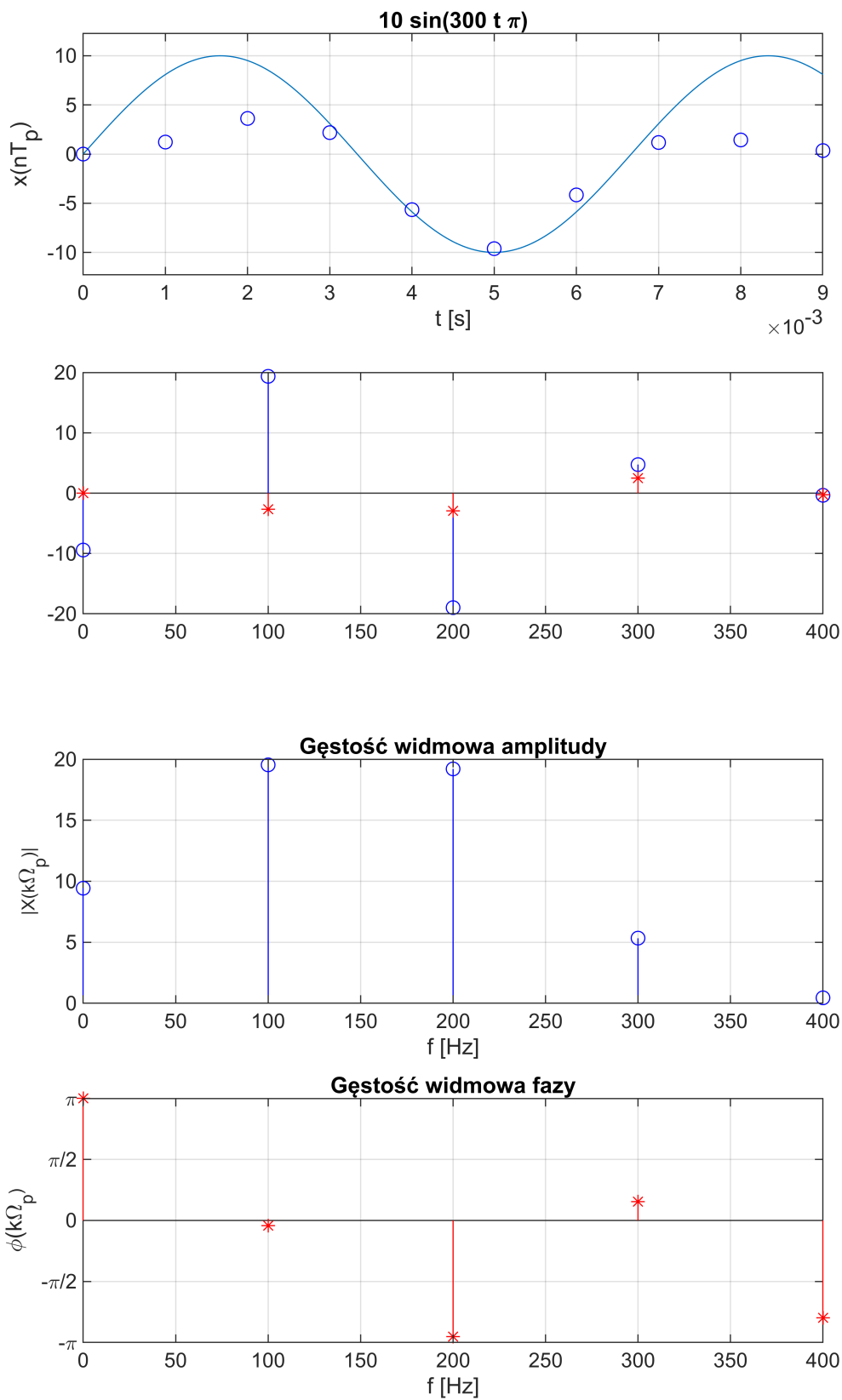




## 7.2 Okna Gaussa

```
clear all; close all
zad7('ga')
```

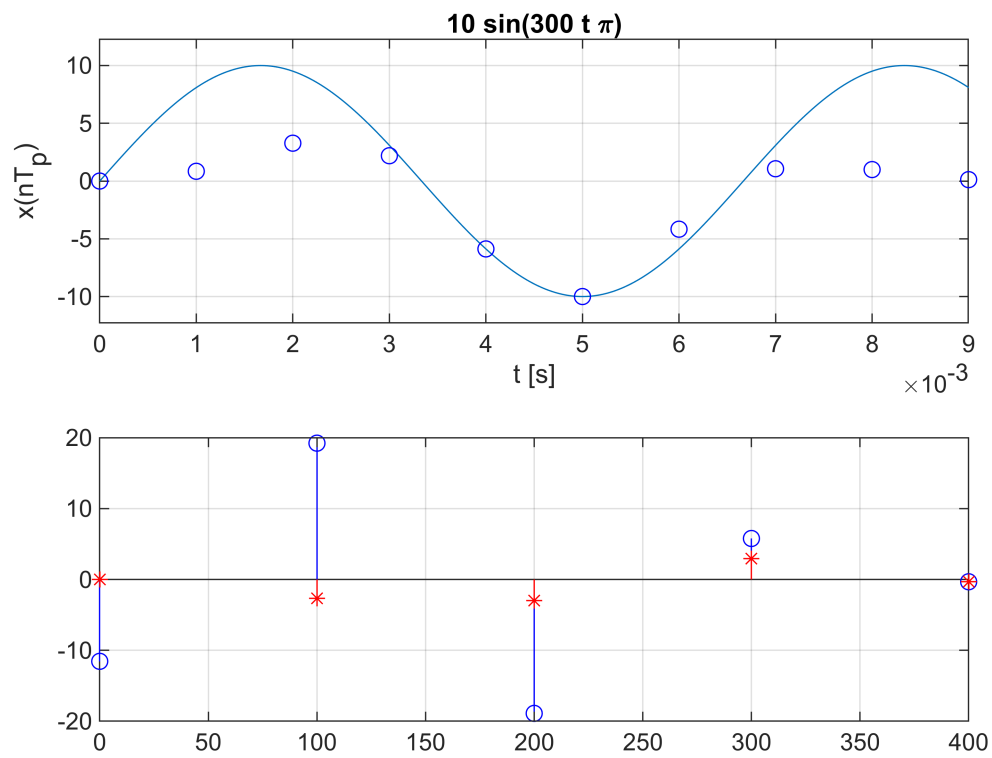
```
dft_err = 5.7182e-14
DFT error:
5.7182e-14
```

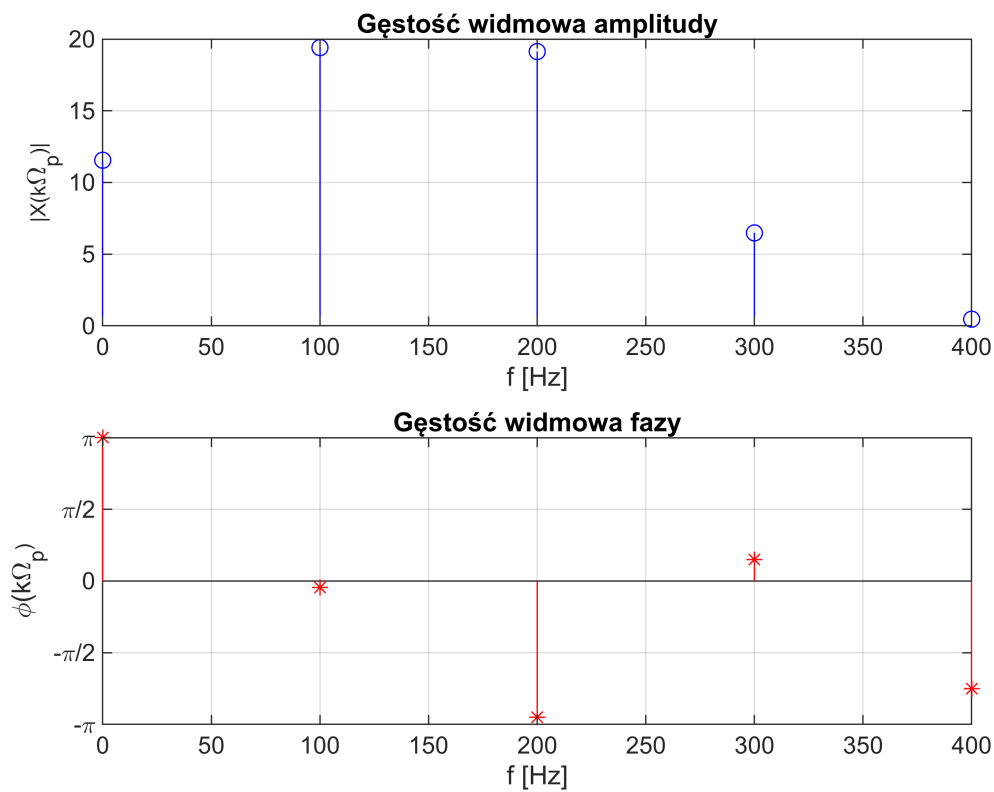


### 7.3 Okna Czebyszewa

```
clear all; close all
zad7('ch')
```

dft\_err = 5.7886e-14  
DFT error:  
5.7886e-14





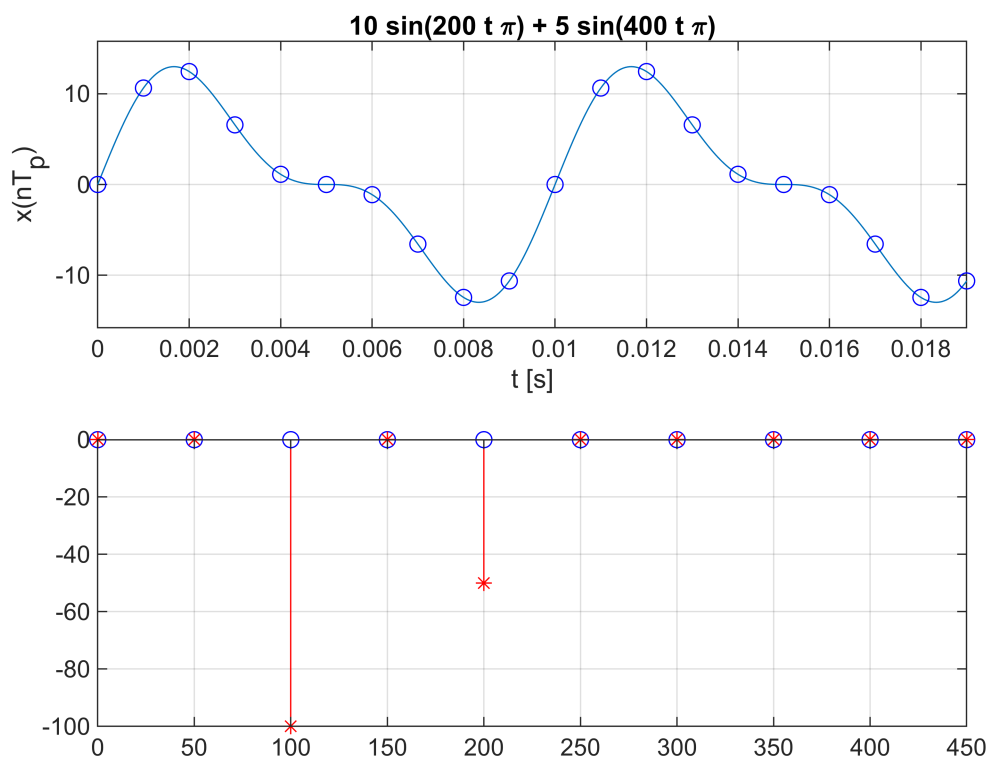
Zastosowanie okna trójkątnego dało najlepszy efekt; w pozostałych przypadkach w ogóle nie została odfiltrowana stała składowa niewystępująca w oryginalnym sygnale.

## Zadanie 8

8.1

```
clear all; close all
zad8(0)
```

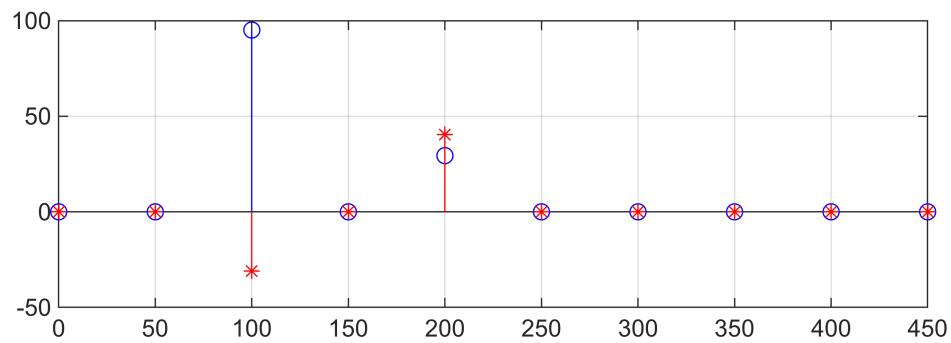
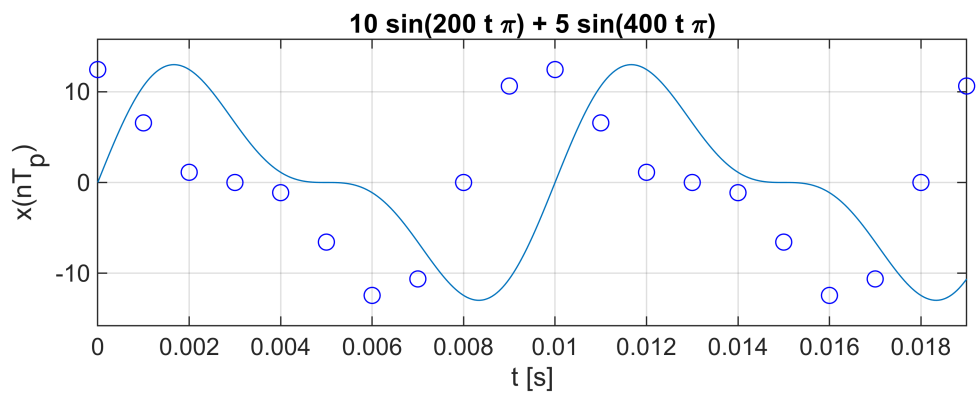
```
dft_err = 1.2653e-12
DFT error:
1.2653e-12
```

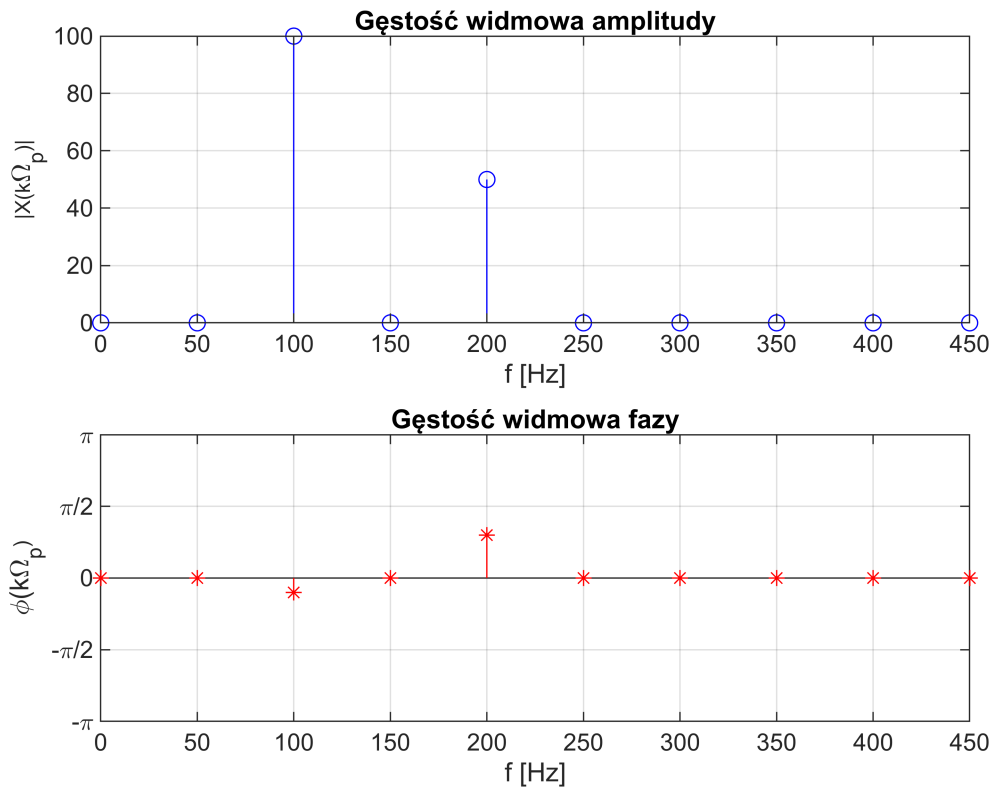




```
clear all; close all
zad8(2)
```

```
dft_err = 1.4323e-12
DFT error:
1.4323e-12
```





Po przesunięciu cyklicznym gęstość widmowa zostaje cała, a zmienia się faza sygnału.

## Zadanie 9 (ZD)

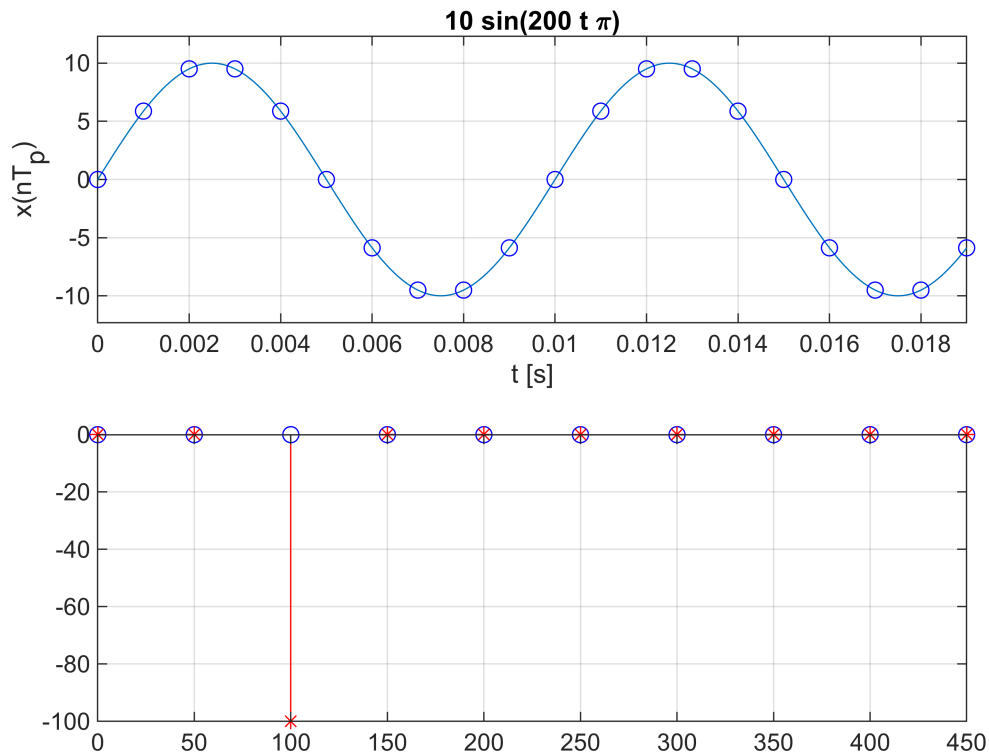
```
clear all; close all
syms t w
N = 20; % liczba próbek
fp = 1000;%Hz
Tp = 1/fp;
A0 = 5;
A1 = 10; f1 = 100; %Hz
x1 = A1*sin(2*pi*f1*t);
x = x1;
tn = [0:N-1]*Tp; % wsp. czasowe próbek
xn = double(subs(x,t,tn));
W = dftmtx(N);
Xk = xn*W;
Xk_fft = fft(xn,N); %funkcja wbudowana
dft_err = sum(abs(Xk_fft-Xk))
```

```
dft_err = 5.2563e-14
```

```
disp('DFT error:'); disp(dft_err);
```

```
DFT error:
5.2563e-14
```

```
figure;
subplot(2,1,1)
ezplot(x,[tn(1),tn(N)]); hold on; grid on
plot(tn, xn,'ob');
xlabel('t [s]'); ylabel('x(nT_p)');
subplot(2,1,2)
wk = fp*[0:((N/2)-1)]/N; % oś częstotliwości
stem(wk, real(Xk(1:N/2)), 'ob'); grid on; hold on;
stem(wk, imag(Xk(1:N/2)), '*r');
```



```
tol = 1e-2;
Xk(abs(Xk) < tol) = 0;
figure(2);
subplot(2,1,1);
stem(wk, abs(Xk(1:N/2)), 'ob'); grid on; hold on;
ylabel('|X(k\Omega_p)|');
title('Gęstość widmowa amplitudy');
xlabel('f [Hz]');
subplot(2,1,2);
stem(wk, angle(Xk(1:N/2)), '*r'); grid on;
yticks([-2*pi, -1.5*pi, -pi, -pi/2, 0, pi/2, pi, 1.5*pi, 2*pi]);
ylim([-pi, pi]);
yticklabels({'-2\pi', '-3/2\pi', '-\pi', '-\pi/2', '0', '\pi/2', '\pi', '3/2\pi', '2\pi'});
ylabel('\phi(k\Omega_p)');
title('Gęstość widmowa fazy');
xlabel('f [Hz]');
```

