

Projektowanie filtrów typu FIR.

Zad 1 i 2 (n stop)

```
f1 = 5;
f2 = 6;
f3 = 7;
f4 = 10;
f5 = 12;
f6 = 14;
f = [f1,f2,f3,f4,f5,f6];
Tp = 0.01;
tk = 0:Tp:10-Tp;
suma=0;
xk=0;
for i = [1:6]
    xk = sin(2*pi*f(i)*tk);
    suma = suma + xk;
end
N = length(suma);
figure(1);
plot(tk, suma);
title('Charakterystyka amplitudowa sygnału');
Xk = fft(suma) / N;
A = abs(Xk);
indeksy = find (A > 0.1);
indeksy=indeksy(4:6);
A(indeksy);
figure(2);
stem((0:N-1) * (1 / Tp) / N, A);
title('Transformata sygnału');
xlabel('Częstotliwość [Hz]');
ylabel('Amplituda');
fc = 8;
fp = 100;
fcn = fc / (fp / 2);
n = 10;
gstop = 0.1;
while 1
    b = zeros(1, n+1);
    for i = 1:n+1
        if i ~= (n/2) + 1
            b(i) = sin(pi * fcn * (i - 1 - n / 2)) / (pi * fcn * (i - 1 - n/2));
        else
            b(i) = 1;
        end
    end
    w = blackman(n+1);
    b = b .* w';
    b = b / sum(b);
    xF = filter(b, 1, suma);
    xfcut = xF(5 / Tp + 1:10 / Tp);
    XKF = fft(xfcut) / length(xfcut);
    AF = abs(XKF);
    AF([26,31,36,51,61,71])
    stosunek_amplitud = AF([51,61,71]) ./ A(indeksy);
```

```

    if all(stosunek_amplitud <= gstop)
        break;
    else
        n = n + 10;
    end
end
disp(['Minimalny rząd filtra: ', num2str(n)]);

figure(3);
plot(tk(5 / Tp + 1:10 / Tp), xfcut);
title('Przefiltrowany i obcięty sygnał');
xlabel('Czas [s]');
ylabel('Amplituda');

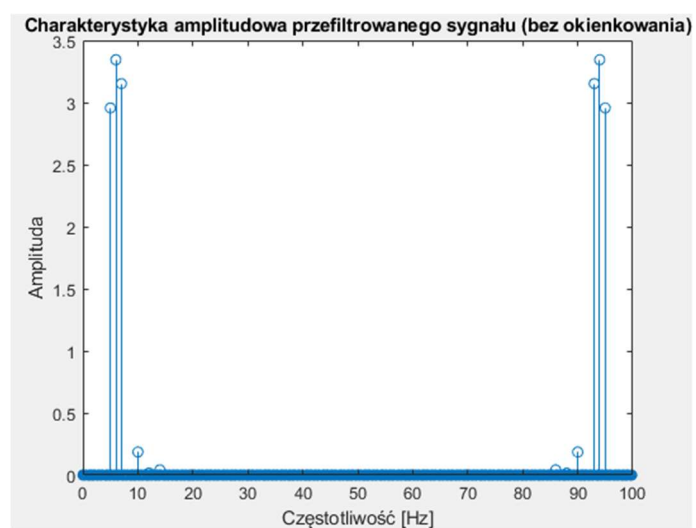
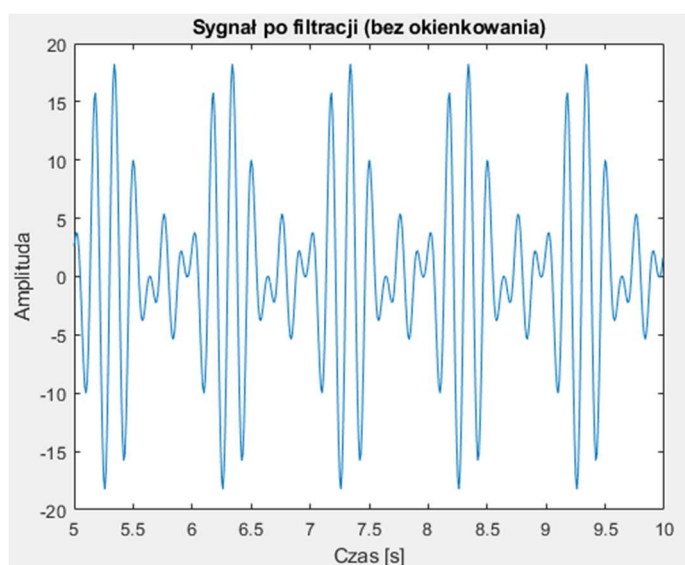
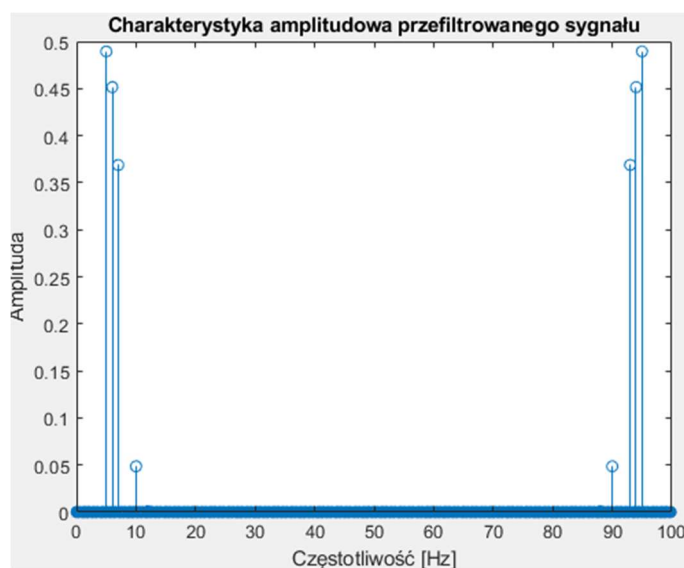
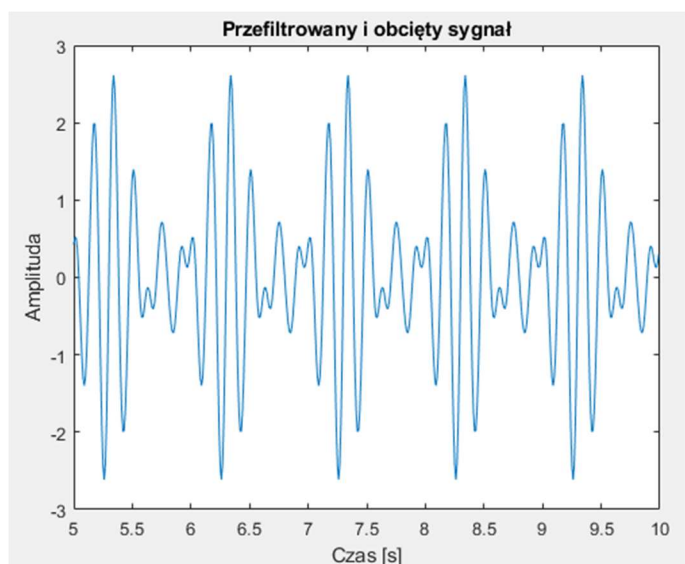
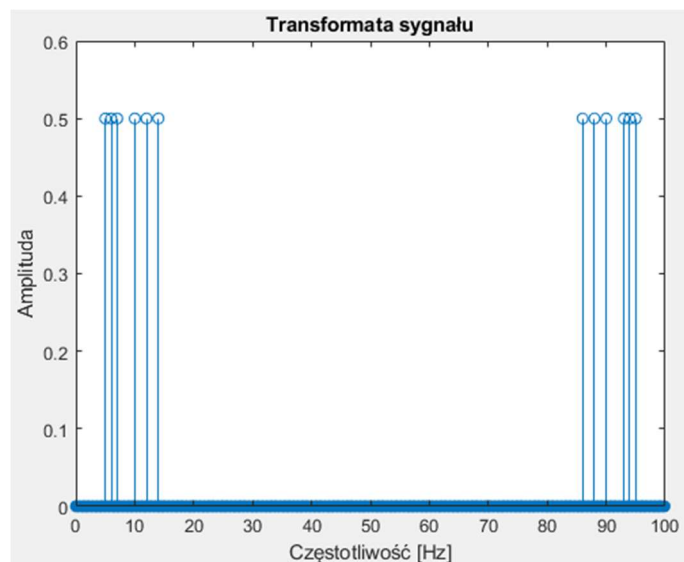
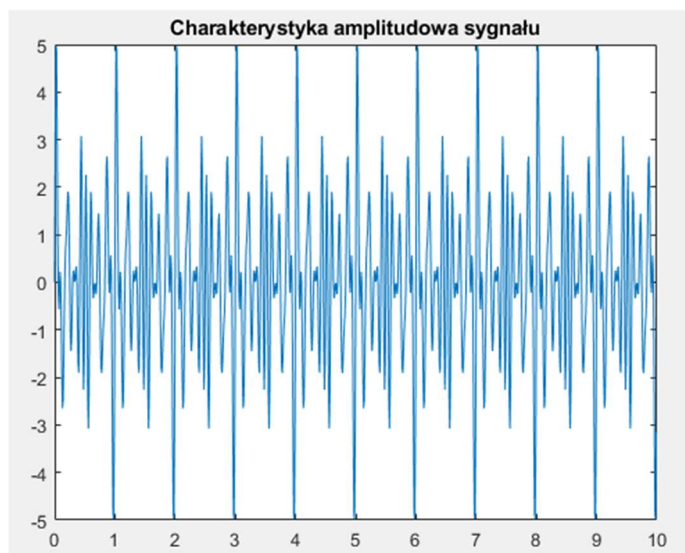
figure(4);
stem((0:length(xfcut)-1) * (1 / Tp) / length(xfcut), abs(fft(xfcut) /
length(xfcut)));
title('Charakterystyka amplitudowa przefiltrowanego sygnału');
xlabel('Częstotliwość [Hz]');
ylabel('Amplituda');

xbezokna = filter(b, 1, suma);

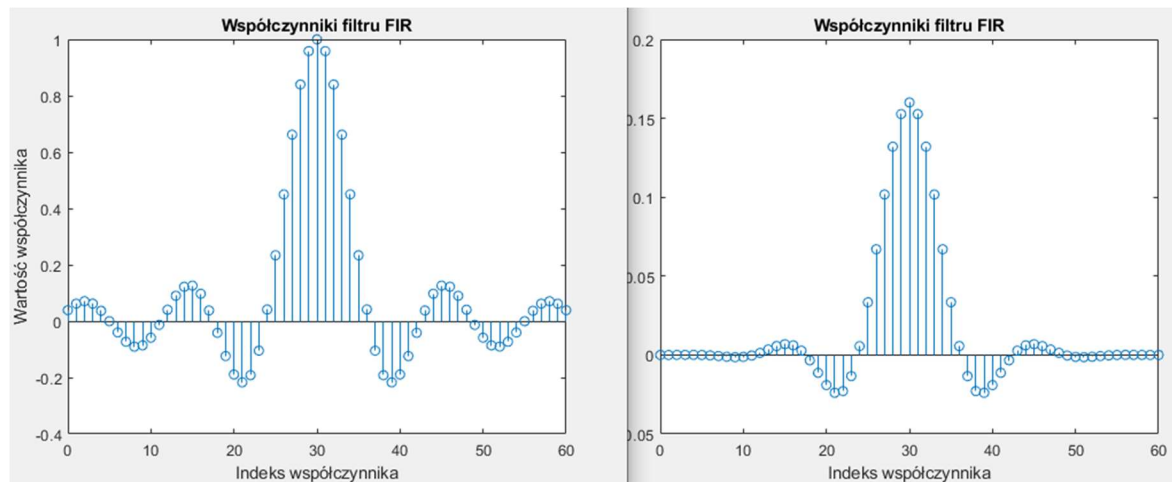
figure(5);
stem((0:N-1) * (1 / Tp) / N, abs(fft(xbezokna) / N));
title('Charakterystyka amplitudowa przefiltrowanego sygnału (bez okienkowania)');
xlabel('Częstotliwość [Hz]');
ylabel('Amplituda');

```

Minimalny rząd filtra: 60



Czym różni się ta charakterystyka (bez okienka) od charakterystyki sygnału przefiltrowanego filtrem FIR z okienkowaniem współczynników?



Współczynniki b i współczynniki b z oknem Blackmana

Okno Blackmana niweluje listki boczne współczynników filtru.

Z okienkowaniem Blackmana moc sygnału w paśmie zaporowym jest niższa oraz lepiej filtruje częstotliwości poza pasmem przenoszenia. Prążki główne nie odzwierciedlają wcześniejszych wartości sygnału.

Zad 3 (n pass)

```
f1 = 5;
f2 = 6;
f3 = 7;
f4 = 10;
f5 = 12;
f6 = 14;
f = [f1,f2,f3,f4,f5,f6];
Tp = 0.01;
tk = 0:Tp:10-Tp;
suma=0;
xk=0;
for i = [1:6]
    xk = sin(2*pi*f(i)*tk);
    suma = suma + xk;
end
N = length(suma);
figure(1);
plot(tk, suma);
title('Charakterystyka amplitudowa sygnału');
Xk = fft(suma) / N;
A = abs(Xk);
indeksy = find (A > 0.1);
indeksy=indeksy(1:3);
A(indeksy)
figure(2);
stem((0:N-1) * (1 / Tp) / N, A);
title('Transformata sygnału');
xlabel('Częstotliwość [Hz]');
ylabel('Amplituda');
fc = 8;
fp = 100;
f_cn = fc / (fp / 2);
n = 10;
gpass = 0.95;

while 1

    b = zeros(1, n+1);

    for i = 1:n+1
        if i ~= (n/2) + 1
            b(i) = sin(pi * f_cn * (i - 1 - n / 2)) / (pi * f_cn * (i - 1 - n/2));
        else
            b(i) = 1;
        end
    end
    b2=b;
    w = blackman(n+1);
    b = b .* w';
    b = b / sum(b);
    xF = filter(b, 1, suma);
    xfcut = xF(5 / Tp + 1:10 / Tp);
    Xk_F = fft(xfcut) / length(xfcut);
    A_F = abs(Xk_F);
    A_F([26,31,36]);
    stosunek_amplitud = A_F([26,31,36]) ./ A(indeksy);
```

```

    if all(stosunek_amplitud >= gpass)
        break;
    else
        n = n + 10;
    end
end

disp(['Minimalny rząd filtra: ', num2str(n)]);

figure(3);
plot(tk(5 / Tp + 1:10 / Tp), xfcut);
title('Przefiltrowany i obcięty sygnał');
xlabel('Czas [s]');
ylabel('Amplituda');

figure(4);
stem((0:length(xfcut)-1) * (1 / Tp) / length(xfcut), abs(fft(xfcut) /
length(xfcut)));
title('Charakterystyka amplitudowa przefiltrowanego sygnału');
xlabel('Częstotliwość [Hz]');
ylabel('Amplituda');

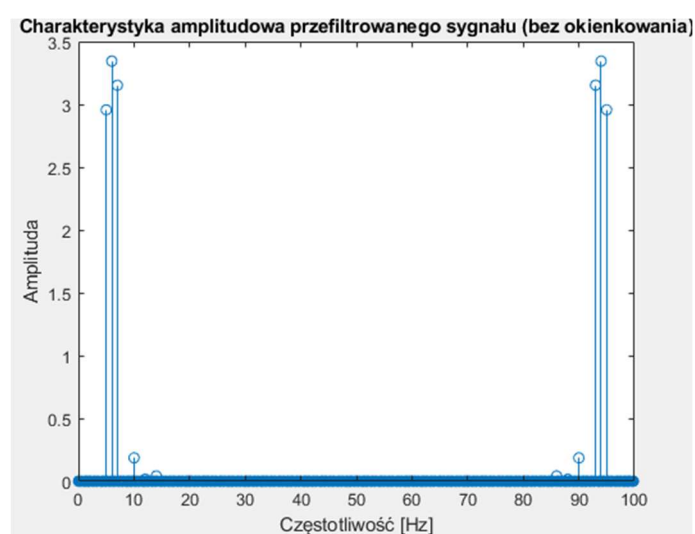
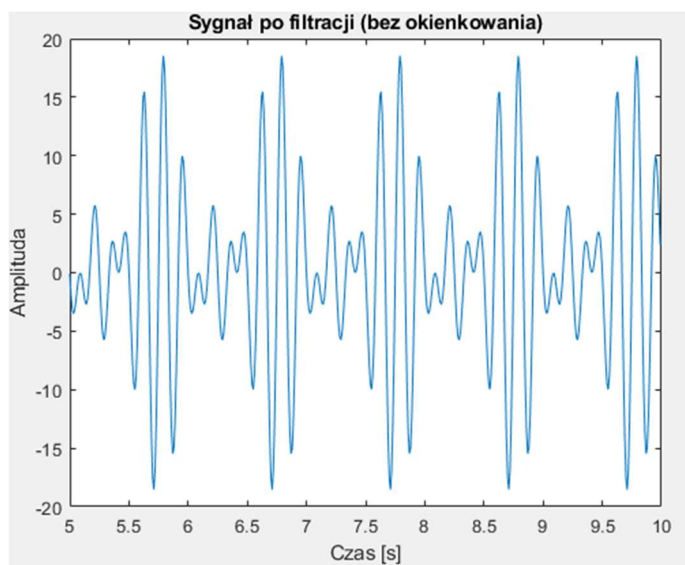
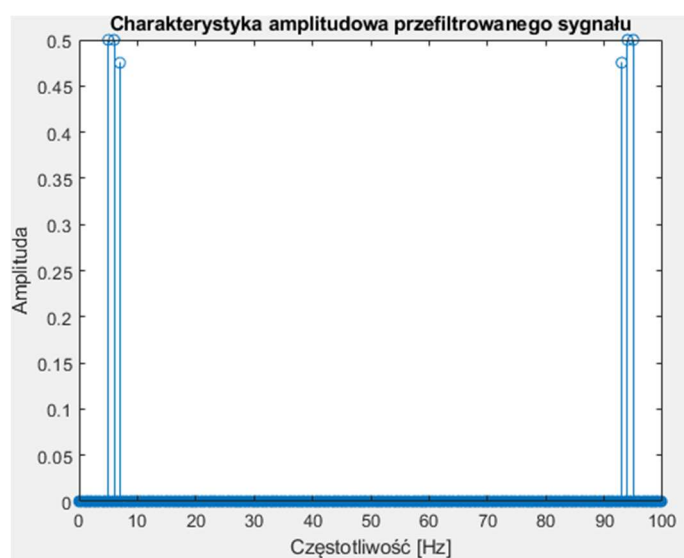
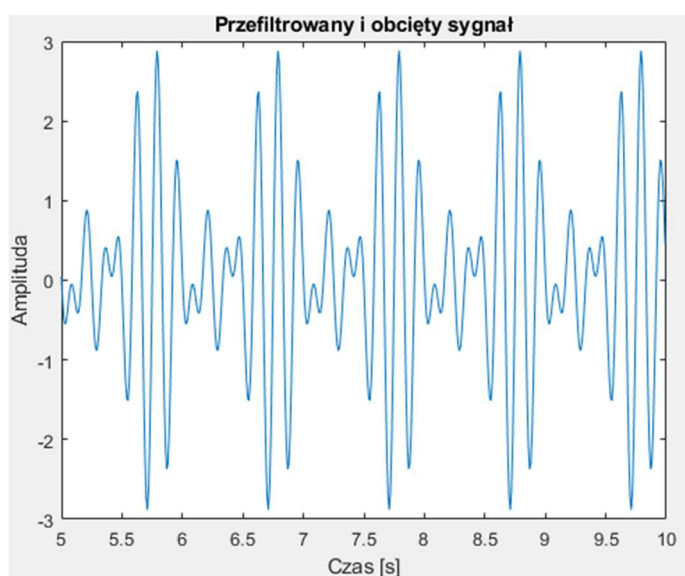
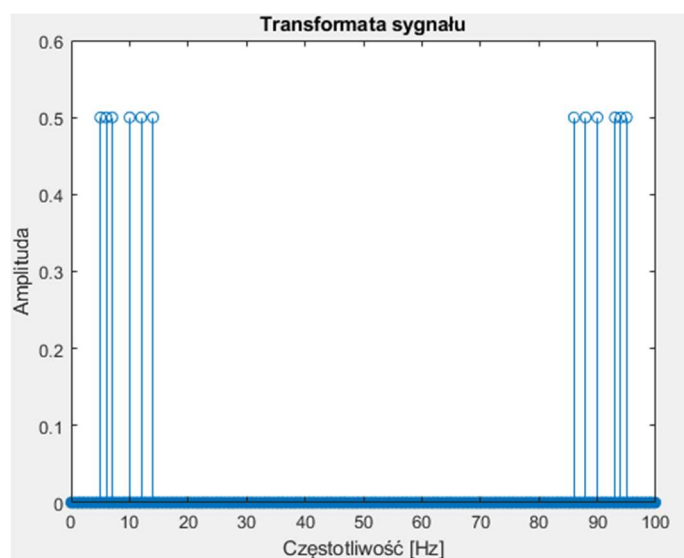
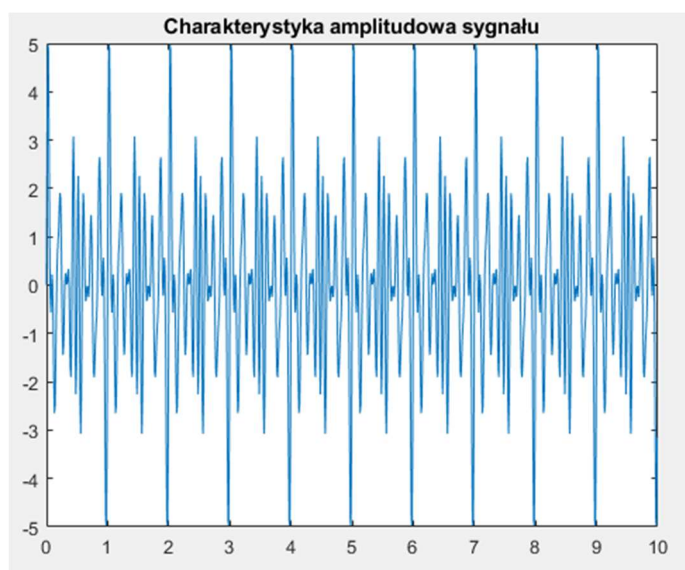
xbezokna = filter(b2, 1, suma);
xbezoknacut = xbezokna(5 / Tp + 1:10 / Tp);

figure(6);
plot(tk(5 / Tp + 1:10 / Tp), xbezoknacut);
title('Sygnał po filtracji (bez okienkowania)');
xlabel('Czas [s]');
ylabel('Amplituda');

figure(5);
stem((0:length(xbezoknacut)-1) * (1 / Tp) / length(xbezoknacut),
abs(fft(xbezoknacut) / length(xbezoknacut)));
title('Charakterystyka amplitudowa przefiltrowanego sygnału (bez okienkowania)');
xlabel('Częstotliwość [Hz]');
ylabel('Amplituda');

```

Minimalny rząd filtra: 150



Co można powiedzieć o rzędach filtrów IIR i FIR zapewniających spełnienie tych samych założeń projektowych?

Rzędy filtrów spełniających warunek gstop są niższe od rzędów filtrów spełniających warunek gpass. Oznacza to że łatwiej jest uzyskać pożądane filtrowanie w paśmie zaporowym i skutecznie odfiltrować sygnał z niepożądanych częstotliwości niż pozostawić pożądany sygnał (jego częstotliwości) nienaruszone (w pasmie przenoszenia).