

Sprawozdanie z laboratorium Podstaw i Algorytmów Przetwarzania Sygnałów

Ćwiczenie wykonał:

Karol Kozłowski (132652)

Data :

9 marzec 2006

Prowadzący:

Jarosław Lachowski

Ocena:

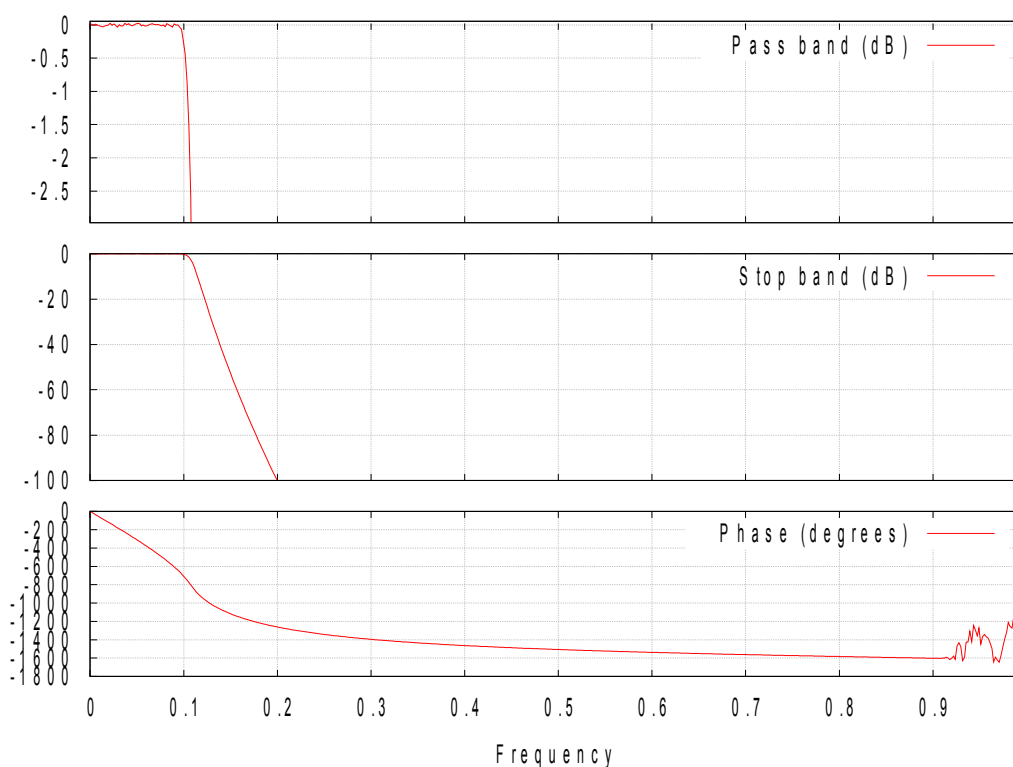
Ćwiczenie 11: Porównanie filtrów typu FIR i IIR

Liniowość fazy. Okna czasowe. Filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej (IIR), rząd filtru.

Zaprojektować filtr IIR dolnoprzepustowy o częstotliwości $f_c=0,1$

Poniżej znajdują się charakterystyki 3ch filtrów zaprojektowanych przy pomocy funkcji *butter*, *buttord*, *cheby1*, *cheb1ord*, *ellip*, *ellipord*. Parametry jakie przyjęto do obliczeń to $W_p=0,1$, $R_p=0.25[dB]$, $R_s=60[dB]$

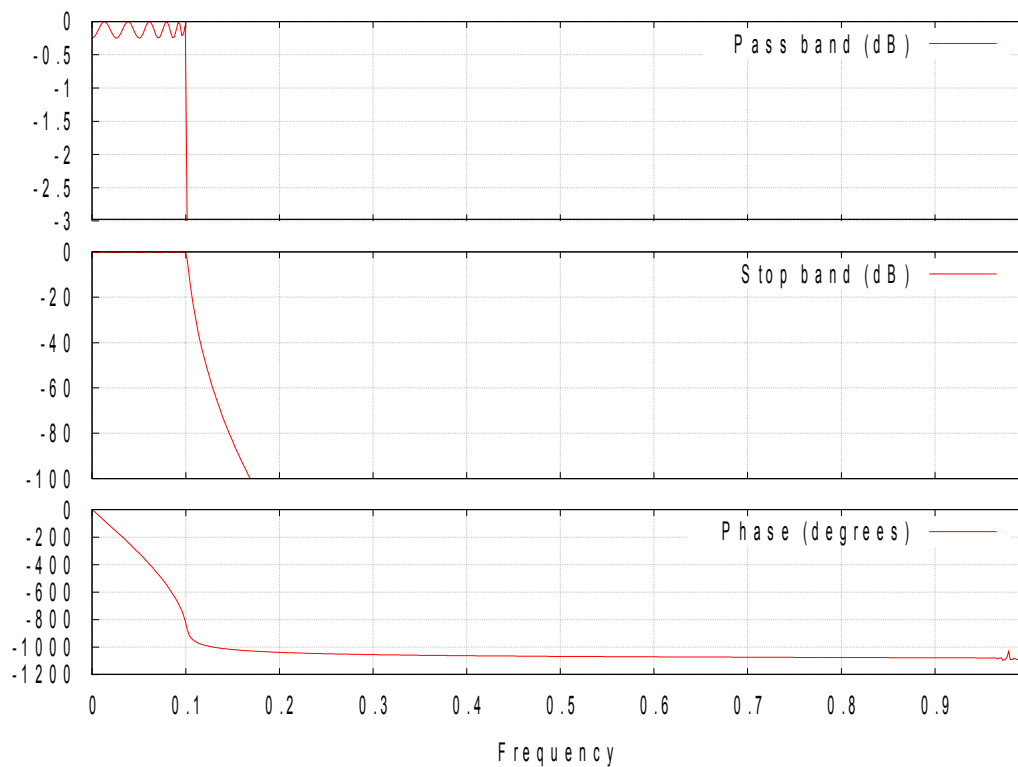
a) Filtr Butterwortha $W_s=0,16$



Wykres 1: Charakterystyki filtru Butterwortha

Rząd filtra $n=18$, częstotliwość graniczna przy zadanych parametrach $W_c=0.1081$.

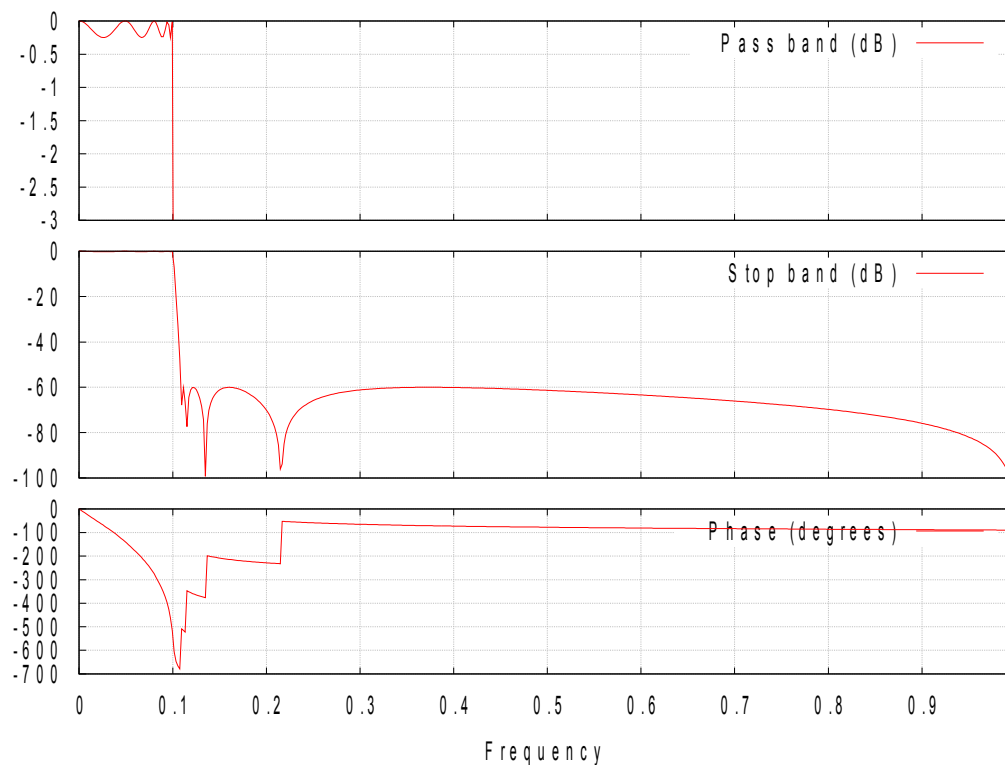
b) Filtr Czebyszewa $W_s=0.13$



Wykres 2: Charakterystyki filtru Czebyszewa

Rząd filtra $n=15$, częstotliwość graniczna przy zadanych parametrach $W_c=0.1$.

c) Filtr Eliptyczny $W_s=0.11$

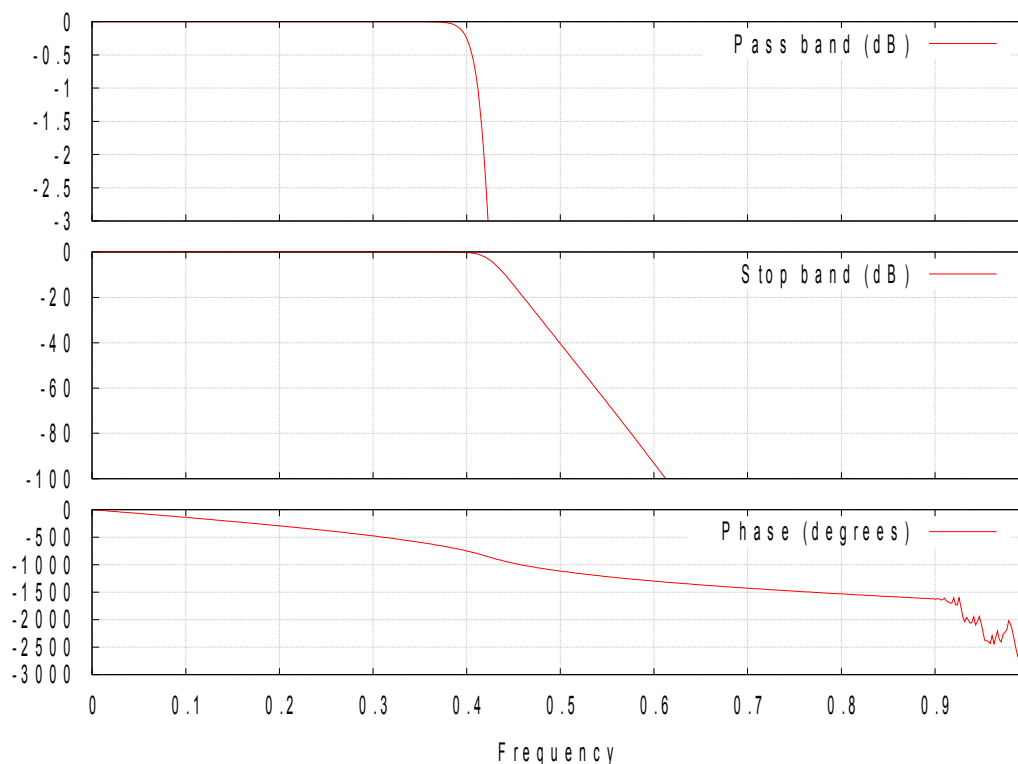


Wykres 3: Charakterystyki filtru eliptycznego

Rząd filtra $n=9$, częstotliwość graniczna przy zadanych parametrach $W_c=0.1$.

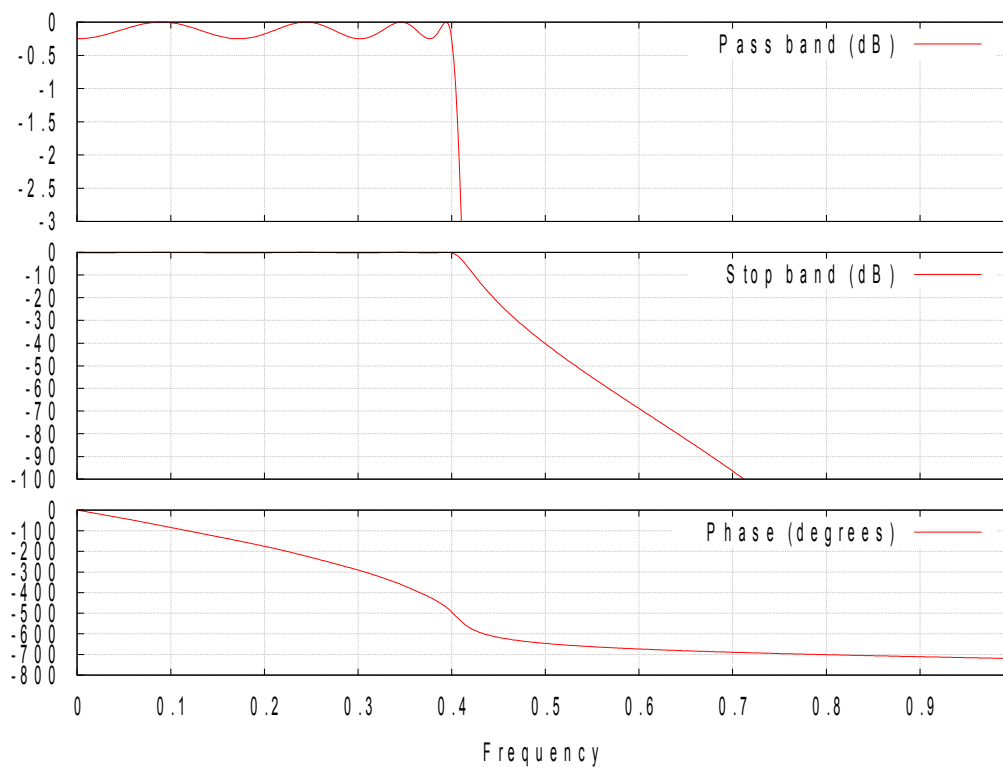
Porównać własności filtrów butter, cheby i ellip w dziedzinie czasu i częstotliwości.

a) Porównanie w dziedzinie częstotliwości:



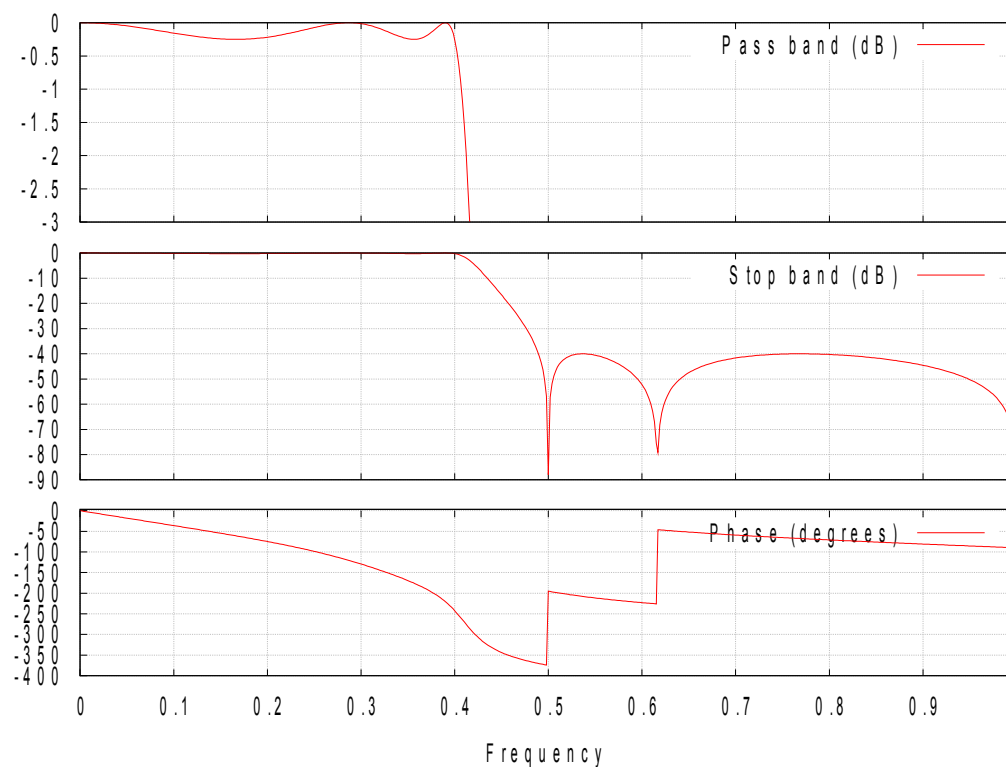
Wykres 4: Charakterystyki filtru Butterwortha

$$W_p=0.4, W_s=0.5, R_s=40[dB], R_p=0.25[dB]$$



Wykres 5: Charakterystyki filtru Czebyszewa

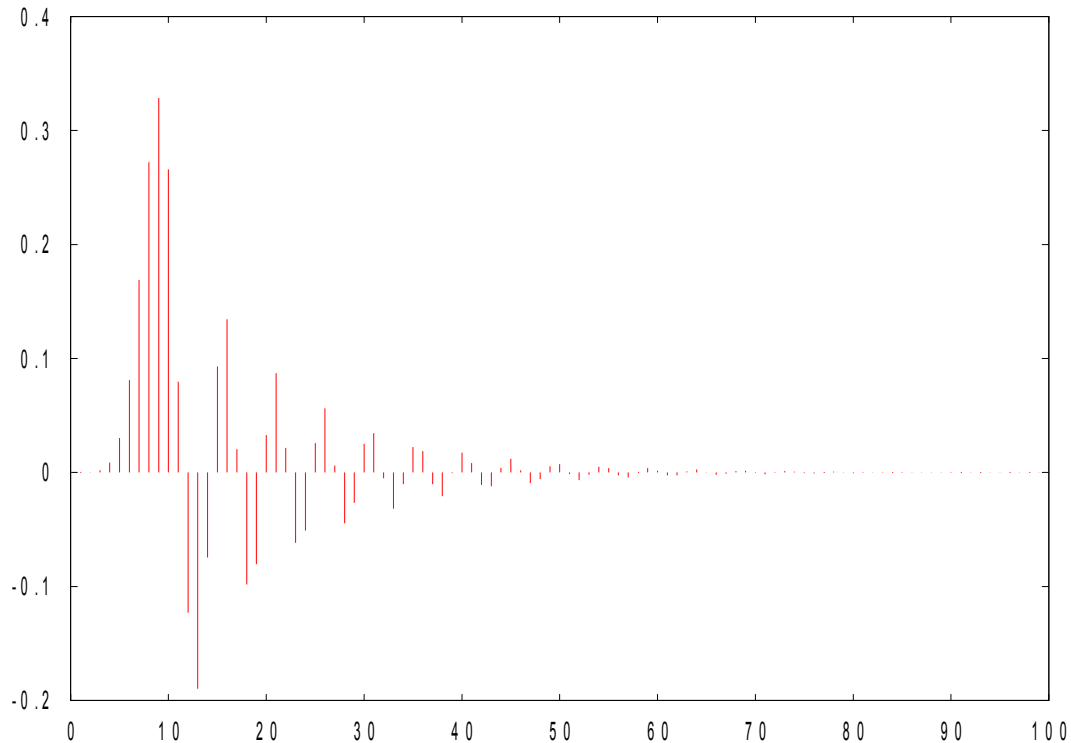
$$W_p=0.4, W_s=0.5, R_s=40[dB], R_p=0.25[dB]$$



Wykres 6: Charakterystyki filtru eliptycznego

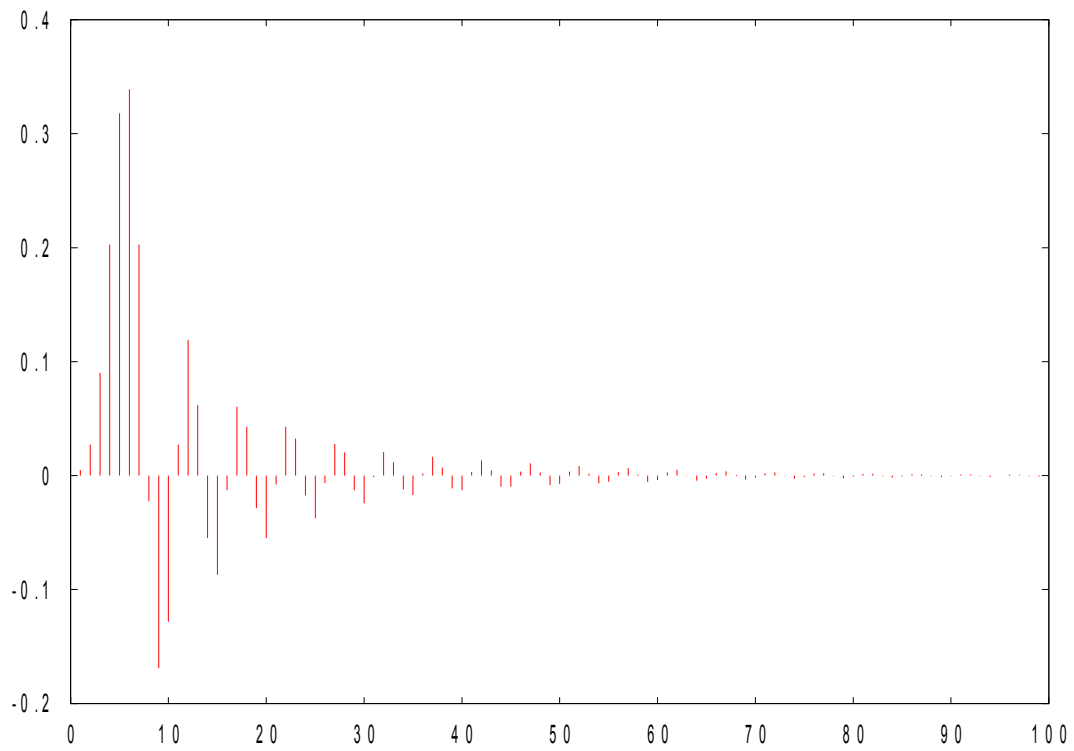
$$W_p=0.4, W_s=0.5, R_s=40[dB], R_p=0.25[dB]$$

b) Porównanie w dziedzinie czasu



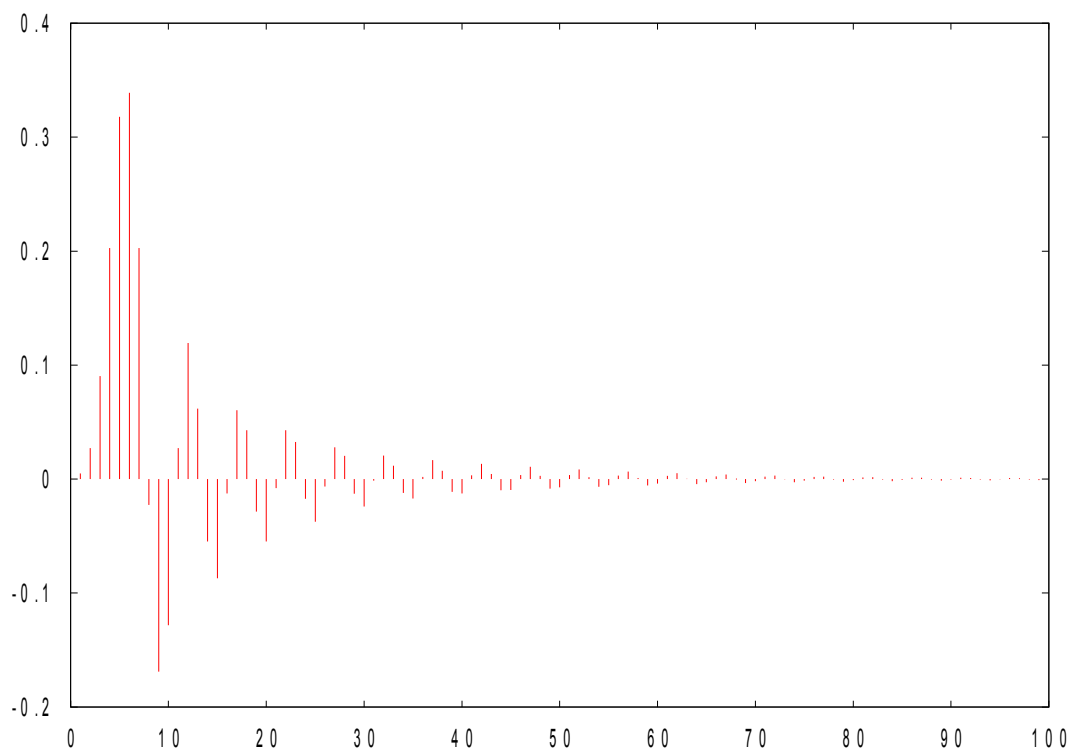
Wykres 7: Odpowiedź impulsowa filtru Butterwortha

$$W_p=0.4, W_s=0.5, R_s=40[dB], R_p=0.25[dB]$$



Wykres 8: Odpowiedź impulsowa filtru Czebyszewa

$W_p=0.4$, $W_s=0.5$, $R_s=40[dB]$, $R_p=0.25[dB]$



Wykres 9: Odpowiedź impulsowa filtru eliptycznego

$W_p=0.4$, $W_s=0.5$, $R_s=40[dB]$, $R_p=0.25[dB]$

Z analizy powyższych wykresów wynika, że przedstawione 3 typy filtrów różnią się głównie długością pasma przejściowego, które filtr butterworda ma najdłuższe, ale za to nie występują w nim zafalowania w paśmie przepustowym. Filtr eliptyczny dysponuje najkrótszym pasmem przejściowym, jednak ma duże zafalowania w paśmie przepustowym oraz nieliniową charakterystykę pasma zaporowego w odróżnieniu od pozostałych. Filtr Czybyszewa ma właściwości pośrednie pomiędzy filtr Butterworda i filtr Eliptycznym.

Z analizy w dziedzinie czasu ciężko jest wysnuć jakiegokolwiek wnioski, ponieważ odpowiedzi impulsowe wszystkich trzech filtrów wyglądają niemalże identycznie.

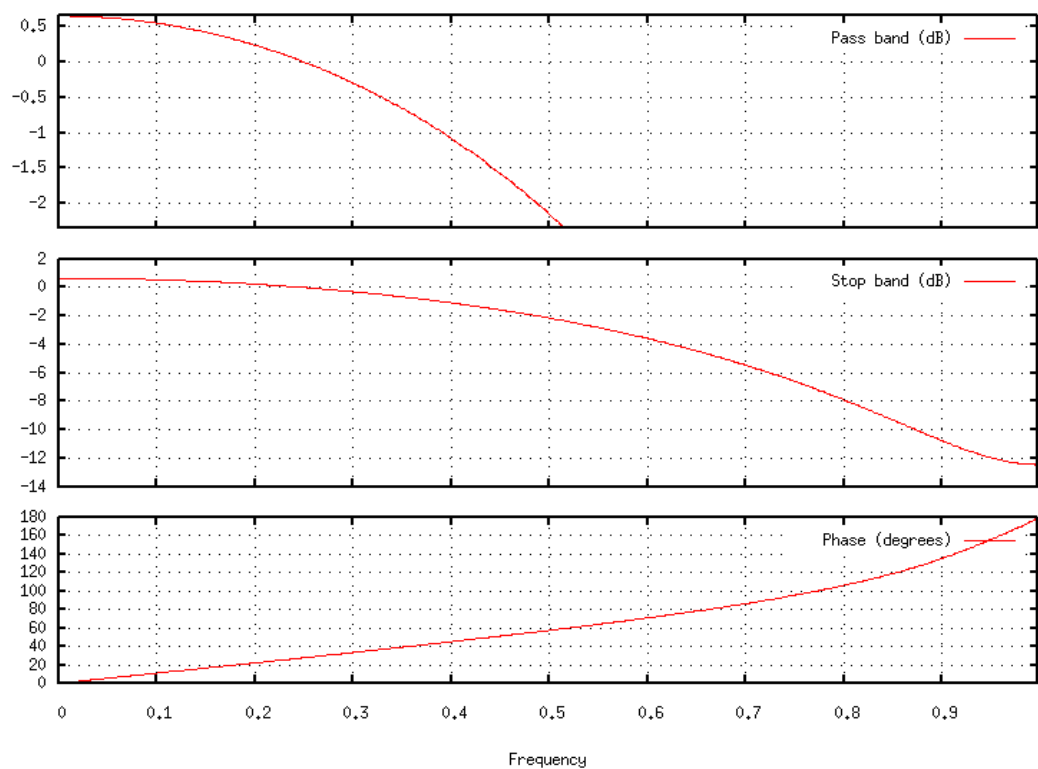
Każdy z wymienionych filtrów ma swoje wady i zalety, niemniej jednak nie da się określić który z nich jest najlepszy. Każdy z nich jest odpowiedni dla danego zastosowanie, w zależności od tego, czy potrzebujemy pasmo przepustowe bez zafalowań, liniową fazę, czy wąskie pasmo przejściowe.

**Zaprojektować filtr FIR dolnoprzepustowy o częstotliwości $f_c=0,1$.
Przeanalizować wpływ rzędu filtru na charakterystykę amplitudową.**

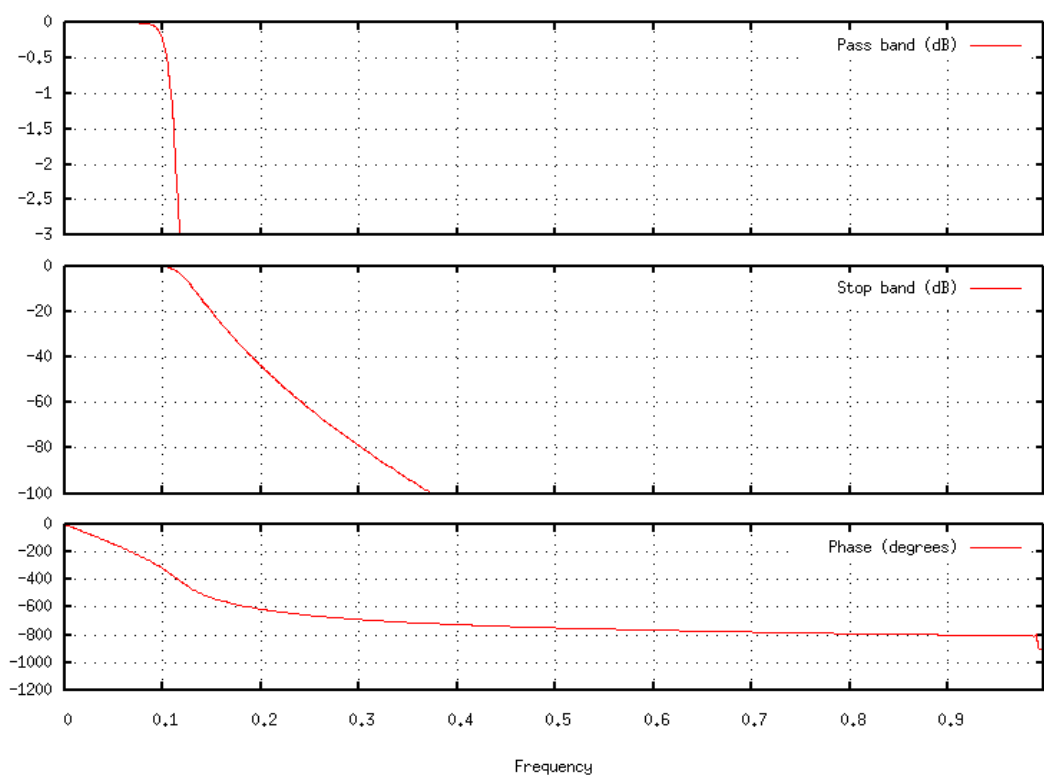
$$W_p=0.1, W_s=0.12, R_s=40[dB], R_p=0.25[dB]$$

Filtr IIR - Butterwortha

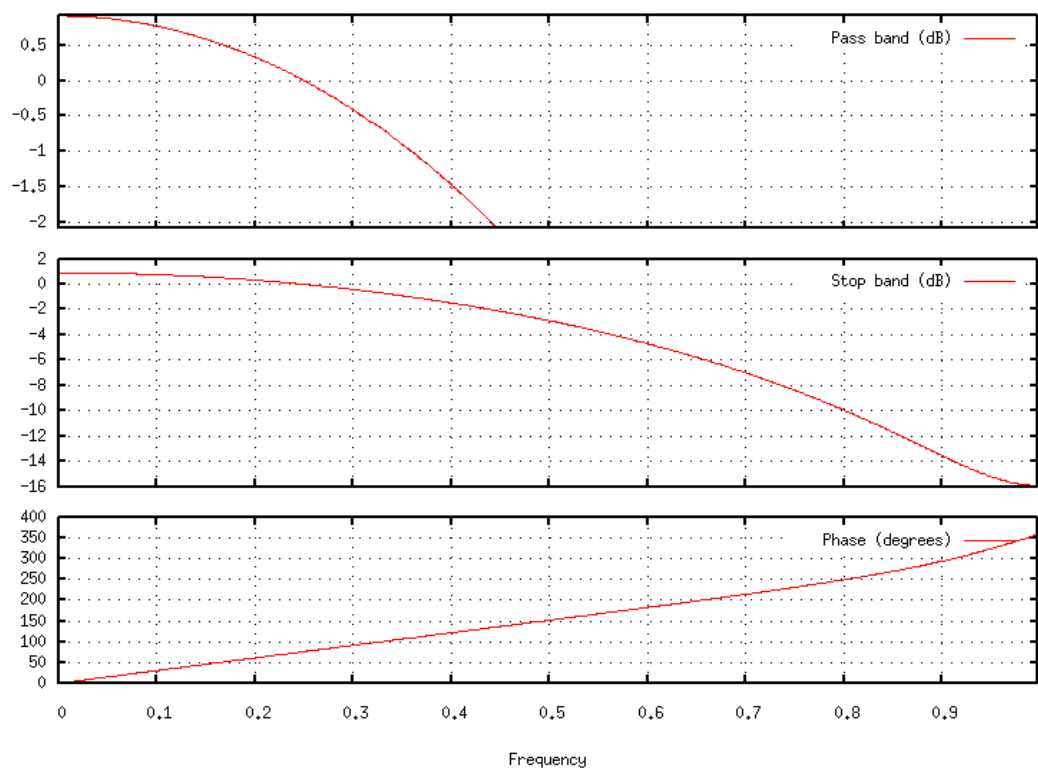
Filtr FIR - Kaisera



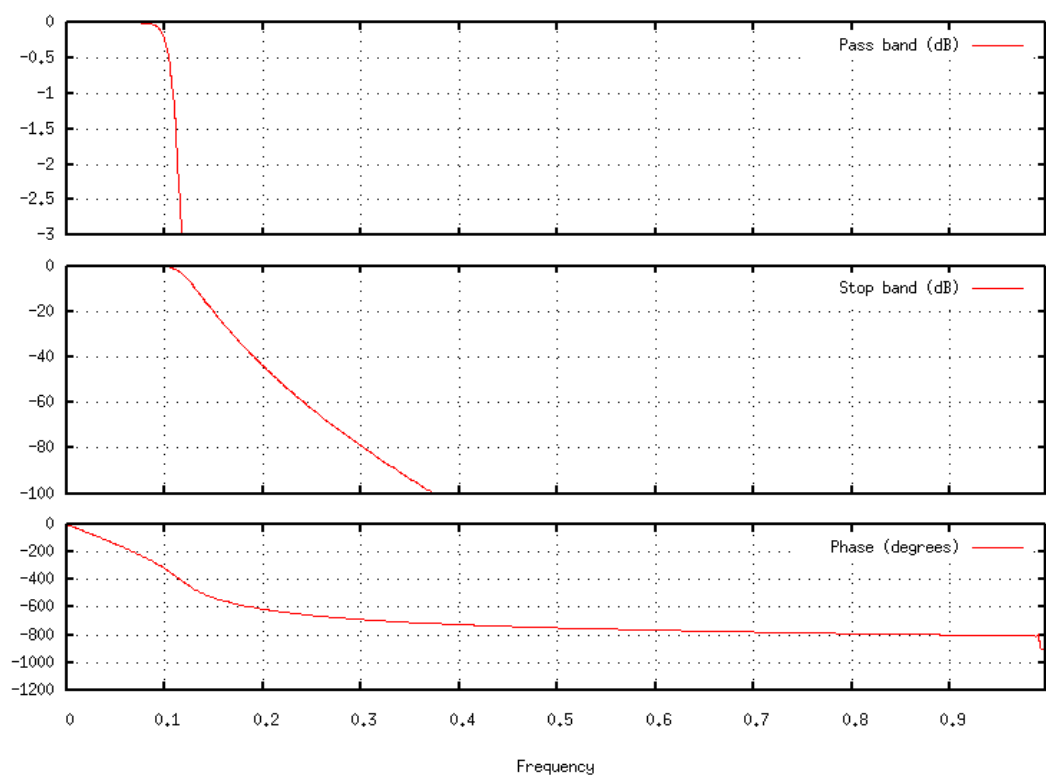
Wykres 10: Charakterystyki filtru FIR, 1-go rzędu



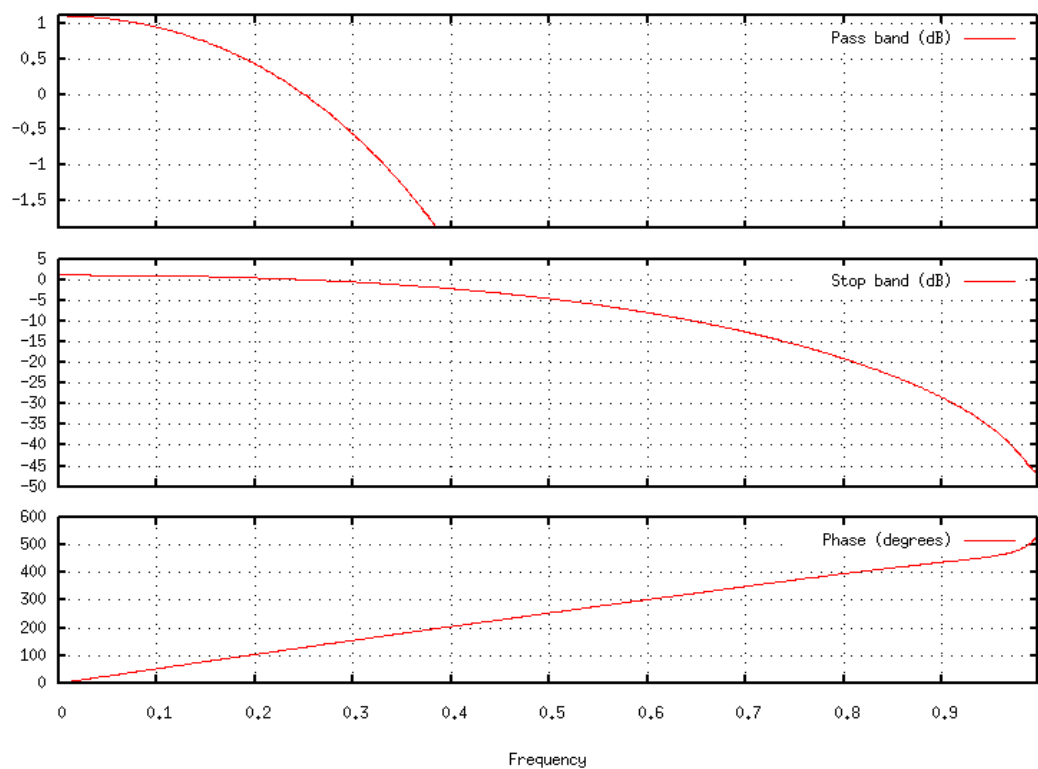
Wykres 11: Charakterystyki filtru IIR, 1-go rzędu



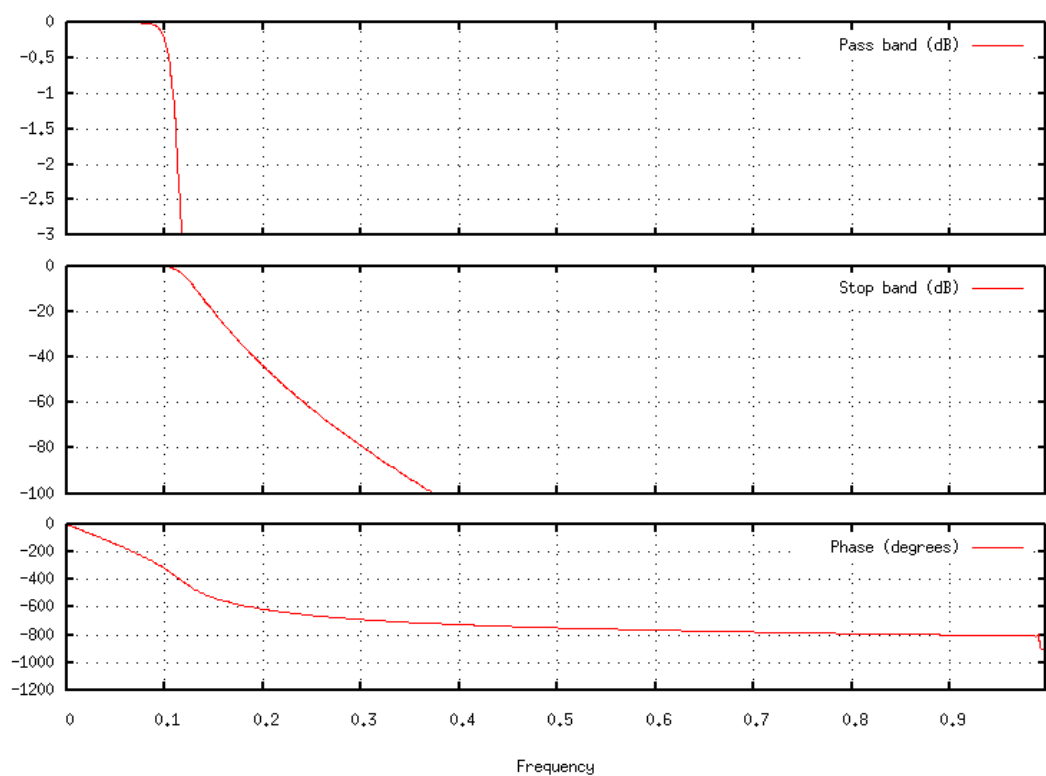
Wykres 12: Charakterystyki filtru FIR, 3-go rzędu



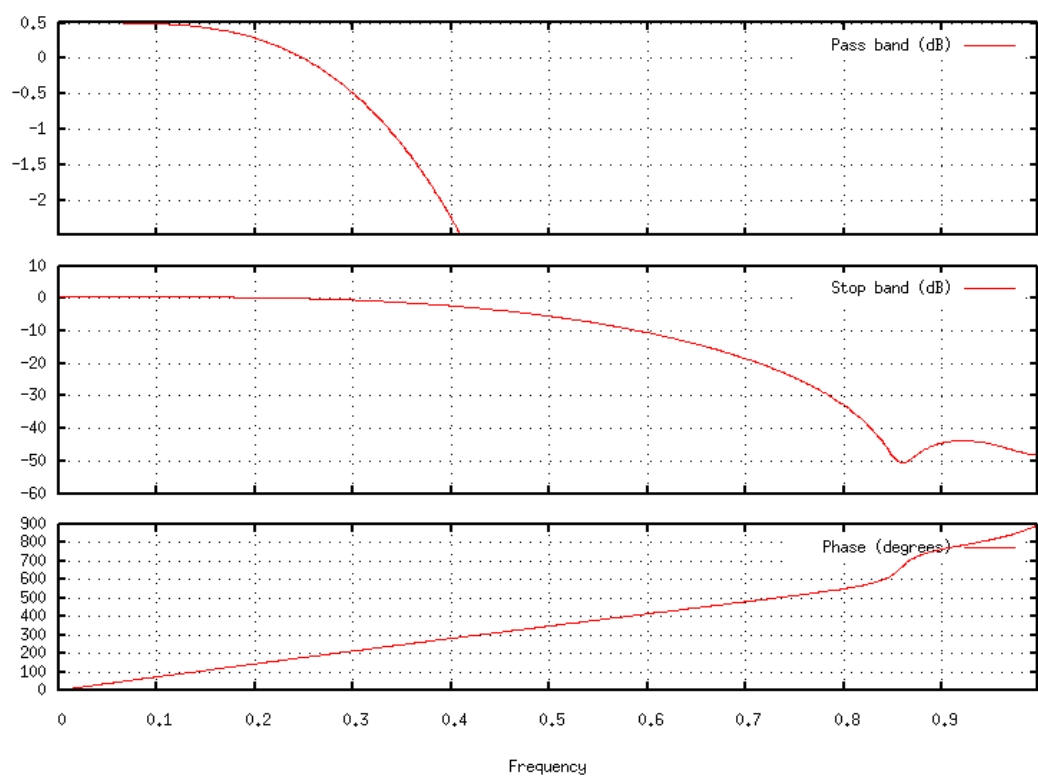
Wykres 13: Charakterystyki filtru IIR, 3-go rzędu



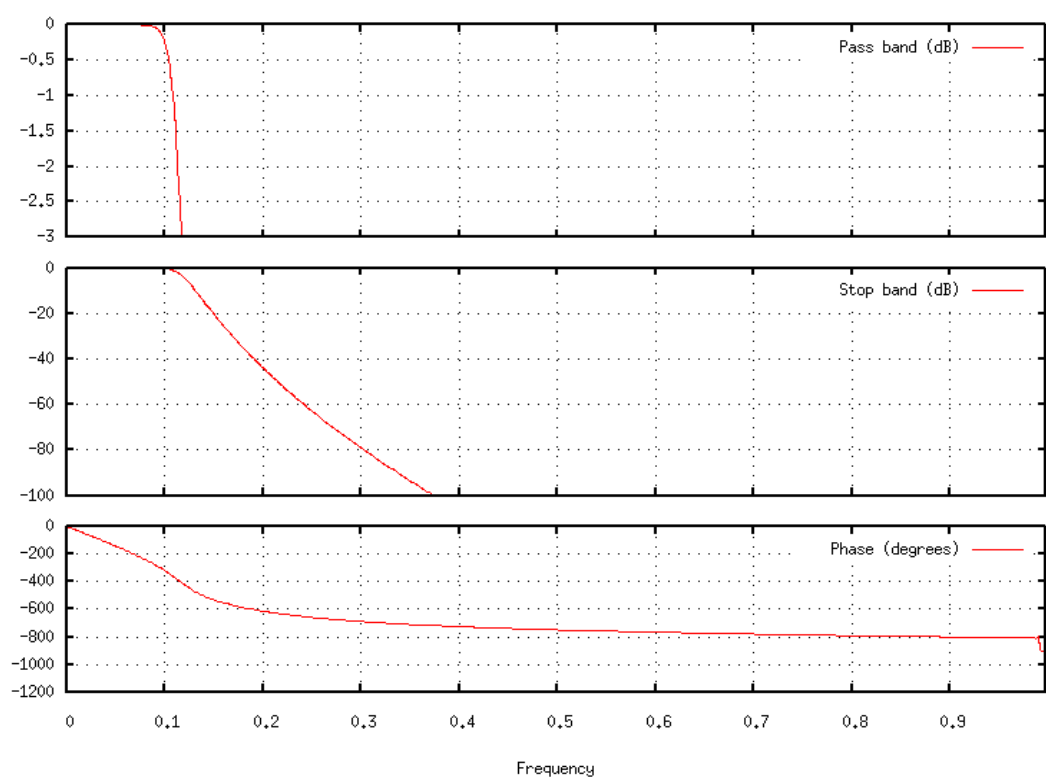
Wykres 14: Charakterystyki filtru FIR, 5-go rzędu



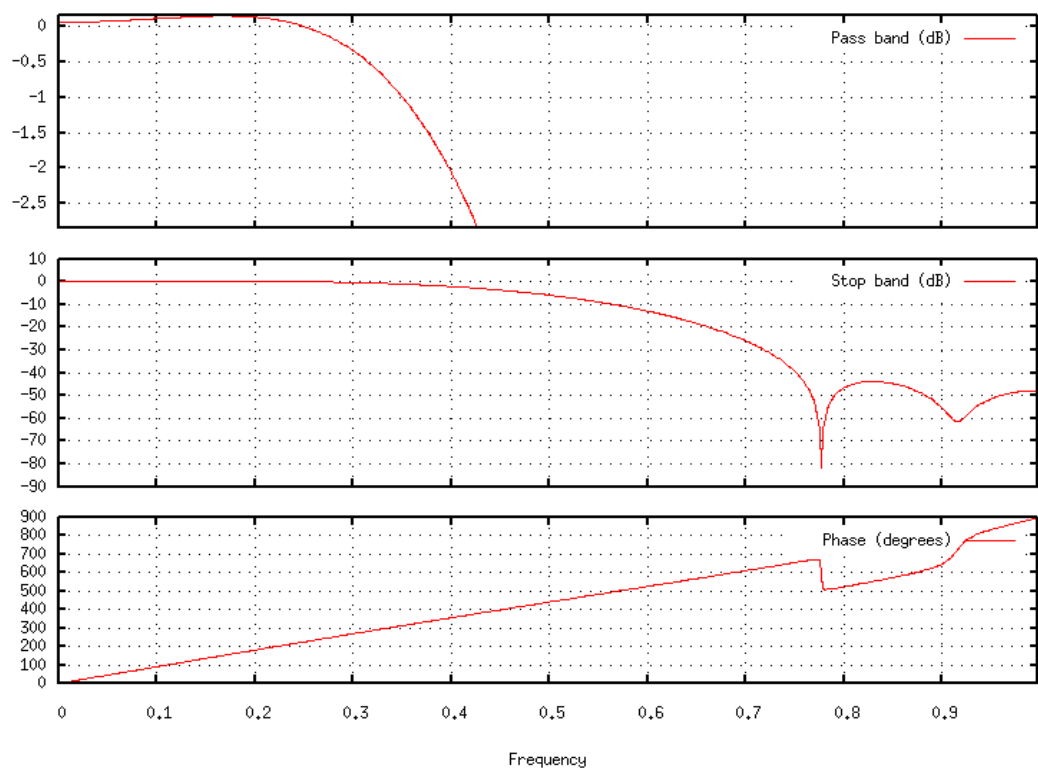
Wykres 15: Charakterystyki filtru IIR, 5-go rzędu



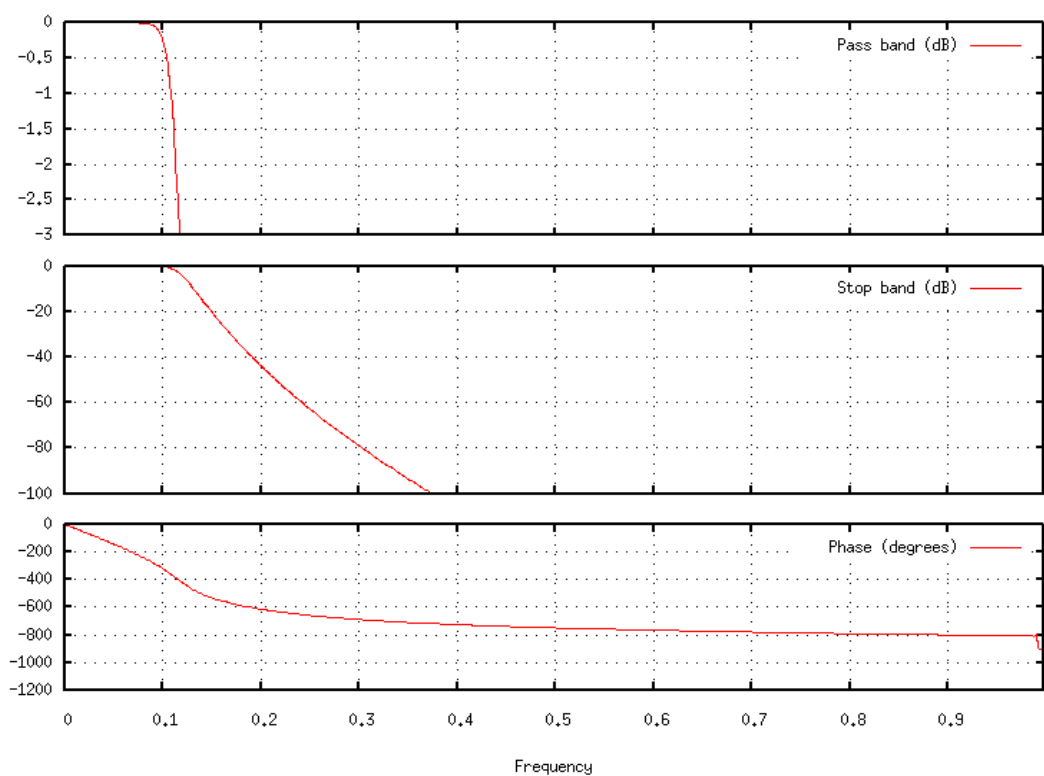
Wykres 16: Charakterystyki filtru FIR, 7-go rzędu



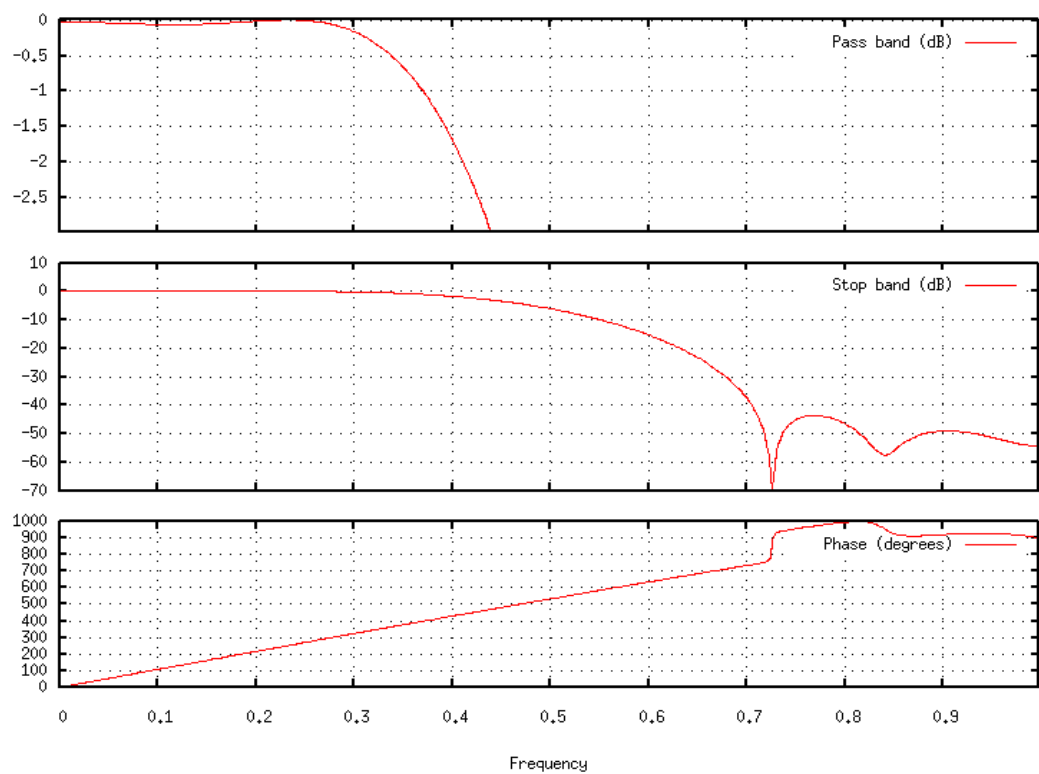
Wykres 17: Charakterystyki filtru IIR, 7-go rzędu



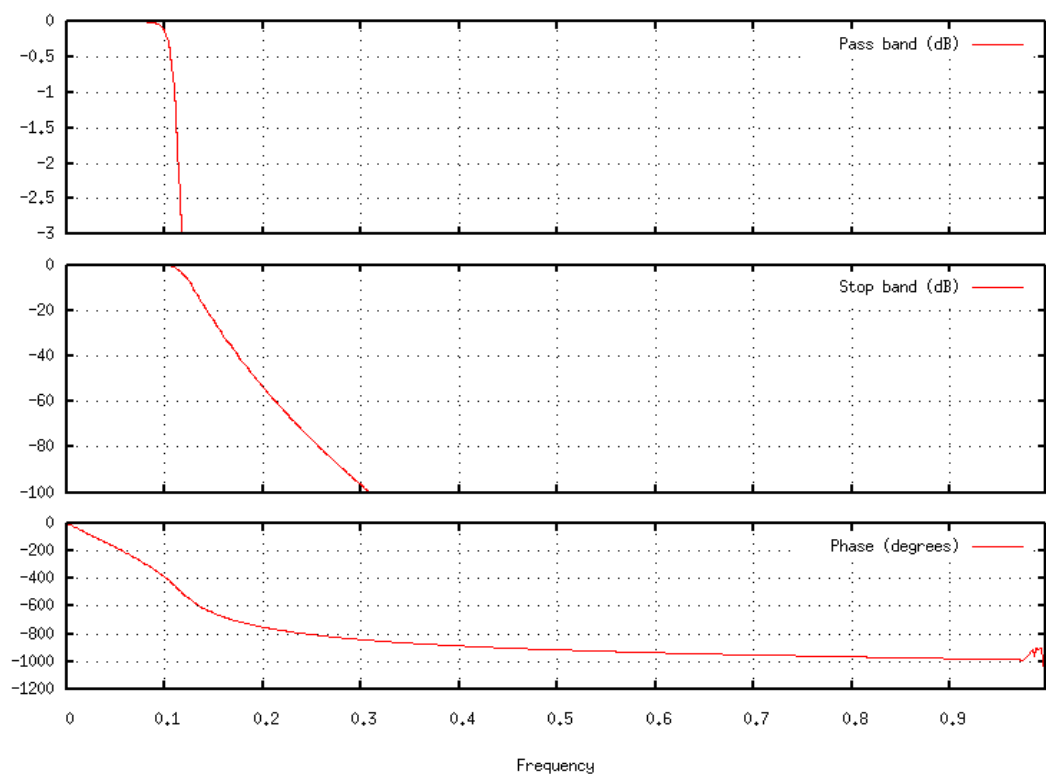
Wykres 18: Charakterystyki filtru FIR, 9-go rzędu



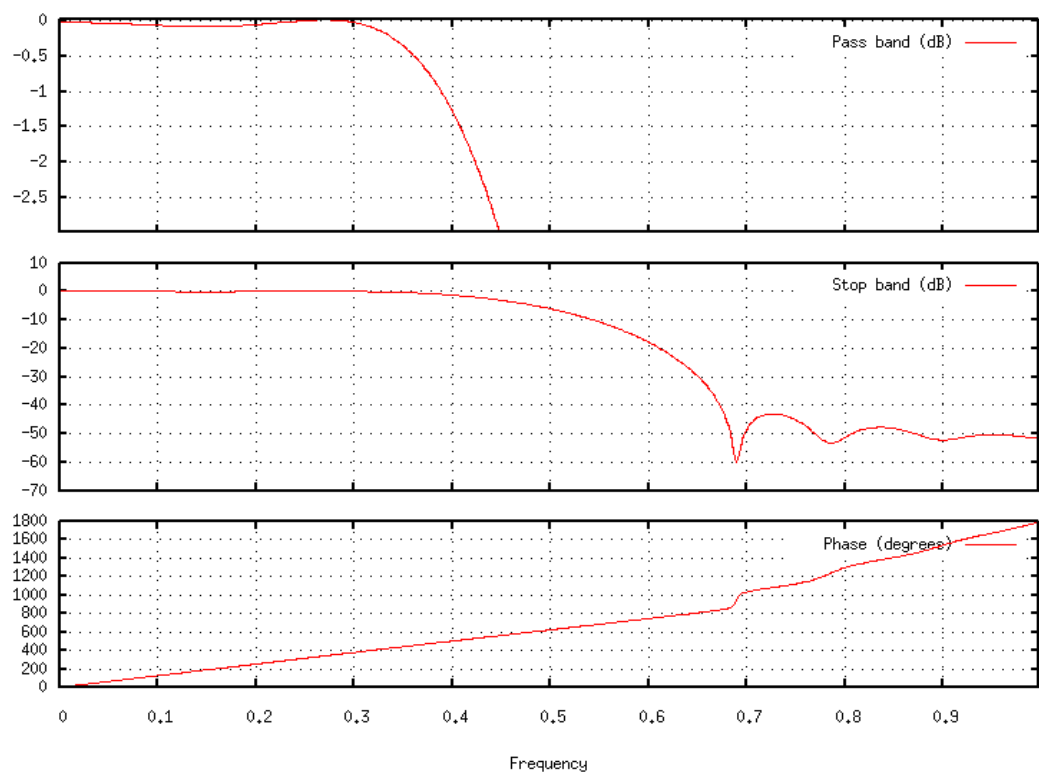
Wykres 19: Charakterystyki filtru IIR, 9-go rzędu



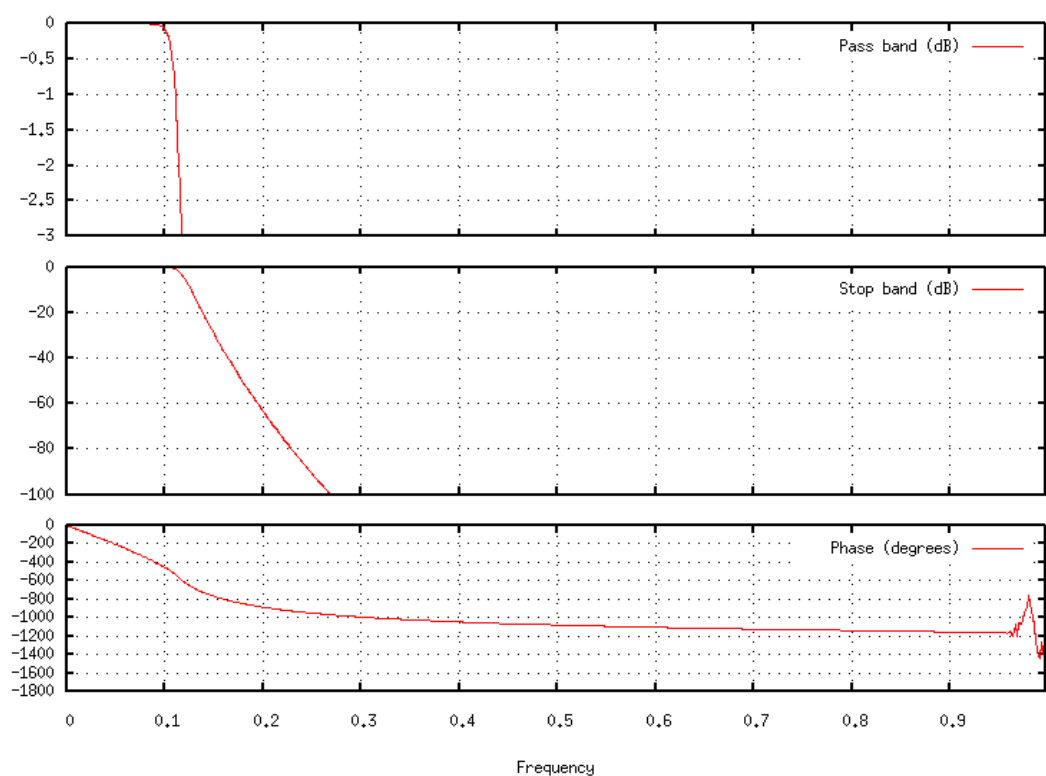
Wykres 20: Charakterystyki filtru FIR, 11-go rzędu



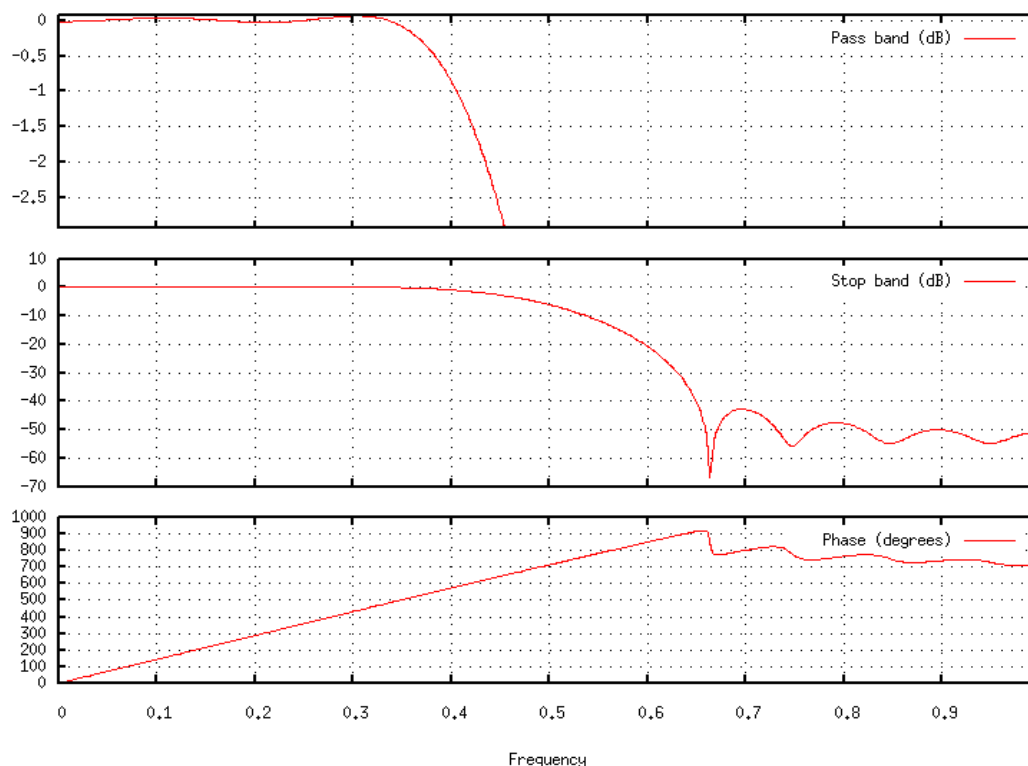
Wykres 21: Charakterystyki filtru IIR, 11-go rzędu



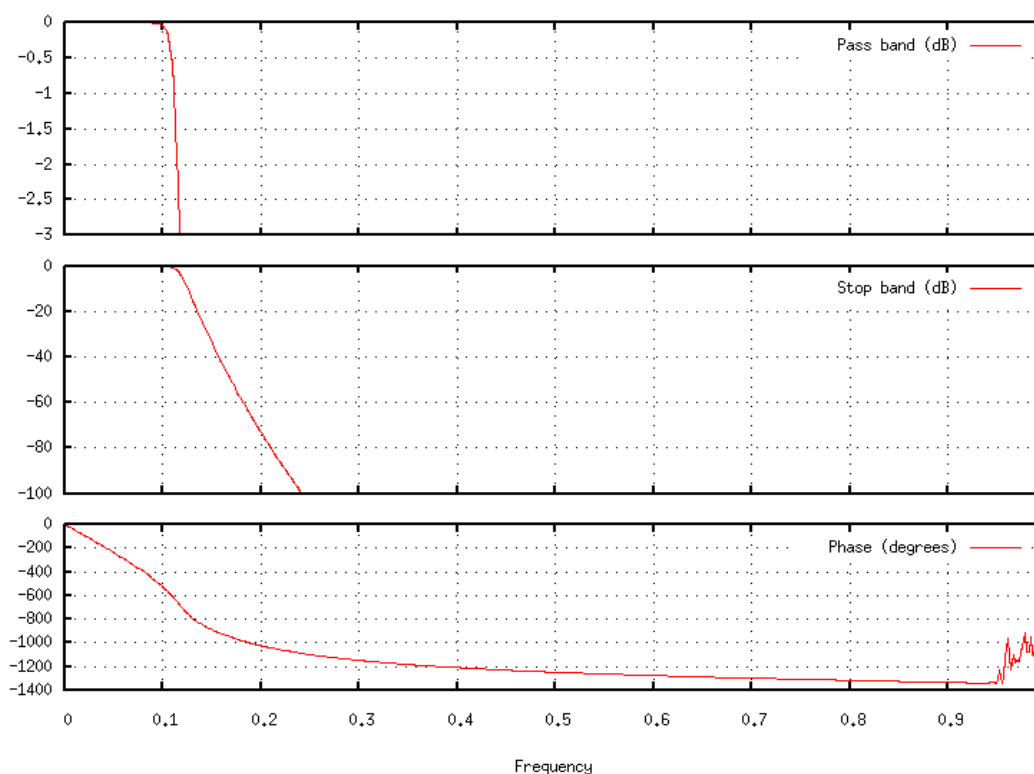
Wykres 22: Charakterystyki filtru FIR, 13-go rzędu



Wykres 23: Charakterystyki filtru IIR, 13-go rzędu



Wykres 24: Charakterystyki filtru FIR, 15-go rzędu

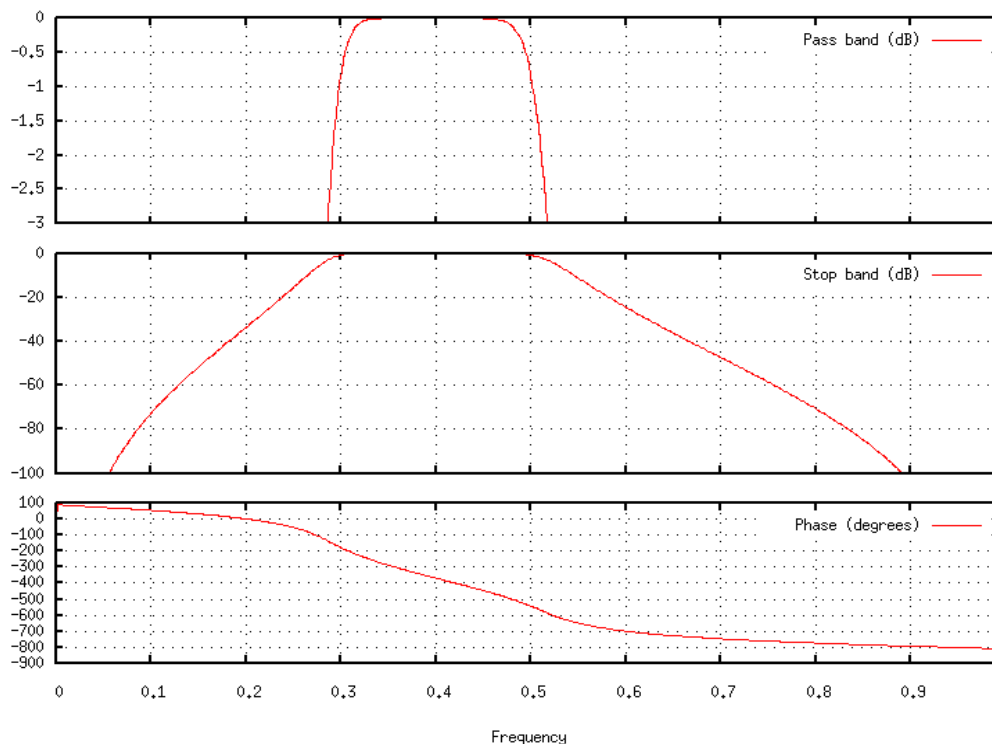


Wykres 25: Charakterystyki filtru FIR, 15-go rzędu

Jak widać rząd filtru ma znaczenie tylko w przypadku filtrów IIR, ponieważ wraz ze wzrostem powoduje zężanie się pasma przejściowego kosztem zafalowań pasma przepustowego i dużych zniekształceń fazy i pasma zaporowego w okolicach górnych częstotliwości.

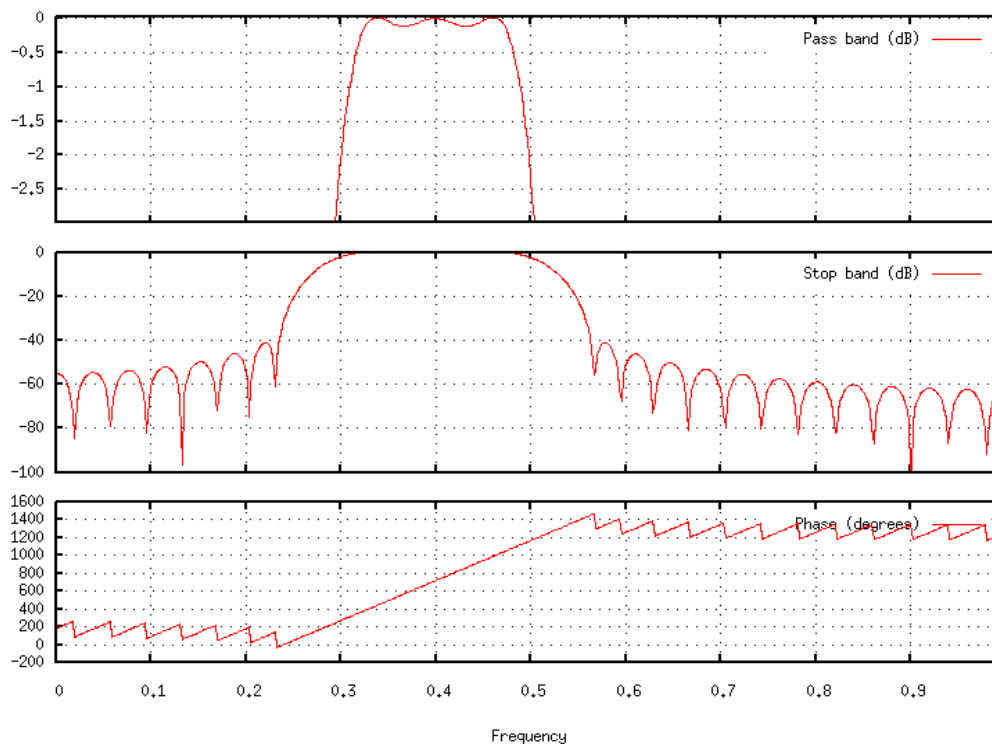
Używając odpowiednich funkcji, zaprojektować filtr IIR (o minimalnym rzędzie) spełniający następujące kryteria: nierównomierność charakterystyki a paśmie przepustowym $\leq 5\%$, szerokość pasma przejściowego $0,8\text{ kHz}$, częstotliwość próbkowania 8 kHz

Zaprojektowane filtry to filtr Butterwortha (IIR) oraz filtr Kaisera (FIR):



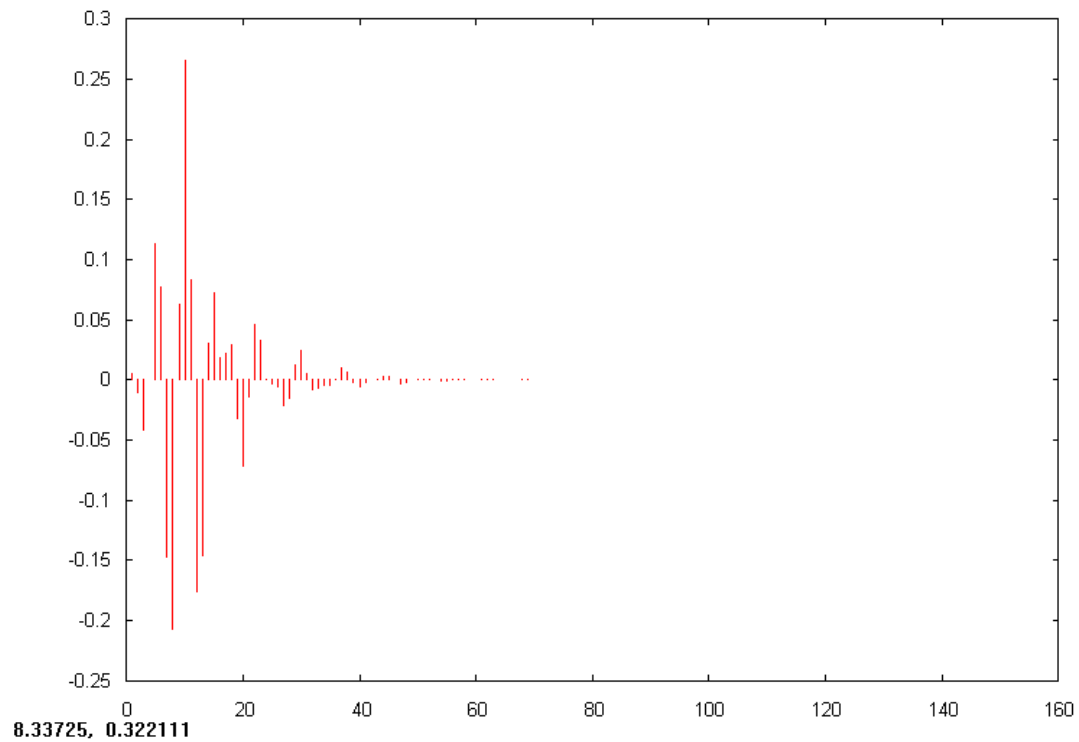
Wykres 26: Charakterystyki filtru IIR

Zaprojektowany filtr ma rząd $r=5$ ograniczone sztucznie z $r=20$

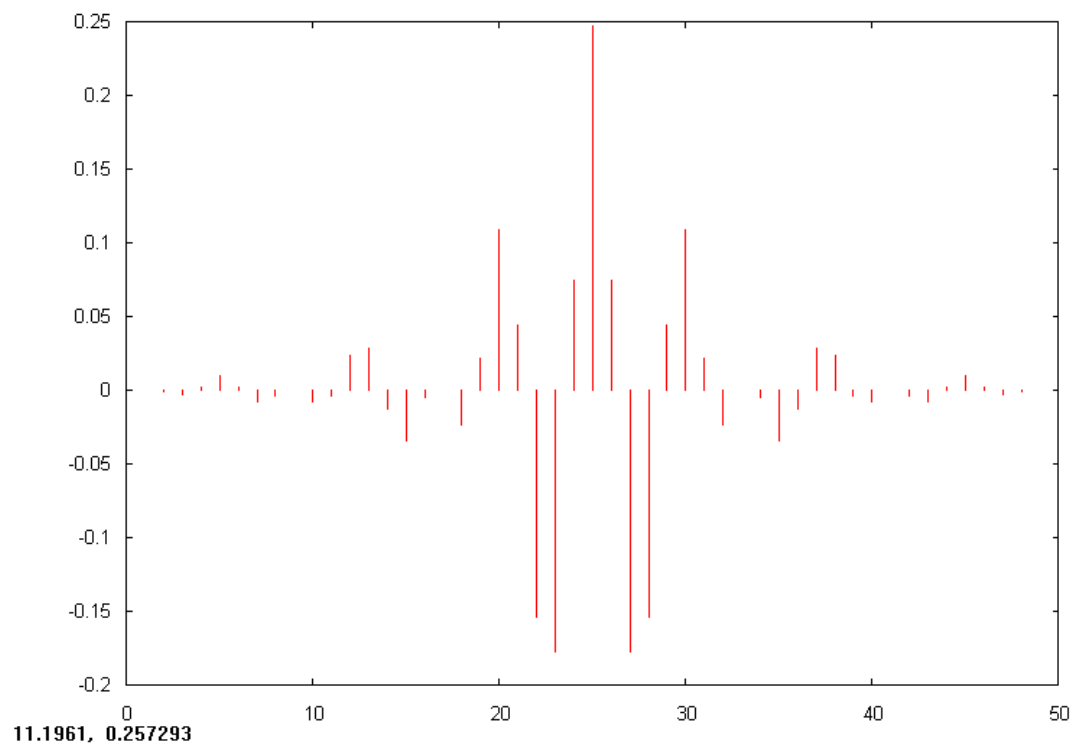


Wykres 27: Charakterystyki filtru FIR

Zaprojektowany filtr ma rząd $r=50$ ograniczone sztucznie z $r=119$



Wykres 28: Odpowiedź impulsowa filtru IIR



Wykres 29: Odpowiedź impulsowa filtru FIR

Jak wynika z porównania dwóch typów filtrów filtry typu IIR do pełnienia tej samej funkcji mogą być znacznie mniejszego rzędu aniżeli filtry typu FIR. Aby charakterystyka filtru FIR była zbliżona do charakterystyki filtru IIR o tych samych parametrach jego rząd musi być kilkanaście razy większy.