

Filtracja cyfrowa I.

Cele ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z projektowaniem filtrów cyfrowych.

Uwagi do ćwiczenia

Część wykonanych zadań może być wykorzystana w kolejnych ćwiczeniach, więc proponowane jest przechowywanie wyników na potrzeby kolejnych ćwiczeń.

Polecenia w środowisku Matlab

Zapoznać się z następującymi poleceniami w środowisku Matlab: `linspace`, `sin`, `figure`, `plot`, `stem`, `hold on`, `hold off`, `xlabel`, `ylabel`, `legend`, `zeros`, `length`, `find`, `for`, `end`, `fft`, `abs`, `freqz`, `butter`, `filter`, `impz`, `conv`.

Jeśli jest to możliwe, użyj powyższych poleceń do implementacji rozwiązań poniższych zadań.

Zadania do wykonania

1. Wygenerować sumę przebiegów sinusoidalnych według następującego wzoru

$$y(t) = \sum_{i=0}^N A_i \sin(2\pi f_i t + \phi_i), \quad (1)$$

gdzie: i - numer przebiegu, t - czas, A_i - amplituda sygnału sinusoidalnego [V], f_i - częstotliwość sygnału sinusoidalnego [Hz], ϕ_i - przesunięcie fazowe sygnału [°] dla wartości podanych w poniższej tabeli z uwzględnieniem: częstotliwości próbkowania

Nr. przebiegu	A_i [V]	f_i [Hz]	ϕ_i [°]
1	230	50	10
2	115	100	20
3	75	250	30
4	35	400	40
5	15	800	50

$F_s = 2400$ [Hz], liczba próbek $L = 240$. Narysować przebieg czasowy oraz widmo amplitudowe sygnału. Wynikiem ma być wykres 1 oraz 2.

2. Zaprojektować filtr Butterwortha dolnoprzepustowy, górnoprzepustowy, środkowo-przepustowy oraz środkowozaporowy z wykorzystaniem funkcji `butter` dla następujących częstotliwości odcięcia
 - **Filtr dolnoprzepustowy** - 100[Hz], 500[Hz], 1000[Hz],
 - **Filtr górnoprzepustowy** - 100[Hz], 500[Hz], 1000[Hz],
 - **Filtr środkowoprzepustowy** - [300,500][Hz], [600,800][Hz], [900,1100][Hz],
 - **Filtr środkowozaporowy** - [300,500][Hz], [600,800][Hz], [900,1100][Hz],

Parametr funkcji **butter** określający częstotliwość odcięcia należy podać jako wartość znormalizowaną z przedziału od 0 do 1 gdzie wartość 1 odpowiada połowie częstotliwości próbkowania. Wartość znormalizowaną można obliczyć z następującego wzoru

$$Wn = \frac{F_c}{0.5F_s}, \quad (2)$$

gdzie F_s częstotliwością próbkowania, F_c częstotliwość odcięcia. Jako rząd filtru przyjąć wartości odpowiednio: 2, 4, 6, 8, 10. Po zaprojektowaniu filtru wykonać filtrację oraz sprawdzić wyniki według następującego schematu:

Krok 1 - Wyznaczyć charakterystykę częstotliwościową filtru za pomocą funkcji **freqz**. Następnie wyrysować charakterystykę za pomocą funkcji **plot**. Zamienić jednostki osi Y ze skali rzeczywistej na decybelową według wzoru:

$$y = 20 \log_{10}(x). \quad (3)$$

Krok 2 - Wykonać filtrację z wykorzystaniem funkcji **filter**

Krok 3 - Wyznaczyć widmo amplitudowe uzyskanego sygnału

Krok 4 - Na jednym wykresie porównać widmo amplitudowe uzyskanego przebiegu z przebiegiem z zdania 1.

Krok 5 - Wyznaczyć odpowiedź impulsową zaprojektowanego filtru z wykorzystaniem funkcji **impz**.

Krok 6 - Wykonać filtrację z wykorzystaniem funkcji **conv**.

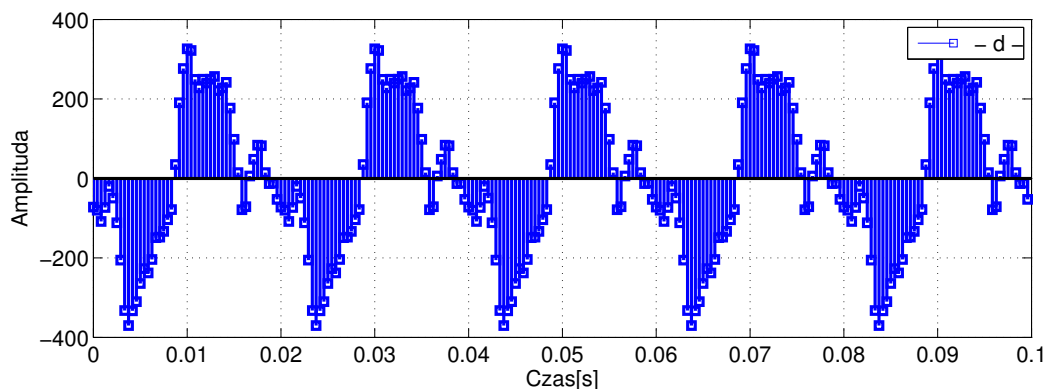
Krok 7 - Wyznaczyć widmo amplitudowe uzyskanego sygnału.

Krok 8 - Na jednym wykresie porównać widmo amplitudowe uzyskanego przebiegu z przebiegiem z zdania 1.

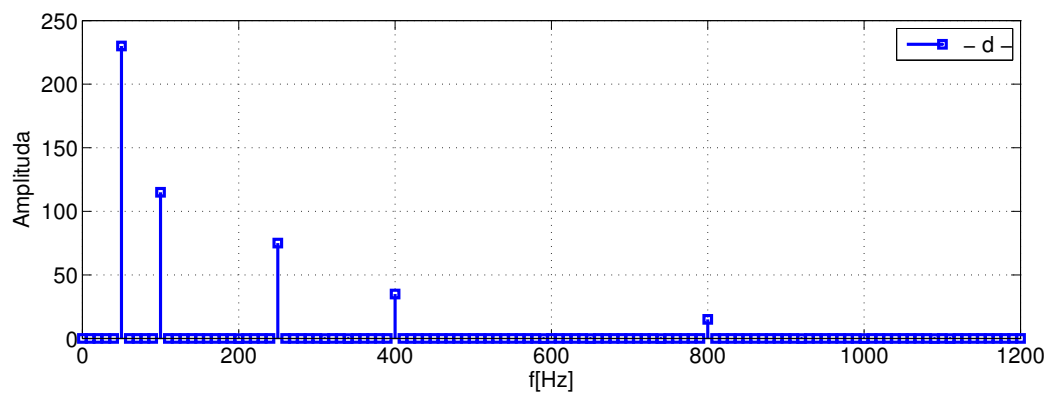
Krok 9 - Na jednym wykresie porównać widma amplitudowe dla sygnałów z kroku 3 oraz 7.

Wynikiem ma być wykres od 3 do 6 dla przypadku filtru dolnoprzepustowego 100[Hz] o rzędzie 2.

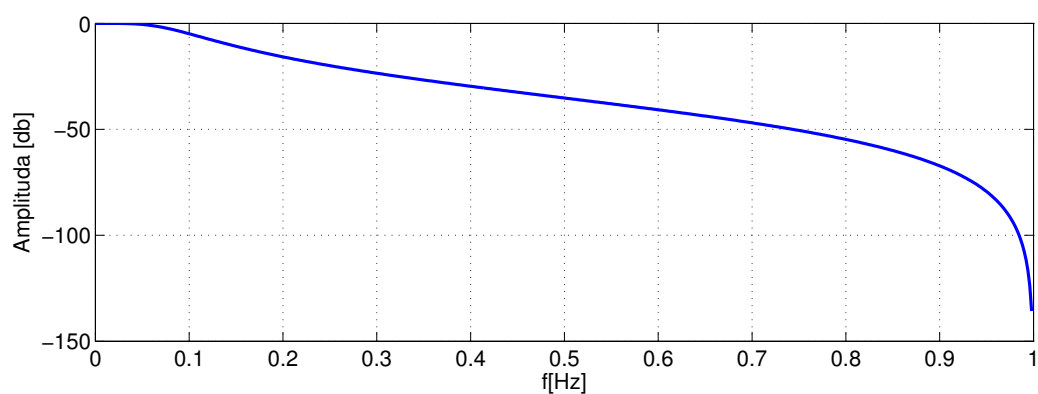
3. Bazując na zadaniu 2 przeanalizować wpływ wartości rzędu filtru na charakterystykę częstotliwościową. Na jednym wykresie porównać charakterystyki poszczególnych filtrów dla wartości rzędu filtru z zadania 2.



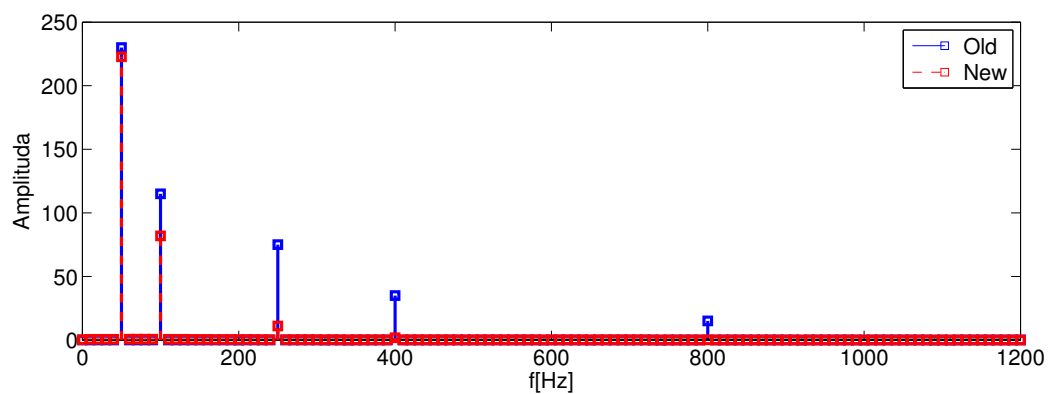
Wykres. 1: d – przebieg dyskretny



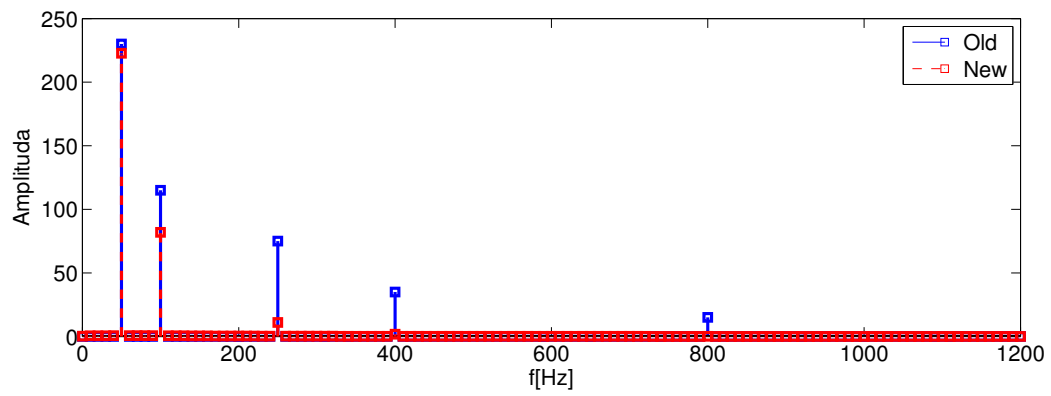
Wykres. 2: d – przebieg dyskretny



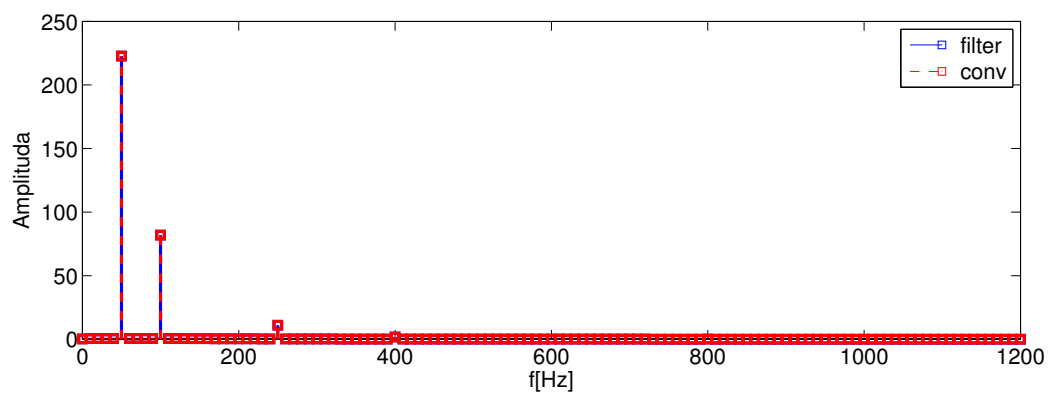
Wykres. 3: d - przebieg dyskretny



Wykres. 4: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



Wykres. 5: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny



Wykres. 6: c – przebieg ciągły, d – przebieg dyskretny