

Analiza widmowa**Z1.** Stosując algorytm dyskretnej transformacji Fouriera (DFT)

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j \frac{2\pi}{N} k n}, \quad k=0,1,\dots,N-1,$$

wyznaczyć widma $X(k)$ poniższych sygnałów zespolonych:

$x(n) = e^{j \frac{2\pi}{N} m n}$ oraz $x(n) = e^{-j \frac{2\pi}{N} m n}$ dla $n=0,1,\dots,N-1$ i różnych całkowitoliczbowych wartości $0 \leq m \leq N-1$.

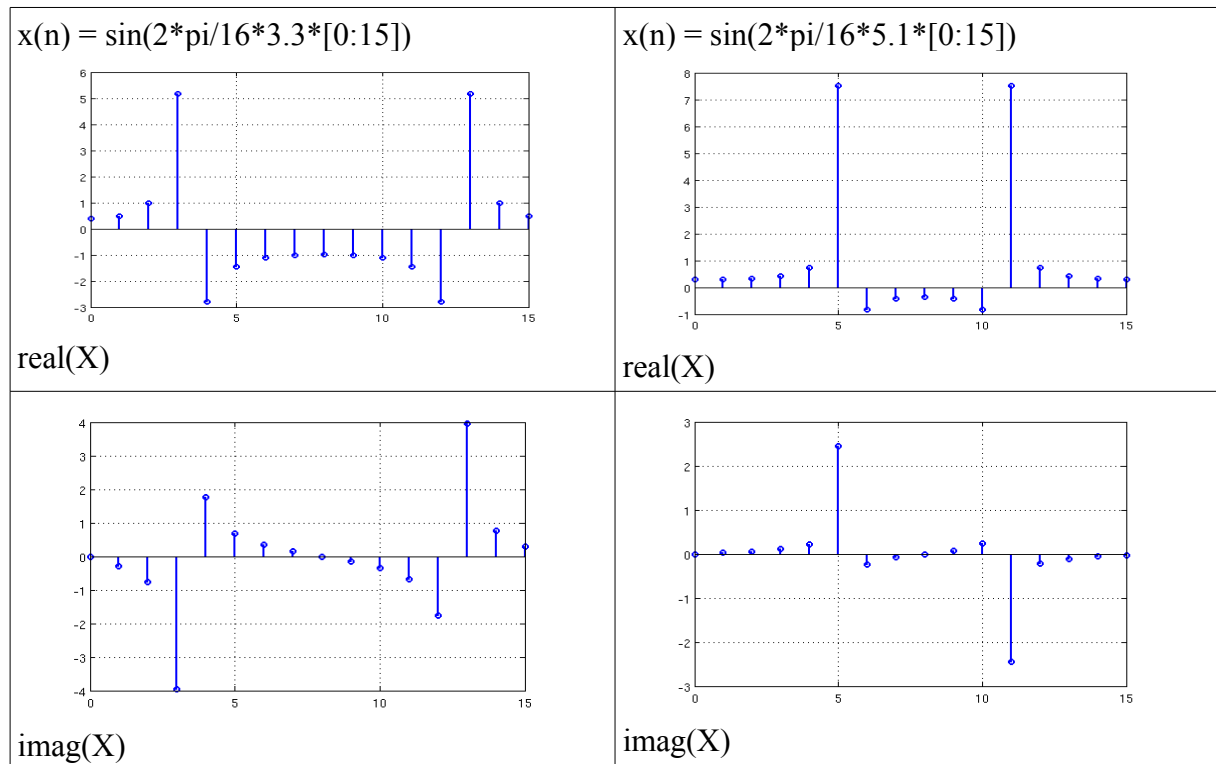
Zauważyć, że $x(n) = e^{-j \frac{2\pi}{N} m n} = e^{j \frac{2\pi}{N} (N-m) n}$. Wyznaczyć $X(k)$ w sposób analityczny i porównać otrzymany wynik z wynikiem z matlaba.

Z2. Stosując algorytm dyskretnej transformacji Fouriera (DFT) wyznaczyć widm poniższych sygnałów mających po N próbek ($n=0,1,\dots,N-1$).

- 1) $x(n) = \text{DC} + \sin(\frac{2\pi}{N} m n)$, $x(n) = \text{DC} + \cos(\frac{2\pi}{N} m n)$, dla m będącego liczbą całkowitą $0 \leq m \leq N-1$ i dla różnych wartości DC
- 2) $x(n) = \sin(\frac{2\pi}{N} m n + \varphi)$, dla m będącego liczbą całkowitą i różnych wartości fazy początkowej φ
- 3) $x(n) = \sin(\frac{2\pi}{N} m n)$, dla różnych wartości m nie będących liczbami całkowitymi.

Narysować część rzeczywistą i urojoną widma oraz moduł. Zaobserwować symetrię modułu, oraz części rzeczywistej i urojonej widma sygnału.

Dla przypadku, kiedy m jest liczbą całkowitą wyznaczyć $X(k)$ w sposób analityczny i porównać otrzymany wynik z wynikiem z matlaba.



Z3. Zaprojektować algorytm do analizy częstotliwościowej sygnałów pozwalającej na rozróżnienie składowych różniących się o 1 Hz, i rozpiętości amplitudy 1000x, częstotliwość próbkowania 1000Hz.

Uwaga: wykorzystać DFT z oknem Kaisera. Szerokość listka głównego okna Kaisera i poziom 1-szego listka bocznego warunkowana jest parametrem β i długością okna N .

$$\beta = \begin{cases} 0, & A_{sl} < 13.26dB \\ 0.76609(A_{sl} - 13.26)^{0.4} + 0.09834(A_{sl} - 13.26), & 13.26 < A_{sl} < 60dB \\ 0.12438(A_{sl} + 6.3), & A_{sl} > 60dB \end{cases}$$

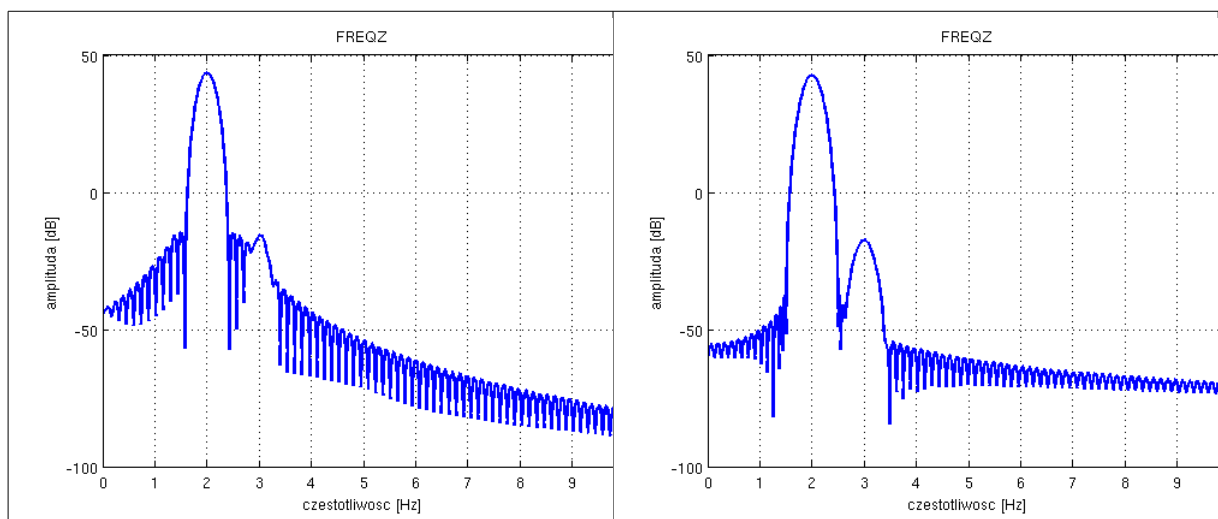
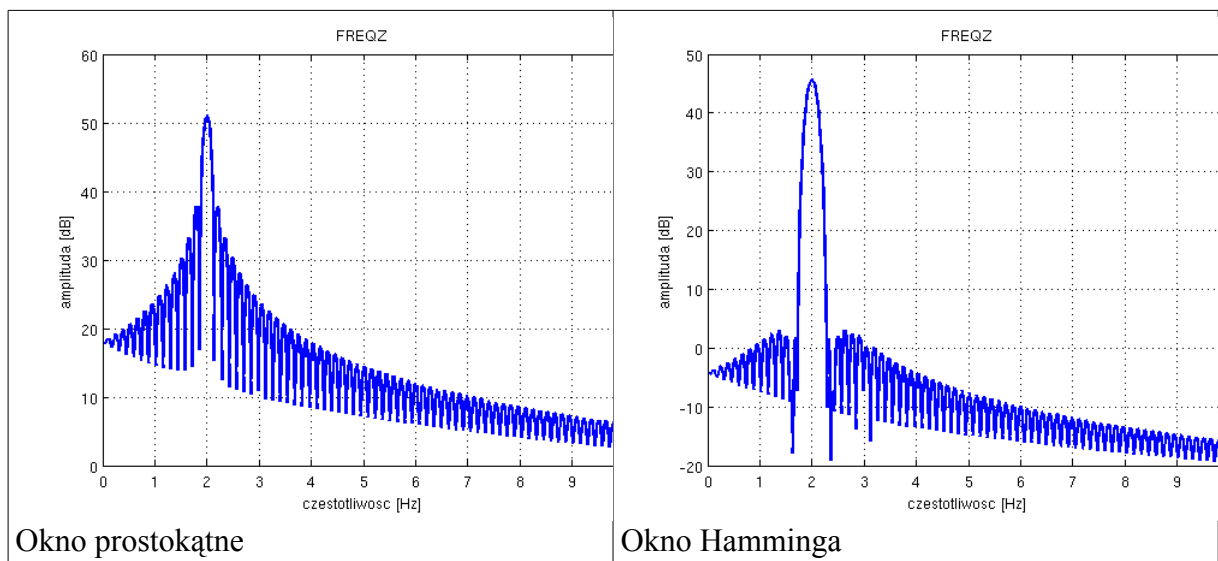
$$N = \left\lceil \frac{24\pi(A_{sl} + 12)}{155\Delta_{ml}} \right\rceil + 1$$

W powyższym wzorze Δ_{ml} jest szerokością listka głównego wyrażoną w [rad/s], tj $\Delta_{ml} = 2\pi(\Delta f / f_s)$, a $A_{sl} = 60$ dB poziomem tłumienia listków bocznych.

Przykładowo, weźmy sygnał

```
f1 = 2;
f2 = f1+1;
n = 0:N-1;
x = sin(2*pi*f1/fp*n) + 0.001*cos(2*pi*f2/fp*n);
```

Stosując znane okna otrzymujemy następujące widma:



Okno Blackmana	Okno Kaisera
----------------	--------------

Z4. Napisać dwie wersje funkcji wyznaczającej splot kołowy dwóch sygnałów. Wersja pierwsza powinna korzystać z definicji splotu, a wersja druga z twierdzenia o splocie dla DFT.