**Widmo sygnału**

Dla sygnałów dyskretnych, po dokonaniu dyskretnego przekształcenia Fouriera (DFT) otrzymujemy widmo sygnału rzeczywistego. Widmo dyskretnegeo sygnału okresowego jest funkcją okresową. Załóżmy, że dokonaliśmy DFT dla Nf=100 próbek sygnału, wówczas otrzymaliśmy 100 próbek widma:

* próbka 1 – składowa stała, czyli średnia sygnału w okresie
* próbki od 2 do Nf/2 – składowe widma
* próbka Nf/2+1 – składowa Nyquista – odpowiada częstotliwości próbkowania
* próbki Nf/2+2 – składowe widma, lustrzane odbicie widma na próbce N/2+1 (symetria hermitowska)

Zatem mamy Nf/2+1 unikalnych wartości widma. Widmo sygnału jest f. zespoloną. Z punktu widzenia analizy sygnału istotny jest zapis w postaci wykładniczej, gdzie mamy moduł i fazę. Moduł nazywamy widmem amplitudowym. Na podstawie modułu wnioskujemy o składowych częstotliwościowych występujących w sygnale.

Na podstawie fazy określamy kąt przesunięcia fazowego dla poszczególnych składowych częstotliwościowych sygnału.

Amplituda składowej o indeksie *n*: A[*n*]=2/Nf|X[n]|

Po otrzymaniu *Nf* wartości widma należy ustalić odpowiednią skalę na osi częstotliwości (należy przypisać próbki widma do konkretnych częstotliwości), wzór: f[n]=*n\*fp/Nf*, gdzie *fp* to częstotliwość próbkowania.

Rozdzielczość częstotliwościowa: df=fs/Nf, jesteśmy w stanie

Poprawienie rozdzielczości – uzupełnienie sygnału zerami.

Przecieki widma, dwie główne przyczyny – uzupełnienie zerami (i niepełny okres) oraz zła rozdzielczość częstotliwościowa

Aliasing – spowodowany zbyt niską częstotliwością próbkowania (nie zostało spełnione tw. o próbkowaniu), pojawia się prążek widma w nieprawidłowej częstotliwości. Jeżeli fp<2\*max(f\_sygnalu), to prążek ten odbija się od fp i wędruje w lewo na osi częstotliwości.

Zadania:

1. Zapoznaj się ze skryptem widmo1a.m. Uruchom skrypt dla jednej składowej sinusoidalnej o f1=10Hz, A1=10, phi1=0, N=200, fp=50, Nf=100; Przyjrzyj się widmu zespolonemu oraz jego modułowi oraz fazie. Co zauważasz?
2. Następnie przyjmij phi1=pi/2. Co zauważyłeś?
3. Wyznacz widmo dla szumu gaussowskiego. Przyjmij fp=10000, N=10000, Nf=10000; co możesz powiedzieć o widmie?
4. Dodaj do sygnału z punktu 1 szum gaussowski o wariancji równej 5. Co możesz powiedzieć o widmie tego sygnału?
5. Uruchom skrypt dla sygnału x będącego sumą dwóch składowych sinusoidalnych o f1=10Hz, f2=20Hz, A1=10, A2=1, phi1=0, phi2=pi/2, N=200, fp=50, Nf=100; Przeanalizuj widmo.
6. Zauważ, że amplituda składowej o indeksie *n*: A[*n*]=2/Nf|X[n]|, zatem możemy podzielić wektor zawierający widmo przez Nf. Zakomentuj i odkomentuj odpowiednie linie w kodzie, uruchom skrypt. Jakie zmiany zauważasz? Dlaczego wysokość prążka nie jest równa amplitudzie składowej?
7. Ponownie wróć do sygnału o jednej składowej sinusoidalnej, tym razem przyjmij f1=11Hz, phi1=0, N=200, fp=200, Nf=100. Co się stało z widmem? Dlaczego?
8. Dla sygnału z punktu 1 przyjmij Nf=256. Co się stało z widmem i dlaczego?
9. Dla sygnału z punktu 1 przyjmij fp=20, co się stało z widmem? Zmień teraz phi1=pi/2. Czy rozumiesz, dlaczego uzyskałeś dwa różne wykresy widma amplitudowego?
10. Dla sygnału z punktu 1 przyjmij fp=18, co się stało z widmem? Gdzie pojawił się prążek? Dlaczego?
11. Dla sygnału z punktu 1 przyjmij fp=8, co się stało z widmem? Gdzie pojawił się prążek? Dlaczego?
12. Wczytaj sygnał syg1.mat, jakie zawiera on składowe? Dobierz odpowiednio fp oraz Nf.