

KATEDRA MECHANIKI STOSOWANEJ I ROBOTYKI

Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej

## SYGNAŁY I SYSTEMY DYNAMICZNE

Laboratorium 3

**Temat: Zastosowanie środowiska Matlab do analizy  
i syntezy sygnałów okresowych  
(PERIODOGRAM)**

## Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nabycie podstawowych umiejętności analizy i syntezy sygnałów okresowych. Badane są wybrane właściwości widm sygnałów okresowych – obliczenie periodogramu. Do analizy i wizualizacji otrzymanych wyników wykorzystano funkcje programu MATLAB.

## Podstawy teoretyczne

Periodogram to wykres (diagram), który pokazuje najważniejsze okresowe regularności występujące w sygnale. Piki na diagramie odpowiadają okresom (cyklom), które najbardziej korelują z danymi. Interpretacją periodogramu zajmuje się analiza widmowa.

Kolejnym ze sposobów analizy widmowej sygnału jest obliczenie tzw. periodogramu postępując zgodnie z zależnością:

$$P(e^{j\omega}) = \frac{\frac{1}{N} \left| \sum_{k=1}^N w[k] x[k] e^{-jk\omega} \right|^2}{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |w[k]|^2}$$

gdzie  $x[k]$  – próbki sygnału,  $w[k]$  – dyskretne wartości okna modyfikującego próbki.

Periodogram obrazuje ciągły rozkład gęstości mocy sygnału w dziedzinie częstotliwości (power spectral density - psd). Może on być wyznaczany z transformaty Fouriera.

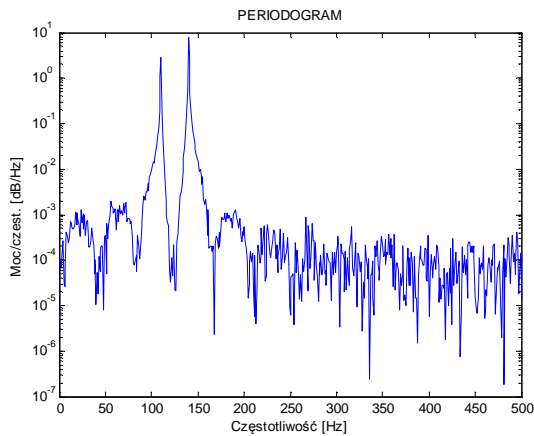
Posługując się oprogramowaniem Matlab, istnieje możliwość obliczenia periodogramu wykorzystując do tego celu podstawową funkcję **FFT**, lub bardziej złożone **PSD** czy **PERIODOGRAM**.

Stosując zapis **[Pxx,f] = periodogram(x,window,nfft,fs)** wyznaczamy PSD sygnału  $x$ . W przytoczonym zapisie, wektor  $x$  jest domyślnie modyfikowany oknem prostokątnym (window = BOXCAR) o tej samej długości co wektor  $x$ ; nfft to szerokość okna pomiarowego fft zaś fs to częstotliwość próbkowania.

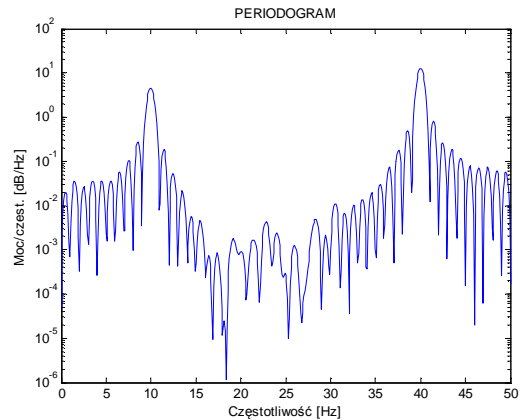
### PRZYKŁAD 1:

Przedstawić wykres (rys.1a) periodogramu sygnału sinusoidalnego oraz szumu.

```
fs=1000; %częstotliwość próbkowania 1000 Hz
t=(0:fs)/fs; %próbki o czasie trwania 1 s
A=[3 5]; %amplitudy sinusoid
f=[110;140]; %częstotliwości sinusoid
x=A*sin(2*pi*f*t)+0.2*randn(size(t)); %sygnał
[Pxx,f]=periodogram(x,[],1024,fs); %periodogram
semilogy(f,Pxx);
```



Rys. 1a



Rys. 1b

Jedną z wad periodogramu jest nakładanie się widma (przeciek). Występuje on najwyraźniej w przypadku badania krótkich sekwencji danych. Jeśli weźmiemy tylko 100 próbek sygnału  $x$  to otrzymamy rys.1b.

**Rozdzielczość** jest zdolnością do rozróżnienia dwóch blisko siebie położonych składowych częstotliwościowych.

```
periodogram(x(1:61), [], 1024, fs); %periodogram
```

**Modyfikacja periodogramu** polega na zastosowaniu czasowej funkcji okna (bartlett, chebwin, hamming, kaiser, hann0, tukeywin, ) do próbek sygnału w celu zmniejszenia niektórych niekorzystnych właściwości.

```
periodogram(x, hamming(length(x)), 1024, fs);
```

## ZADANIE

- ✓ Sprawdzić wpływ częstotliwości próbkowania, długości sekwencji próbek sygnału na zjawisko przecieku widma i zdolności rozdzielczej periodogramu.
- ✓ Ponadto zbadać wpływ poziomu szumu na właściwości periodogramu.
- ✓ Zbadać wpływ dwóch wybranych funkcji okna na właściwości periodogramu (przeciek, rozdzielczość).

## Sprawozdanie

- ✓ Sprawozdanie powinno zawierać:
- ✓ Sformułowanie problemu(zagadnienia teoretyczne)
- ✓ Metodę rozwiązań zadań
- ✓ Uzyskane wyniki
- ✓ Wnioski

**Sprawozdanie należy opracować w trakcie wykonywania laboratorium**