

## 2) Wybrane parametry sygnałów i funkcja autokorelacji

1. Dla sygnałów: a) impuls prostokątny, b) sygnał sinusoidalnie zmienny, c) szum o rozkładzie gaussowskim wyznaczyć (korzystając z podanych definicji) następujące parametry sygnałów: wartość średnia, energia (dla jednego okresu), moc średnia (dla jednego okresu), wariancja, odchylenie standardowe. Uzyskane wartości porównać z wartościami zwracanymi przez funkcje Matlab'a.

**Uwaga:** przydatne funkcje: *randn*, *std*, *var*

$$\text{var}(x) = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x})^2, \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n$$

$$\text{std}(x) = \sqrt{\text{var}(x)}$$

$$E_x = \sum_{n=1}^N |x(n)|^2, \quad P_x = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |x(n)|^2$$

2. Dla następujących sygnałów dyskretnych:

a) impuls prostokątny o czasie trwania  $N=10$  próbek,

b)  $x=[1,2,3,0,0]$ ;  $y=[4,1,1,0,0]$ ,

c) szumu o rozkładzie normalnym (gaussowskim),  $N=100$  próbek z generatora *randn*,

d)  $x_1(t) = \sin(2\pi 5t)$ ,  $x_2(t) = \sin(2\pi 5t) + 0.5 \sin(2\pi 10t) + 0.25 \sin(2\pi 30t)$  dla  $0 < t < 1$  [s],

wyznaczyć funkcję korelacji (autokorelacji) zgodnie z poniższym wzorem

wersja „biased” 
$$R_{xy}(k) = \frac{1}{N} \sum_n x(n) y(n-k) \quad (a)$$

wersja „unbiased” 
$$R_{xy}(k) = \frac{1}{N-|k|} \sum_n x(n) y(n-k) \quad (b)$$

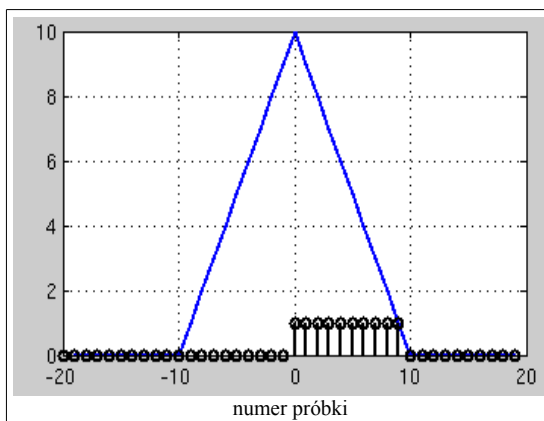
Uzyskany wynik porównać z funkcją *xcorr*.

Uwaga: do implementacji w Matlabie bardziej dogodne są następujące wzory w zależności od znaku  $k$

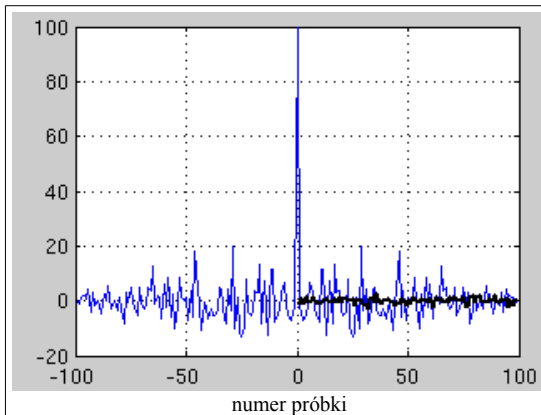
$$k \geq 0: R_{xy}(k) = \sum_{n=k}^{N-1} x(n) y(n-k), \quad k < 0: R_{xy}(k) = \sum_{n=0}^{N-1-k} x(n) y(n-k)$$

W powyższych wzorach nie uwzględniono czynników skalujących o których mowa w (a) i (b).

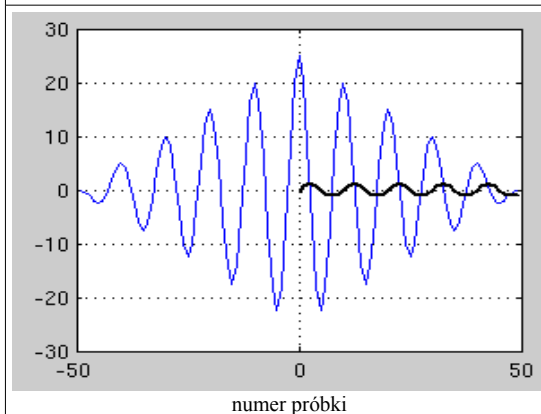
Wyniki dla przykładowych sygnałów tj. (b), (c) oraz  $\sin(2\pi \cdot 0.1 \cdot n)$  pokazano poniżej.



Impuls prostokątny  $\Pi(n)=1, n=0,1,\dots,9$  (czarny), oraz jego funkcja autokorelacji (kolor niebieski). Uwaga pokazana funkcja autokorelacji jest bez skalowania (tj. bez czynnika  $1/N$ ). Oś X reprezentuje numer próbki, zaś os Y wartość sygnału lub odpowiednio jego funkcji autokorelacji.



Szum ( $N=100$  próbek) oraz jego funkcja autokorelacji (kolor niebieski). Uwaga pokazana funkcja autokorelacji jest bez skalowania (tj. bez czynnika  $1/N$ ). Oś X reprezentuje numer próbki, zaś os Y wartość sygnału lub odpowiednio jego funkcji autokorelacji.



Sygnał  $\sin(2*\pi*0.1*[0:N-1])$ ,  $N=50$  oraz jego funkcja autokorelacji (kolor niebieski). Uwaga pokazana funkcja autokorelacji jest bez skalowania (tj. bez czynnika  $1/N$ ). Oś X reprezentuje numer próbki, zaś os Y wartość sygnału lub odpowiednio jego funkcji autokorelacji.