

# Laboratorium 3

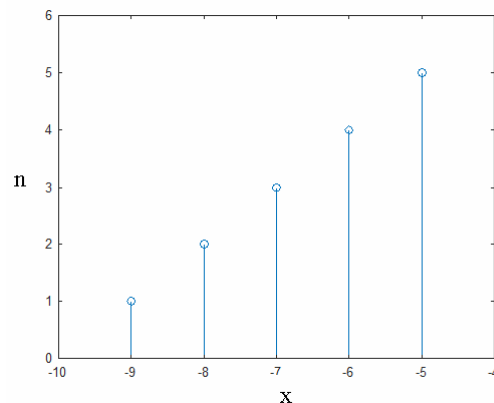
## 1. Sygnały cyfrowe

Sygnał cyfrowy jest to ciąg liczb zapisanych z określoną precyzją, którym przypisane są indeksy. Zazwyczaj indeksy są kolejnymi liczbami całkowitymi z przedziału zawartego w zakresie od minus do plus nieskończoności. W przypadku ćwiczeń z wykorzystaniem pakietu MATLAB precyzja zapisu danych liczbowych jest zmiennoprzecinkowa. Sygnał, w którym dyskretyzacji poddano jedynie dziedzinę, nazywa się często *sygnałem z czasem dyskretnym*. Słowo “czas” należy tutaj rozumieć umownie, gdyż wspomniany sygnał może na przykład reprezentować temperaturę wody jeziora w zależności od (zdyskretyzowanej) głębokości. W dalszej części instrukcji termin “sygnał cyfrowy” będzie oznaczał przybliżenie sygnału z czasem dyskretnym z dokładnością ograniczoną do skończonej precyzji pakietu MATLAB.

Sygnał cyfrowy może pochodzić z próbkowania i przetwarzania analogowo-cyfrowego sygnału ciągłego. Może jednak również powstać wprost w postaci ciągu liczb określonego w jakiś inny sposób. Przykładowo można przyjąć, że ciąg liczb całkowitych od 1 do 5 o indeksach od -9 do -5 jest sygnałem cyfrowym, bez konieczności wiązania tego ciągu z jakimkolwiek sygnałem ciągłym. Przy tak określonym przedziale indeksów zakłada się zazwyczaj, że poza nim wartości sygnału są zerowe:

Zapis w postaci układu dwóch wektorów o tej samej długości: wektora wartości ciągu oraz wektora indeksów.

```
x=[-9, -8, -7, -6, -5]
n=[1, 2, 3, 4, 5]
%plot (x, n)
%bar(x,n)
stem(x,n);
axis([-10 -4 0 6])
```



Rys. 1 Wykres przykładowego ciągu

Dwa inne, istotne z punktu widzenia teorii DSP sygnały cyfrowe to:

1) delta Kroneckera:

$$d[n] = \begin{cases} 1 & \text{dla } n = 0 \\ 0 & \text{dla } n \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

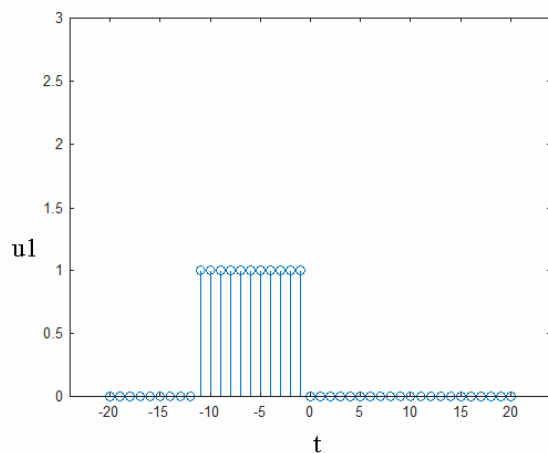
2) skok jednostkowy:

$$d[n] = \begin{cases} 1 & \text{dla } n \geq 0 \\ 0 & \text{dla } n < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Skok jednostkowy można wyrazić za pomocą kombinacji liniowej delt Kroneckera

$$d[n] = \sum_{k=-\infty}^n d[k] \quad (3)$$

```
t=-20:20;
u1=zeros(1,41);
u1(10:20)=ones(1,11);
stem(t,u1);
axis([-24 24 0 3])
```



Rys. 2 Wykres przykładowego wykresu

Przesunięcie w dziedzinie indeksów (np. czasowych) oznacza, że sygnał poddany jest następującej zmianie:

$$x[n] \text{ ----- opóźnienie } o = k \text{ ----- } x[n-k] \quad (4)$$

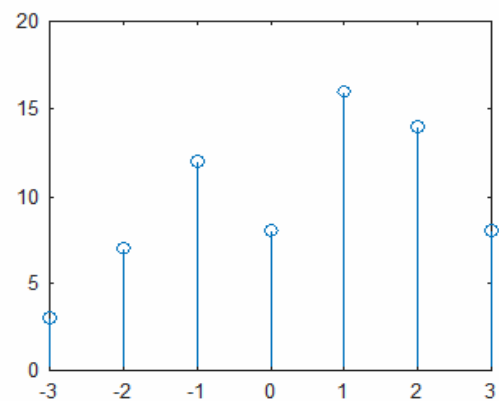
Korzystając z (4) można wyrazić deltę Kroneckera za pomocą kombinacji liniowej przesuniętych skoków jednostkowych.

Inną ciekawą zależnością jest wyrażenie dowolnego ciągu za pomocą kombinacji liniowej przesuniętych delt Kroneckera

$$x[n] = \sum_{k=-\infty}^n x[k]d[n-k] \quad (5)$$

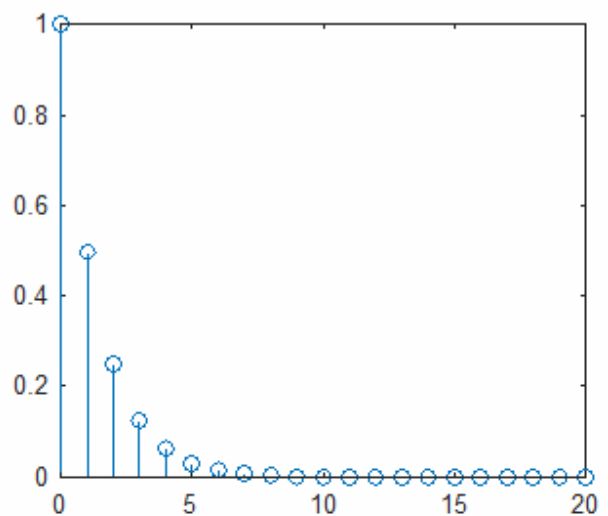
Proszę przeanalizować przykład dodawania dwóch sekwencji ( $y3=y1+y2$ )

```
n=-3:3;y1=[1,3,5,6,7,9,2];  
y2=[2,4,7,2,9,5,6];  
y3=y1+y2;  
stem(n,y3)  
%stem(n,y1)  
%stem(n,y2)
```



Proszę przeanalizować przykład odpowiedzi impulsowej wyrażonej następującym wzorem  $x(n)=y(n)-0.5y(n-1)$

```
n=0:20;  
x=[1,zeros(1,20)];  
a=[1];  
b=[1 -0.5];  
y=filter(a,b,x);  
stem(n,y)
```



## Zadania do wykonania

W sprawozdaniu powinny znaleźć się:

- 1) Informacje na temat w jaki sposób reprezentujemy sygnały cyfrowe na komputerze i Matlabie.
- 2) Wykonane zadania - skrypty w m.plikach oraz otrzymane wykresy.
- 3) Wnioski z przeprowadzonych zadań.

### Zad. 1

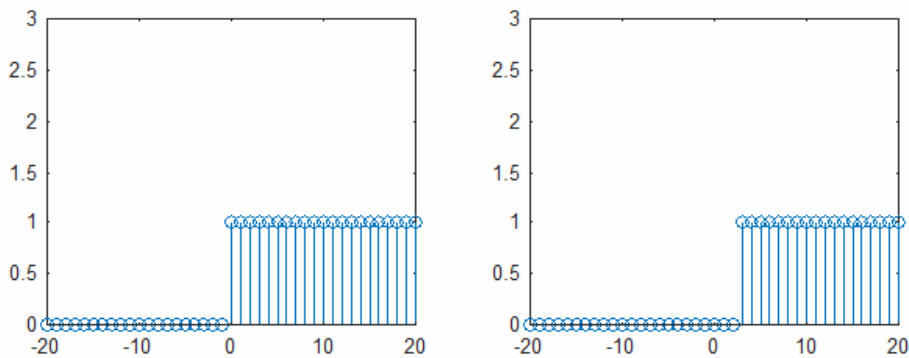
Zapoznać się z podstawami posługiwania się programem MATLAB

### Zad. 2

Wygenerować i zaprezentować w postaci wykresu:

Skok jednostkowy w punkcie zero oraz przesuniętego w czasie (np. w punkcie 3),

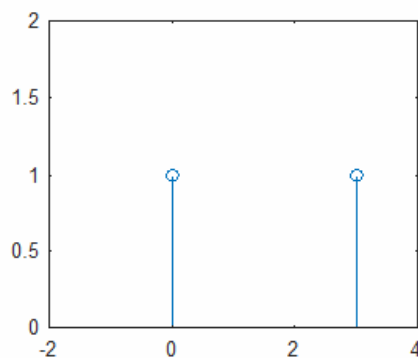
$$d[n] = \begin{cases} 1 & \text{dla } n \geq 0 \\ 0 & \text{dla } n < 0 \end{cases}, \quad d[n] = \begin{cases} 1 & \text{dla } n \geq 3 \\ 0 & \text{dla } n < 3 \end{cases}$$



### Zad 3

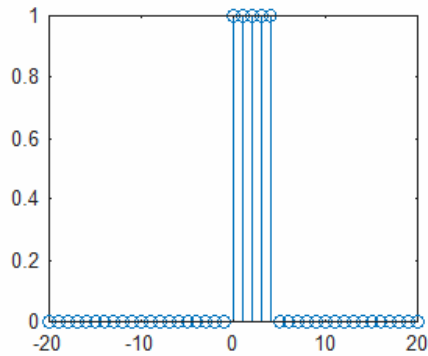
Wygenerować i zaprezentować w postaci wykresu:

delta Kroneckera w punkcie zero oraz przesuniętej w czasie (np. w punkcie 3),



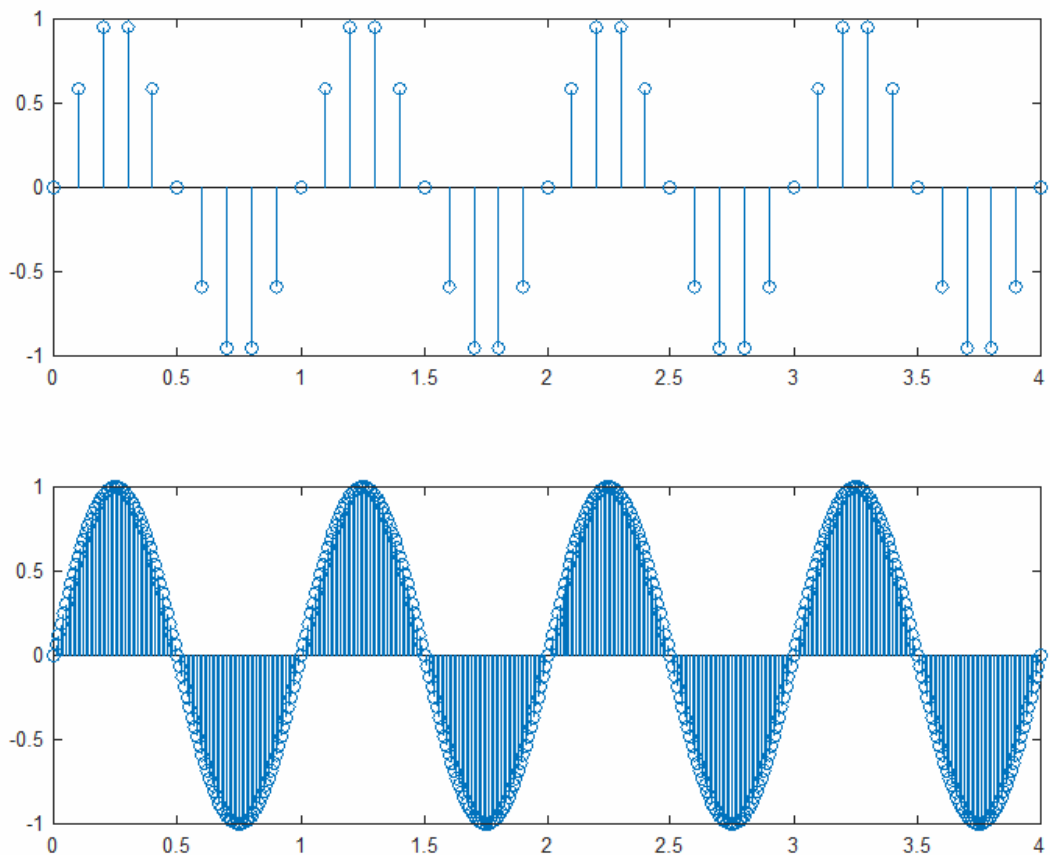
#### Zad 4

Wygenerować i zaprezentować w postaci wykresu: Różnicę dwóch skoków jednostkowych (pierwszy skok jednostkowy w punkcie 0 i drugi skok jednostkowy punkcie 5).



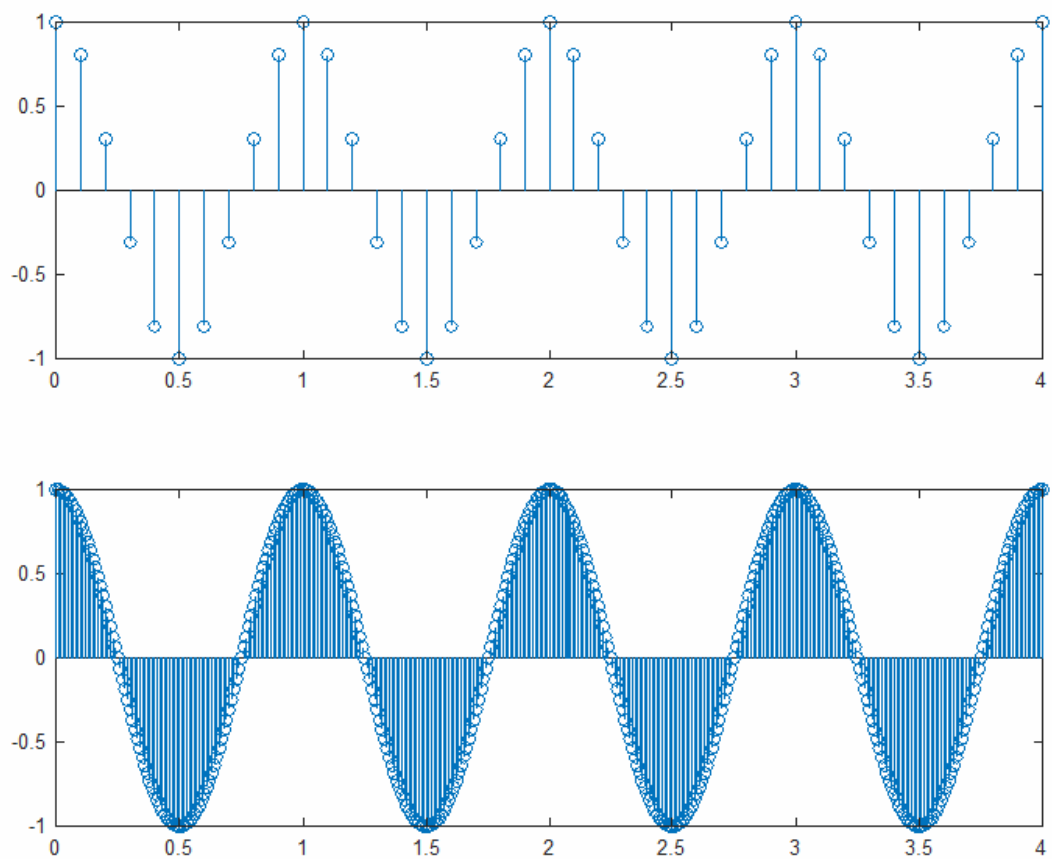
#### Zad 5

Wygenerować i zaprezentować w postaci wykresu: próbkowaną sinusoidę z czasem próbkowania  $t_1=0:1/10:4$ ; i z czasem próbkowania  $t_2=0:1/100:4$ ;



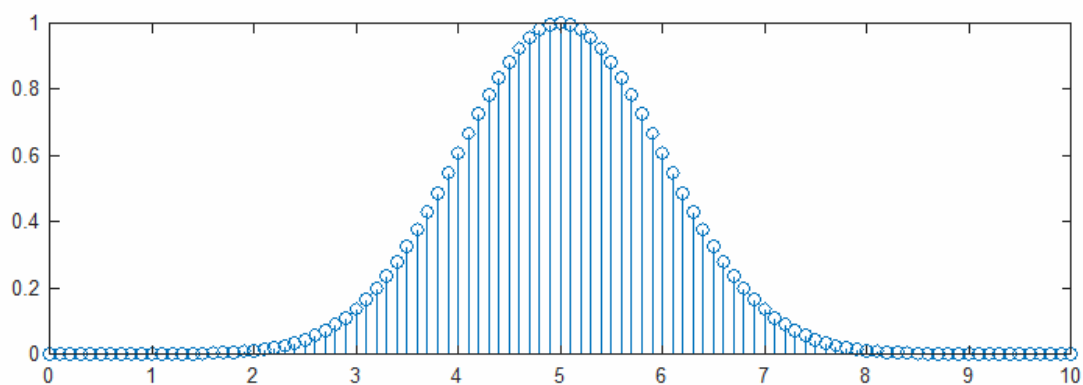
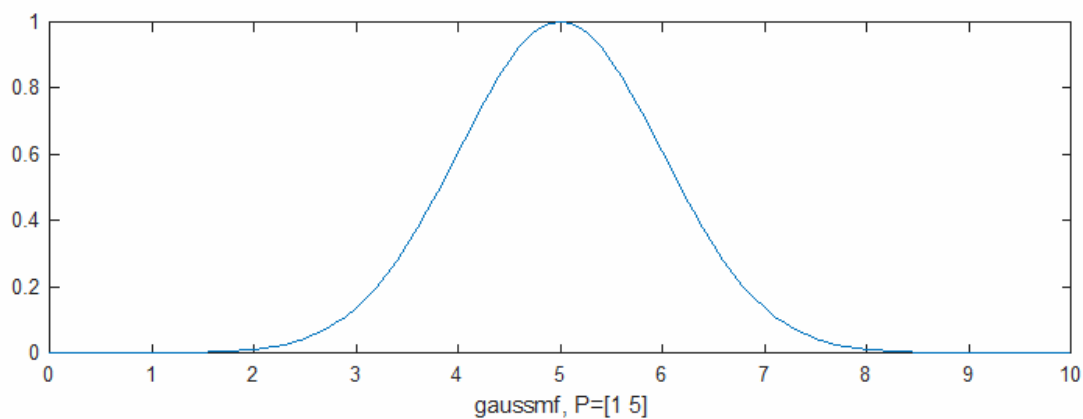
### Zad 6

Wygenerować i zaprezentować w postaci wykresu: próbkowaną kosinusoidę z czasem próbkowania  $t_1=0:1/10:4$ ;  
i z czasem próbkowania  $t_2=0:1/100:4$ ;



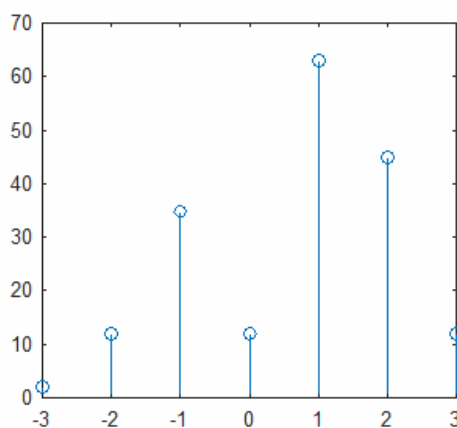
### Zad 7

Wygenerować i zaprezentować w postaci wykresu: próbkowaną krzywą gaussa - funkcja `gaussmf(t,[1 5])` z czasem próbkowania  $t = 0:0.1:10$ .



### Zad 8

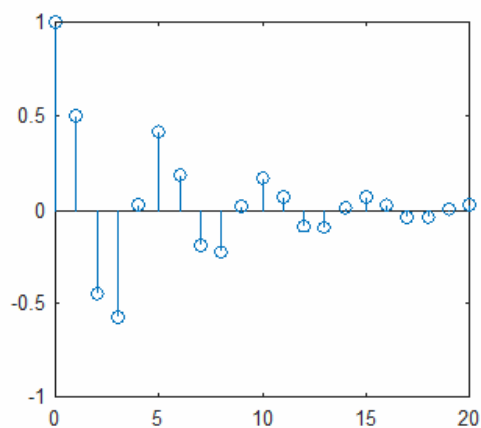
Proszę przemnożyć 2 sygnały  $y_1=[1,3,5,6,7,9,2]$ ;  $y_2=[2,4,7,2,9,5,6]$  i wyrysować wynik na wykresie. Mnożenie wykonujemy przez `.*` (kropka i gwiazdka)



### Zad 9

Proszę narysować wykres odpowiedzi impulsowej dla  $n=0:20$  wyrażonej następującym wzorem:

$$x(n) = y(n) - 0.5y(n-1) + 0.7y(n-2)$$



### Pytania

- 1) W jaki sposób reprezentujemy sygnały cyfrowe na komputerze i w Matlabie?
- 2) Jakie informacje może zawierać sygnał cyfrowy? Wymienić jakieś przykłady?
- 3) Czy Pana/Pani zdaniem da się zamienić sygnały cyfrowe na sygnały analogowe?
- 4) Na czym polega różnica pomiędzy przekazem analogowym a cyfrowym w telewizji?