Laboratorium 3

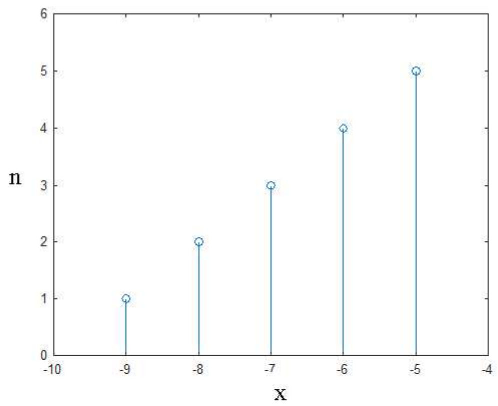
1. Sygnały cyfrowe

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:

$$d[n] = \begin{cases} 1 \quad dla \quad n = 0 \\ 0 \quad dla \quad n \neq 0 \end{cases} \tag{1}$$

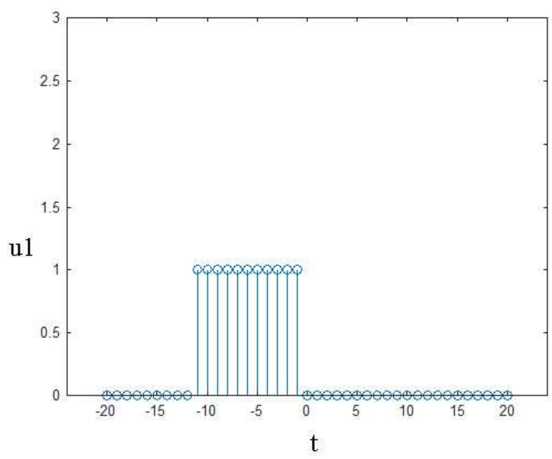
2) skok jednostkowy:

$$d[n] = \begin{cases} 1 \quad dla \quad n \geq 0 \\ 0 \quad dla \quad n < 0 \end{cases} \tag{2}$$

Skok jednostkowy można wyrazić za pomocą kombinacji liniowej delt Kroneckera

$$d[n] = \sum_{k=-\infty}^{n} d[k] \tag{3}$$

```
t=-20:20;
u1=zeros(1,41);
u1(10:20)=ones(1);
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] ----------***opóźnienie o k***------x[n-k] (4)

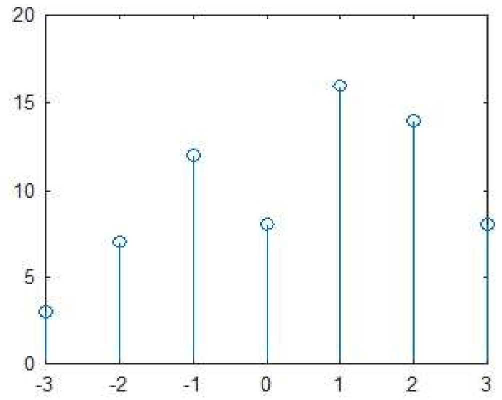
Korzystając z (4) można wyrazić deltę Kroneckera za pomocą kombinacji liniowej przesuniętych skoków jednostkowych.

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

$$\mathrm{x[n]} = \sum_{k=-\infty}^{n} x[k]d[n-k] \tag{5}$$

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)
```