Signály a informace

Přednáška č.3

Číslicové signály – základní operace se signály, parametry číslicových signálů

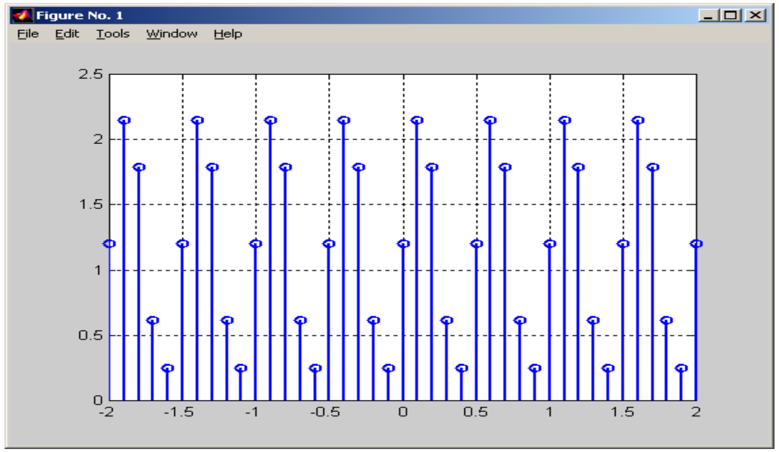
Připomenutí předchozí přednášky

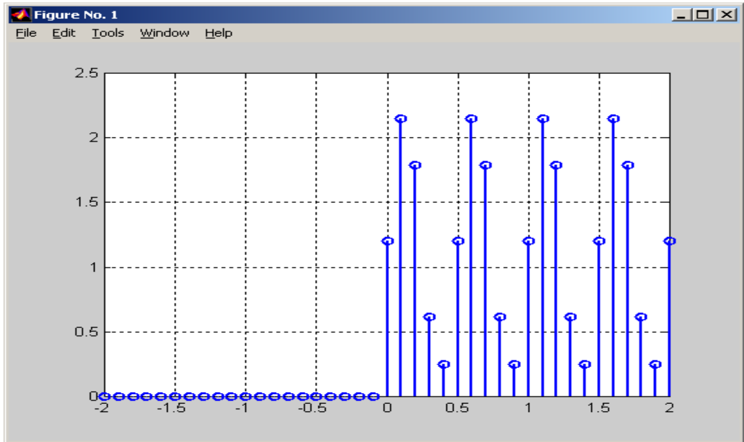
1. Číslicové signály vznikají převodem analogových signálů (AD převodníky), vhodným sestavením z naměřených hodnot nebo vygenerováním.
2. AD převod zahrnuje vzorkování a kvantování. Základním parametrem vzorkování je <u>vzorkovací frekvence</u>, u kvantování <u>rozlišení</u> (počet bitů)
3. Vzorkováním i kvantováním se ztrácí část informace.
4. Volba parametrů vzorkování a kvantování musí být taková, aby nedošlo k zásadní změně (ztrátě) informace.

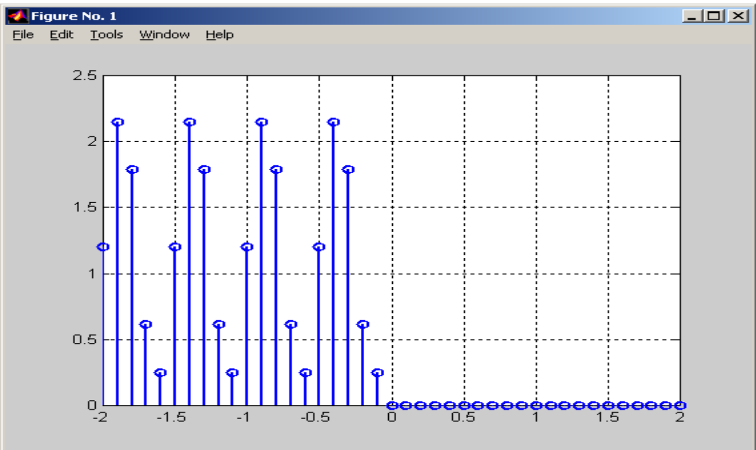
Typy číslicových signálů (1)

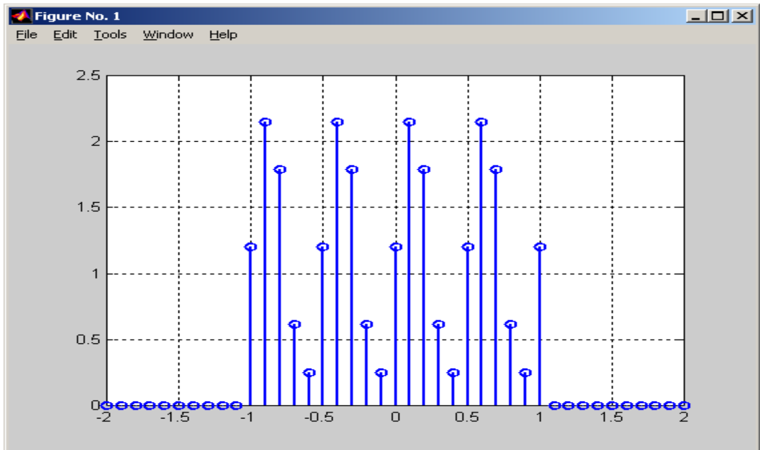
Podle trvání:

<u>**Nekonečné**</u> (oboustranně či jednostranně) - <u>**konečné**</u> (časově omezené)



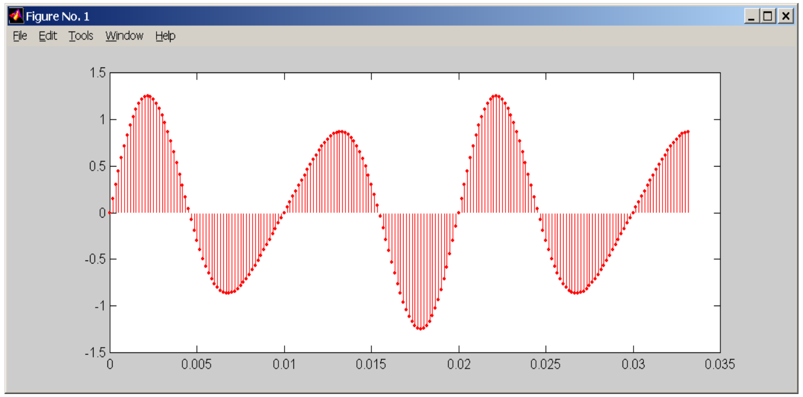




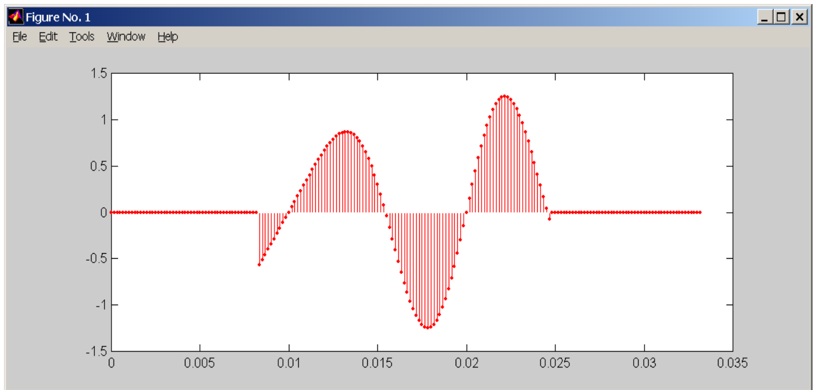


Typy číslicových signálů (2)

Nekonečné - vhodné pro teoretické studium (zejména periodické)



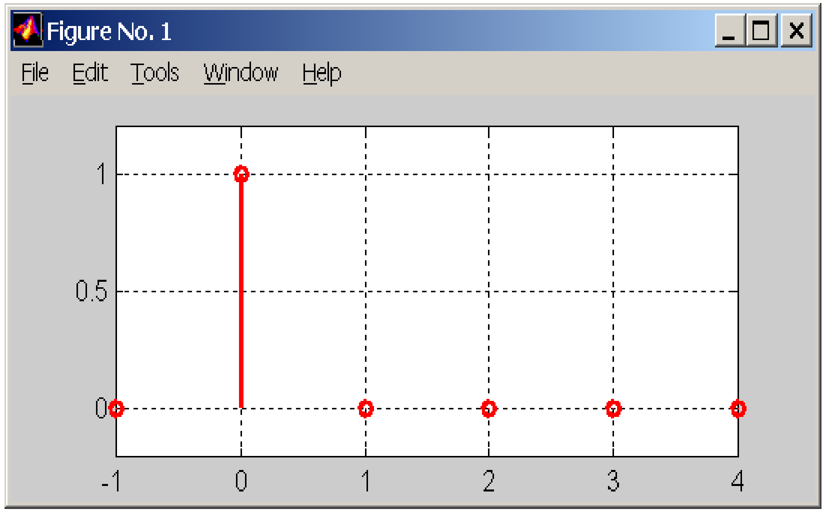
Konečné – signály, které v praxi skutečně analyzujeme, většinou vznikají výřezem z delšího signálu



Speciální číslicové signály (1)

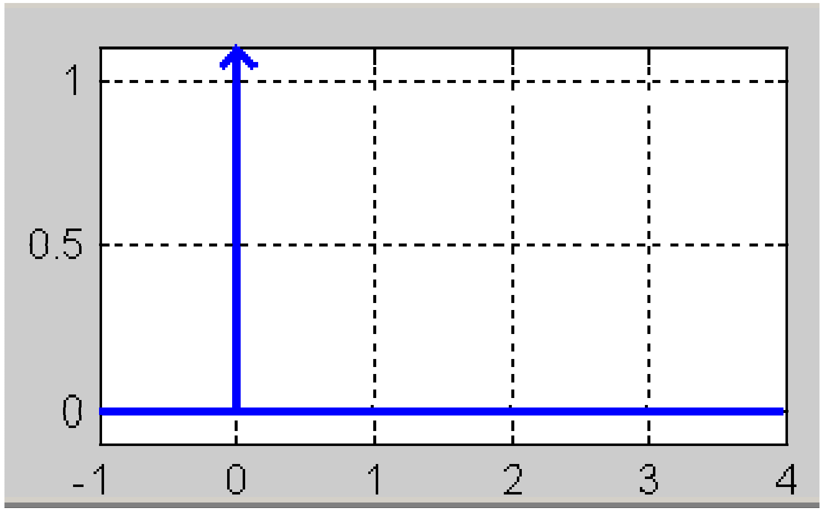
Jednotkový impulz

x[0]=1; jinak x[n]=0



U spojitých signálů je jeho obdobou ***Diracův impulz*** - δ(t) „nekonečně vysoký“ a „nekonečně úzký“ pulz, splňující podmínku

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)dt = 1$$

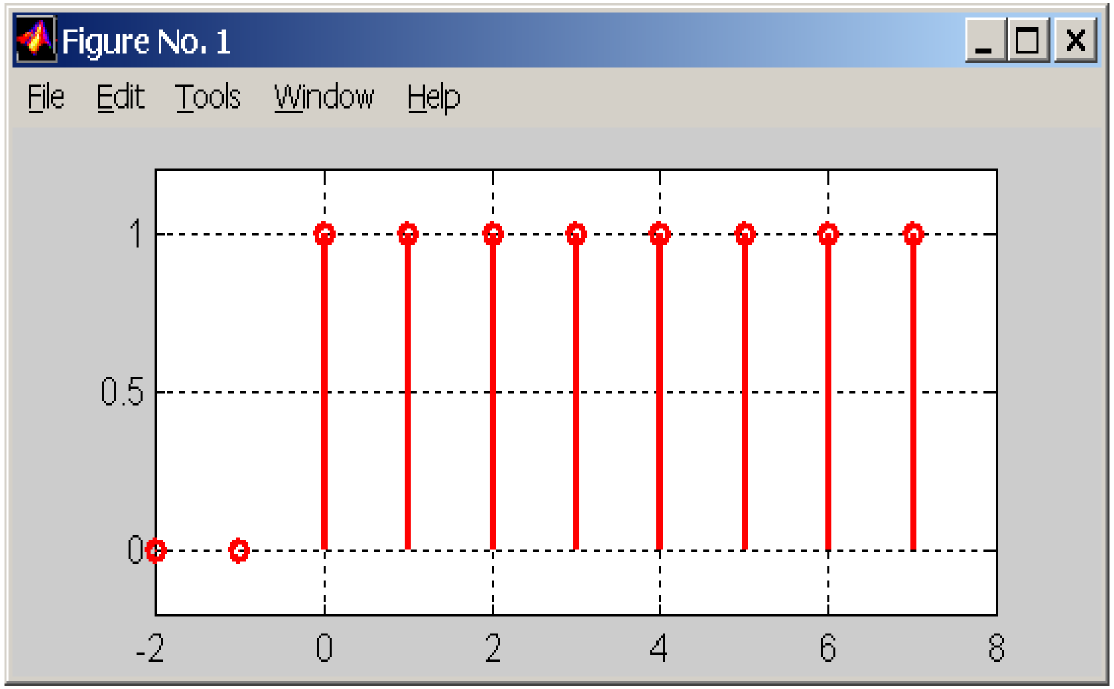


Speciální číslicové signály (2)

Jednotkový skok – u[n]

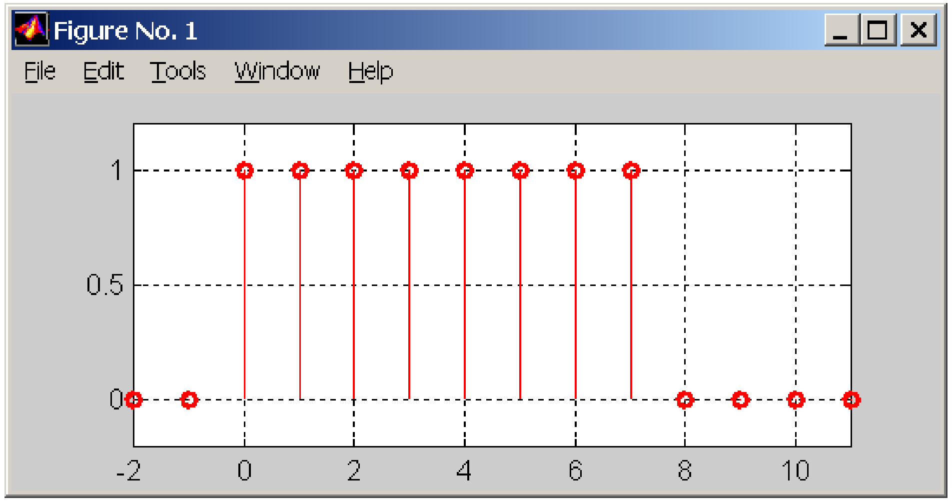
u[n] = 0 pro n<0

u[n] = 1 pro n>=0

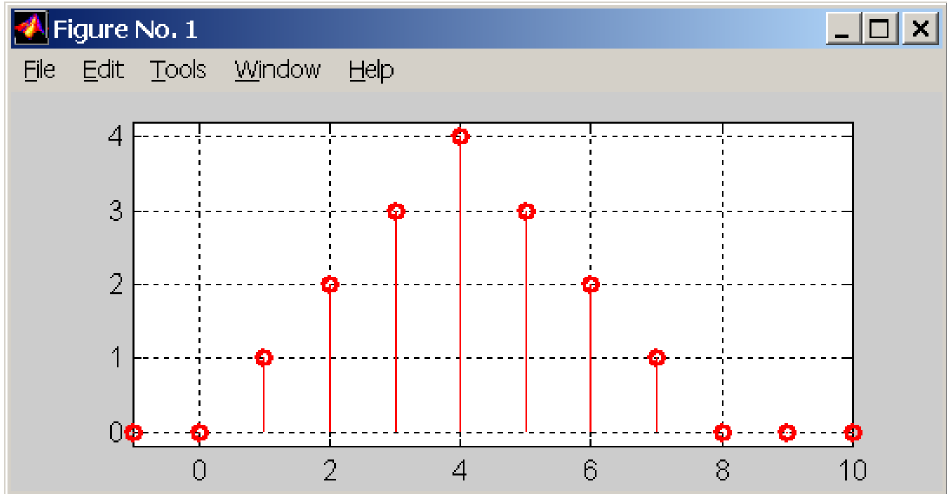


Speciální číslicové signály (3)

Obdélníkový pulz



Trojúhelníkový pulz

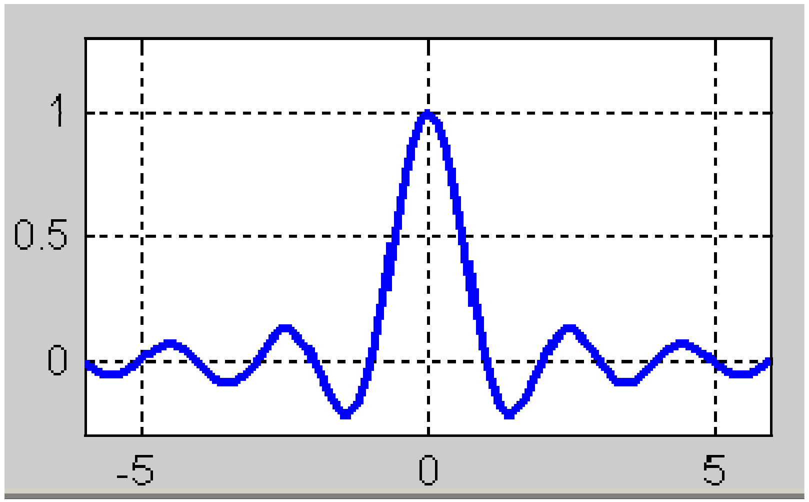


Pulz typu sinc

Jde o funkci typu sin(x) / x

sinc [t] = sin(pi*t) ./ (pi*t)

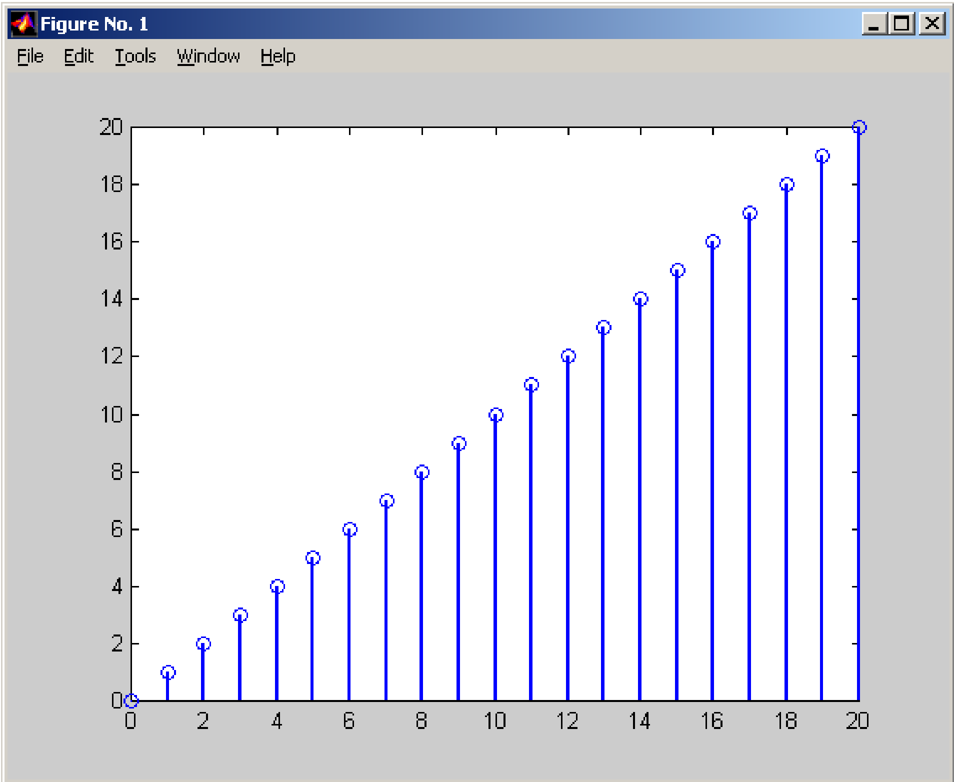
v teorii signálů hraje významnou úlohu



Speciální číslicové signály (4)

Lineární funkce – rampa (ramp)

$$r[n] = n * u[n]$$



Operace s číslicovými signály (1)

Posunutí v čase – dopředu, dozadu

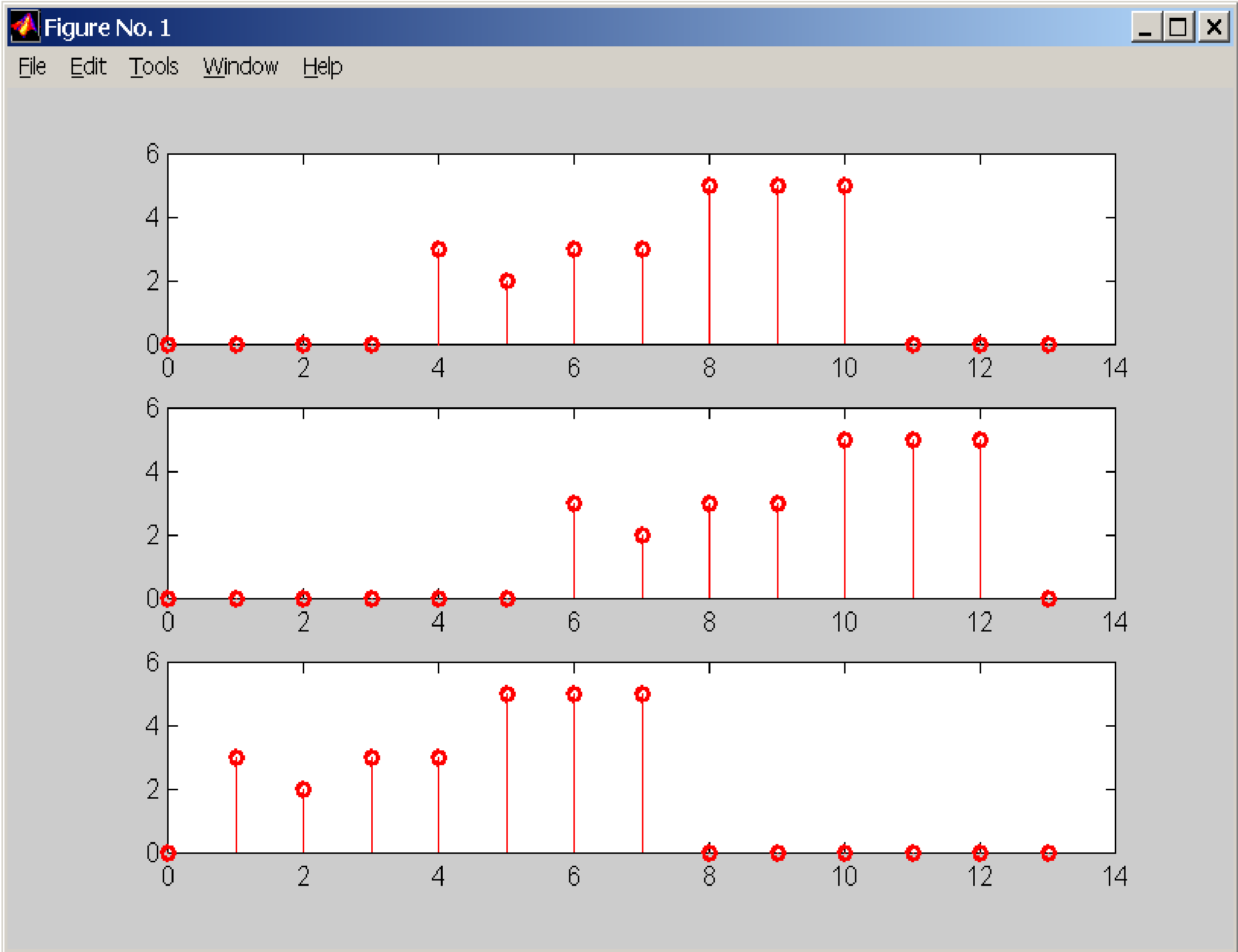
x[n]

x[n-2]

(Dopředu na ose času - signál je zpožděn)

x[n+3]

(Dozadu na ose času - signál proběhne dříve)



Operace s číslicovými signály (2)

Otočení v čase

x[n]

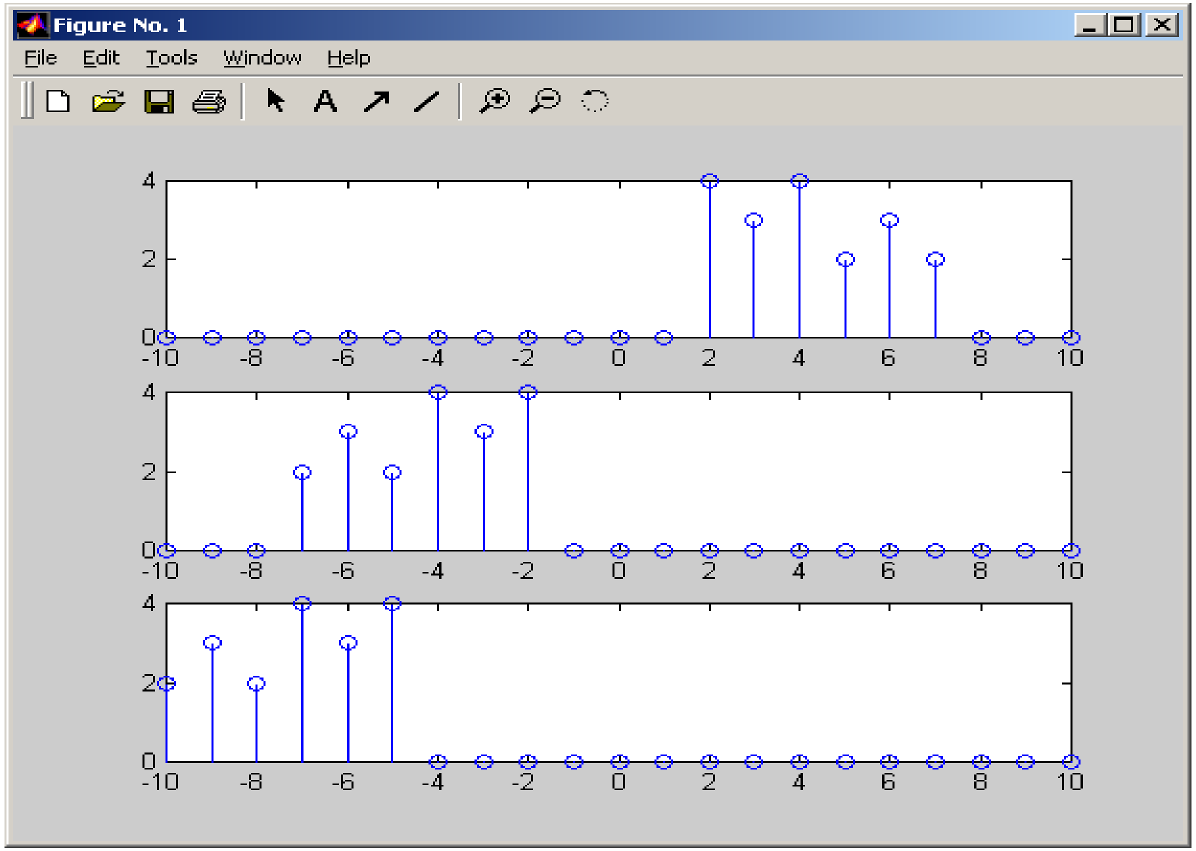
původní signál

x[-n]

signál otočený v čase

x[-n-3]

signál otočený v čase a posunutý

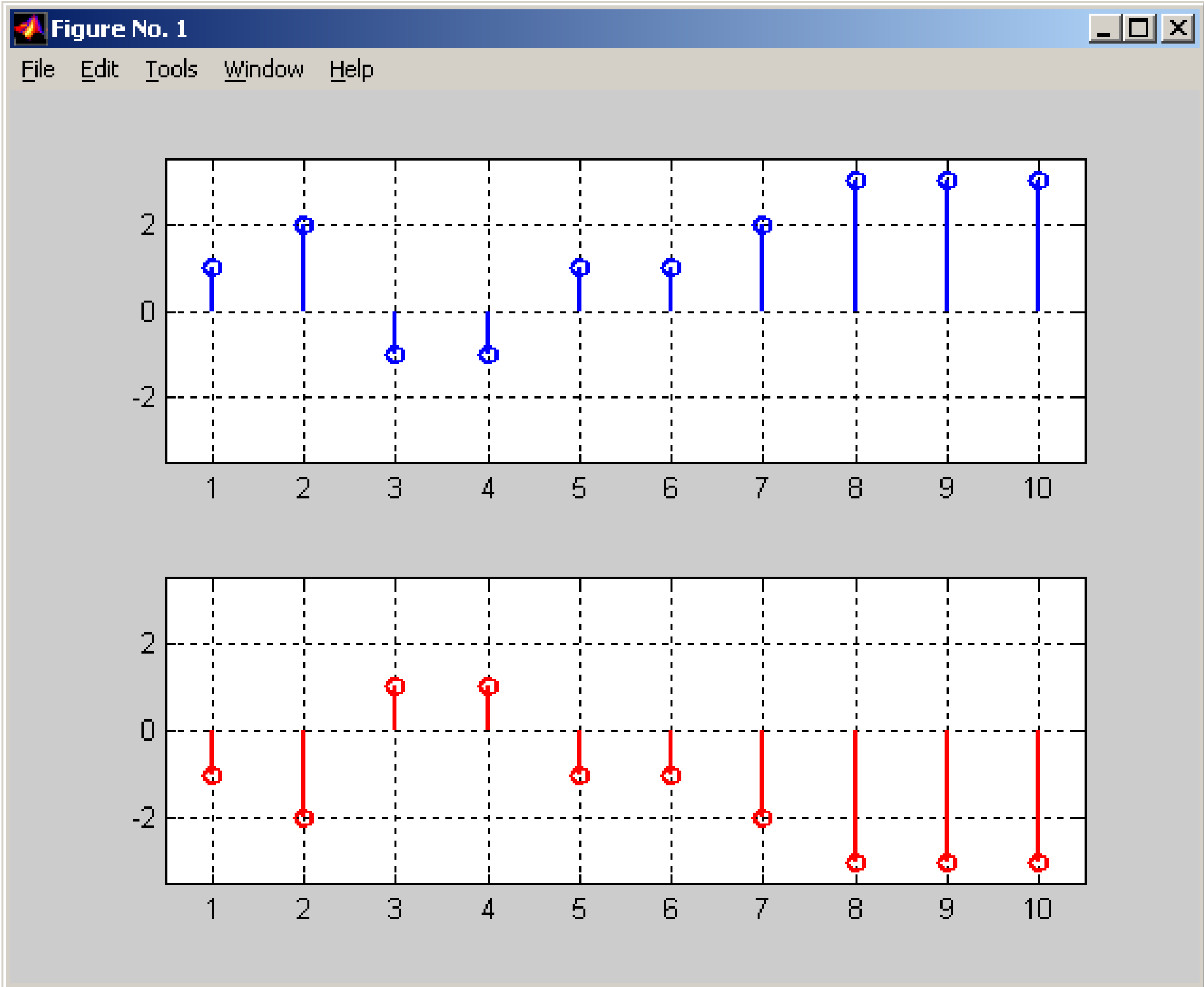


Operace s číslicovými signály (3)

Otočení v hodnotách

x[n]

y[n] = -x[n]

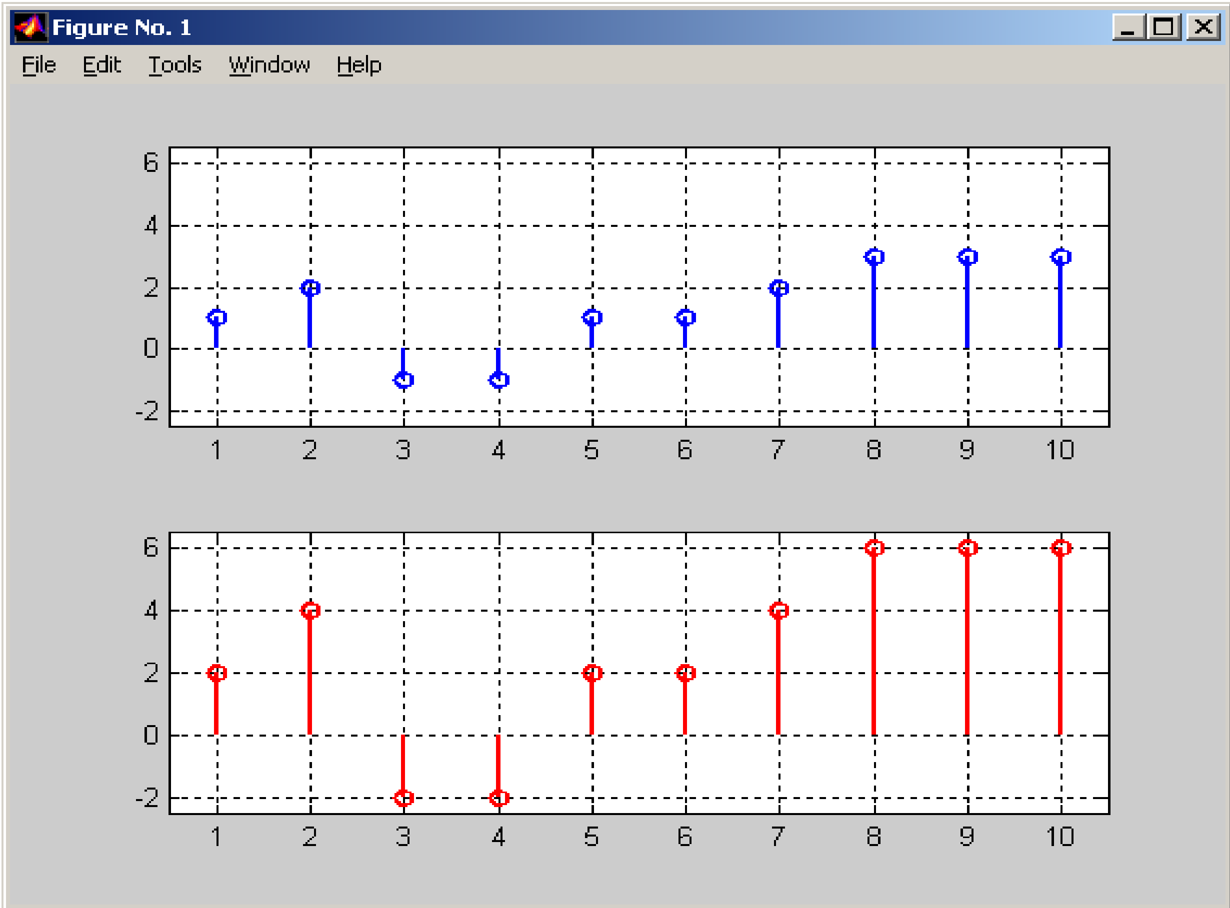


Operace s číslicovými signály (4)

Násobení konstantou

x[n]

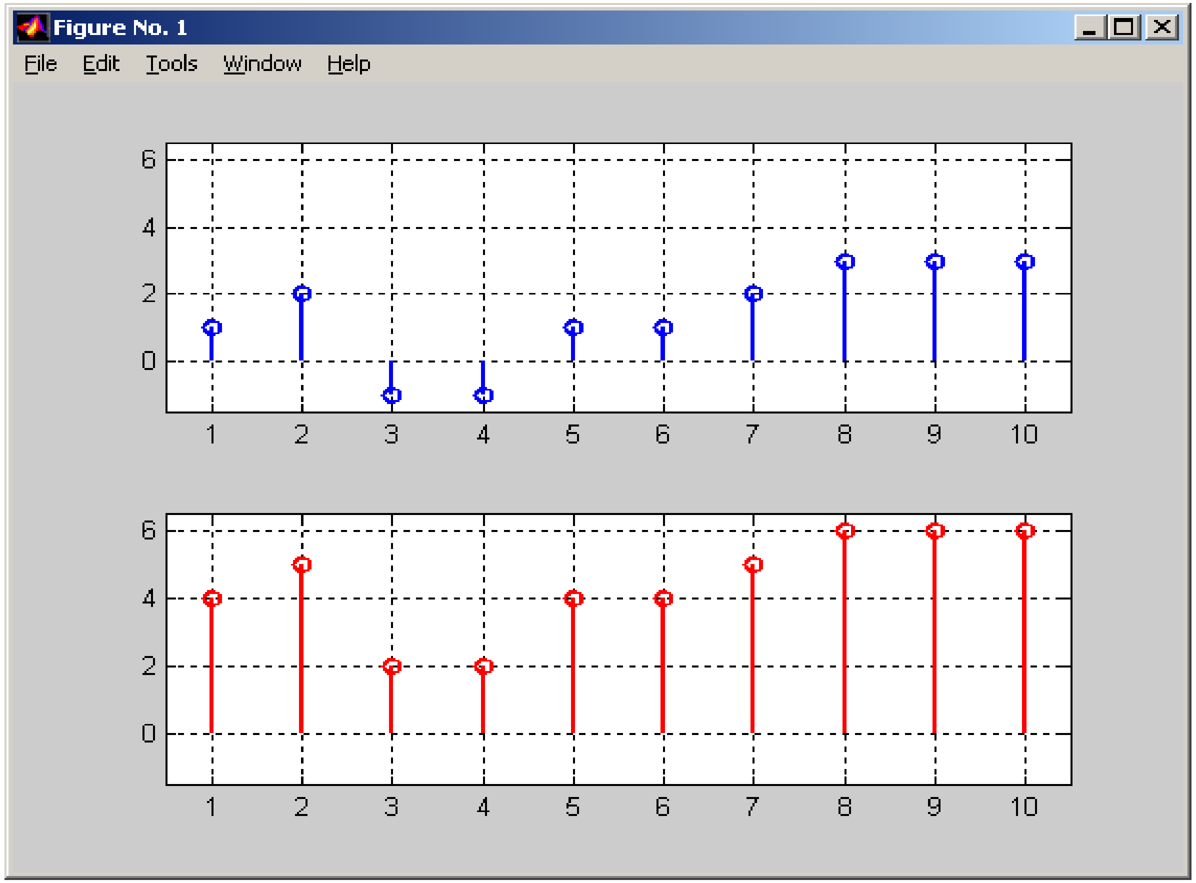
y[n] = a * x[n]



Operace s číslicovými signály (5)

Přičtení konstanty

x[n]



y[n] = x[n] + k

přidána „stejnosměrná složka“ (ss)

Operace s číslicovými signály (6)

Sčítání, odečítání, násobení, dělení dvou signálů

spočívá v příslušné operaci (sčítání, ….) aplikované na jednotlivé vzorky <u>se stejnými indexy</u> (ve stejných časech)

v Matlabu – sčítání a odčítání je jasné
násobení a dělení musí být prvkové (ne maticové)
tedy operátor **.***

Operace s číslicovými signály (7)

Všechny dříve uvedené operace se dějí při zachování vzorkovací frekvence.

Operace měnící vzorkovací frekvenci –

decimace – snižování vzorkovací frekvence

interpolace – zvyšování vzorkovací frekvence

Jde o složité operace, zvláště pokud nová frekvence není celočíselným násobkem nebo podílem původní frekvence

Operace s číslicovými signály (8)

x[n]

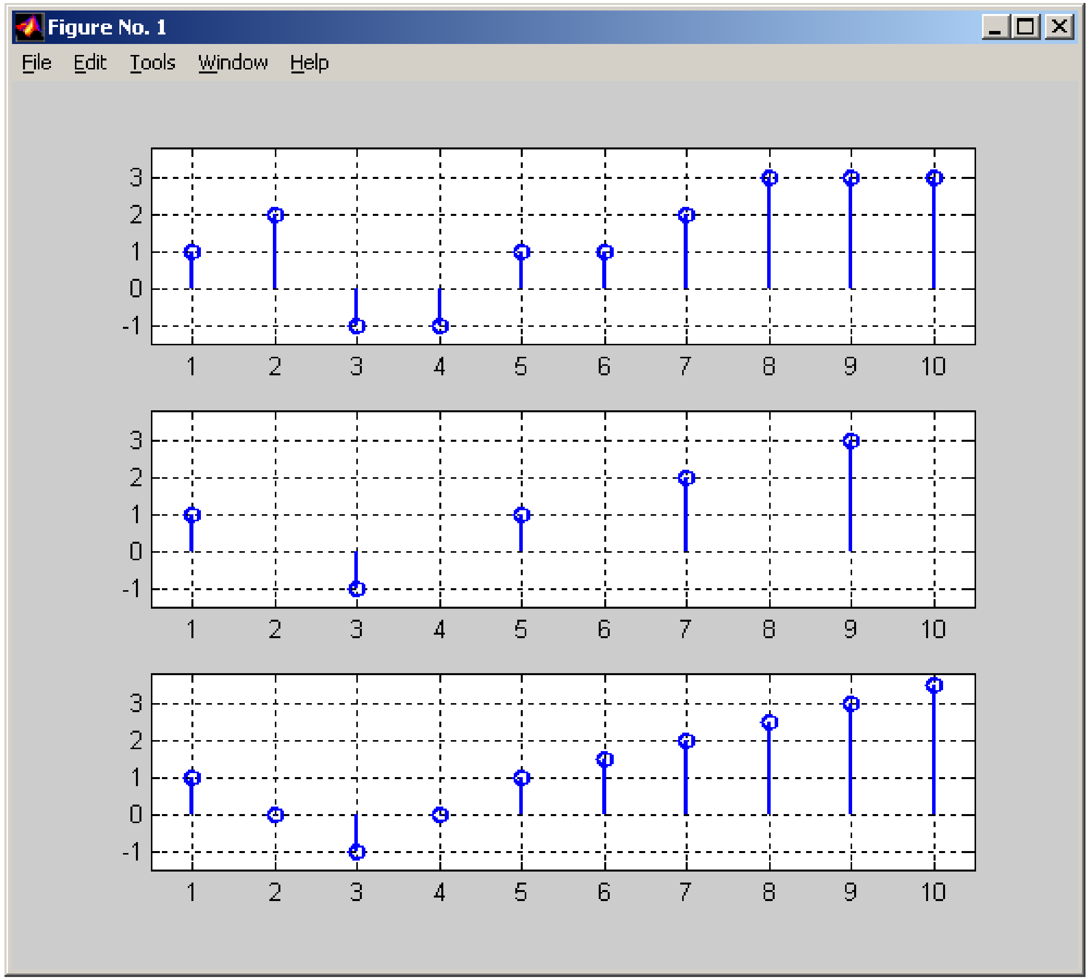
Decimace

y[n] vznikl z x[n]
při poloviční Fs

Interpolace

z[n] vznikl z y[n]
návratem k původní Fs
a lineární interpolací hodnot

x[n] a z[n] jsou různé!



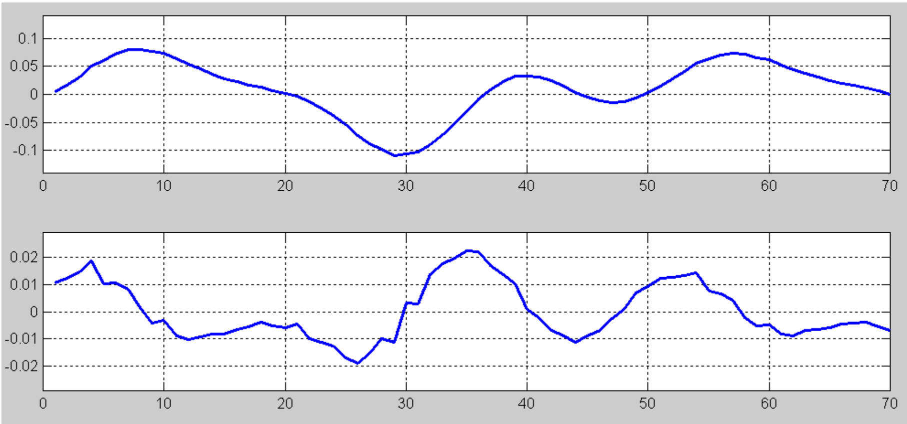
Operace s číslicovými signály (9)

Derivace – aproximována rozdílem sousedních vzorků

zpětný (kauzální) rozdíl $$y[n] = x[n] - x[n-1]$$

dopředný (nekauzální) rozdíl $$y[n] = x[n+1] - x[n]$$

- Vyjadřuje „míru změny“ signálu



Parametry číslicových signálů (1)

Střední hodnota

Výpočet u konečných signálů

$$\overline{X} = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} x[i]$$

Výpočet u nekonečných signálů
– lze pouze u periodických

$$\overline{X} = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} x[i]$$

(N je délka periody)

Problém reálných A/D převodníků - ss offset (mají nenulovou ss složku) řeší se odečtením střední hodnoty

Parametry číslicových signálů (2)

Energie

$$E = \sum_{i=0}^{N-1} x[i]^2$$

Lze ji určit pouze u konečných signálů.

Proč název energie?

*Pokud x představuje napětí na odporu R, spočítá se energie signálu jako E = u*i = u^2/R. Je-li R=1, pak E = u^2*

Výkon

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x[i]^2$$

Používá se u nekonečných (periodických) signálů

Ukázky příkladů v testu

1. Je dán signál

$$y(t) = 10\cos(10t) + 5\sin(10t+\pi/2) + 7$$

Určete maximální, minimální a střední hodnotu signálu.

Platí: $\cos(x)=\sin(x+ \pi/2)$

Amax=22 Amin = -8 Střední hodnota ….. 7

Ukázky příkladů v testu

2. Periodický číslicový signál o vzorkovací frekvenci Fs=1000Hz má následující hodnoty:

…..3,-1,-1,-1,3,-1,-1,-1,3,-1,-1,-1…. .

Určete:

Základní frekvenci: f = 1/(4*Ts)=250 Hz

Opakovací frekvenci: F = 1/N = ¼ = f/Fs = 0,25

Střední hodnotu: X = (x(1)+x(2)+x(3)+x(4))/4 = 0

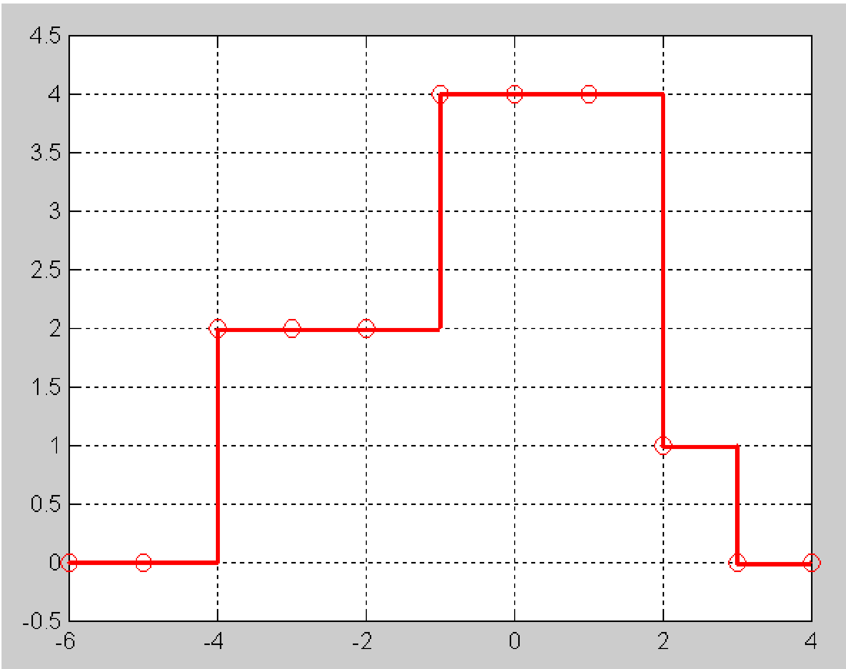
Výkon: P = sum(x*x)/4 = 12/4 =3

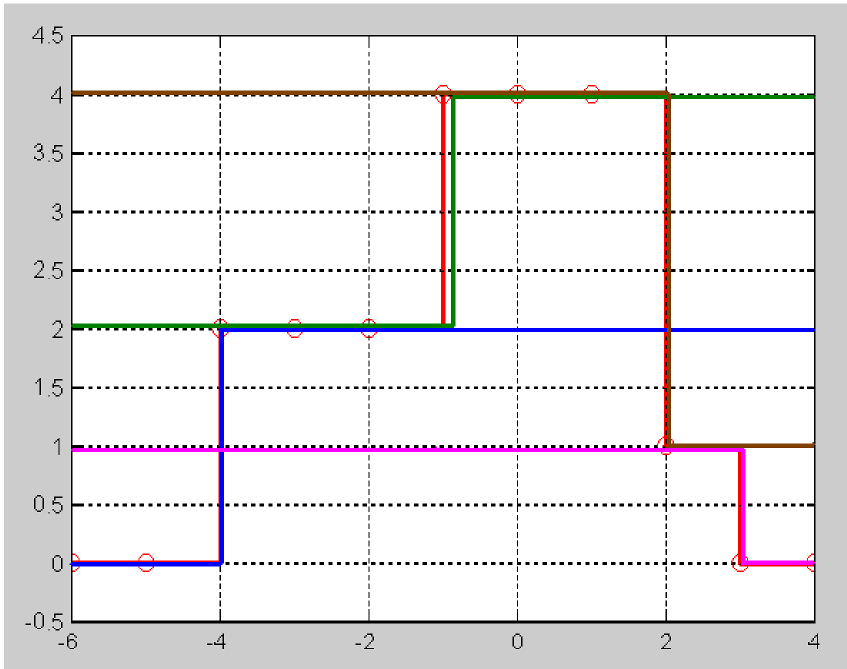
Ukázky příkladů v testu

3. Konečný číslicový signál je tvořen následující sekvencí:

x[-4]=2, x[-3]=2, x[-2]=2, x[-1]=4, x[0]=4, x[1]=4, x[2]=1

Popište signál pomocí elementárních funkcí typu u[n].





$x[n] = 2u[n+4] + 2u[n+1] - 3u[n-2] - u[n-3]$

Konec přednášky

Děkuji za pozornost.