

Signály a informace

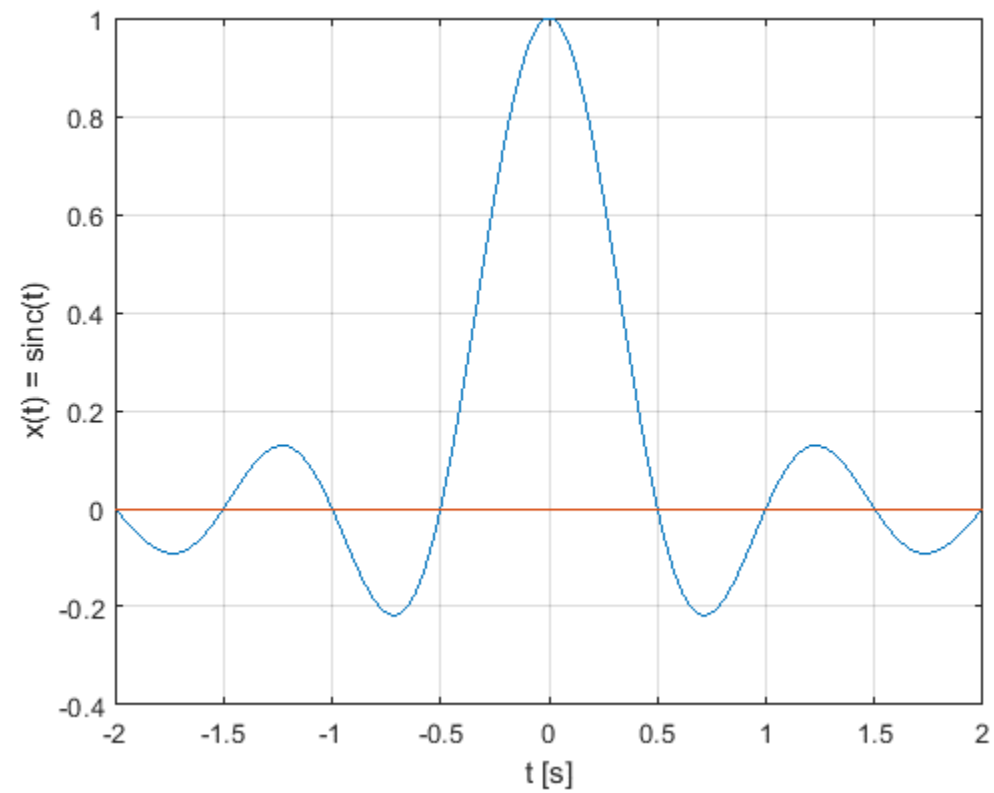
4. cvičení

Operace se signály

V hodnotách

V čase

Inverze



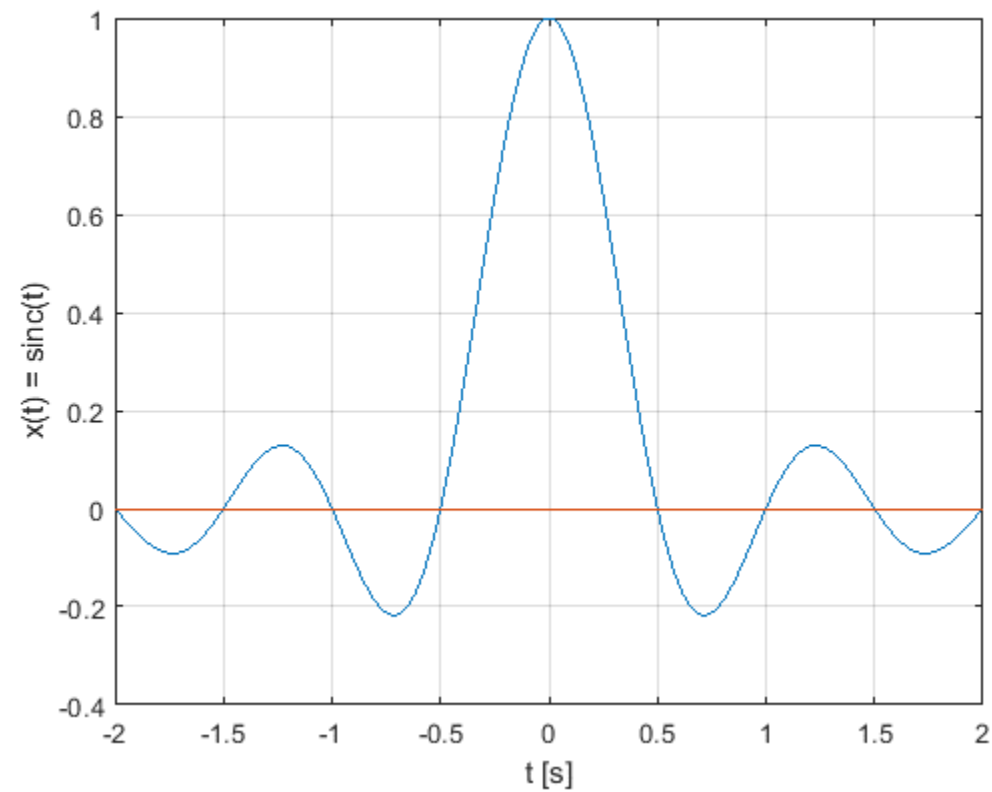
Operace se signály

V hodnotách

- přičtení konstanty

V čase

Inverze



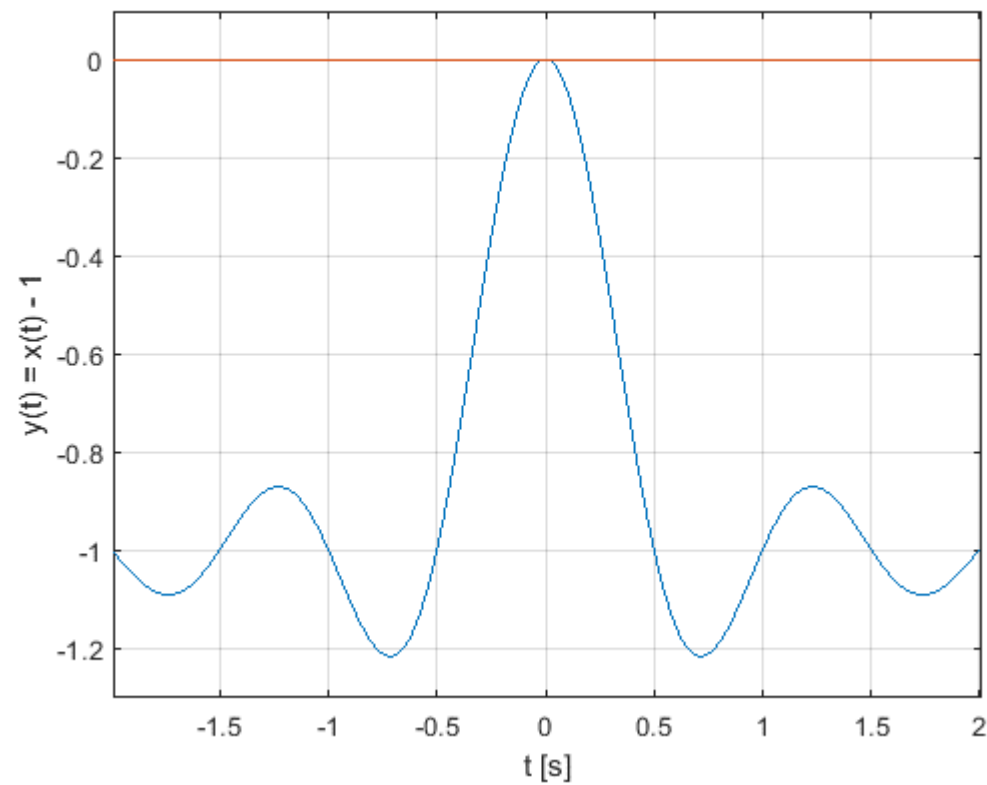
Operace se signály

V hodnotách

- přičtení konstanty – posun na ose „y“

V čase

Inverze



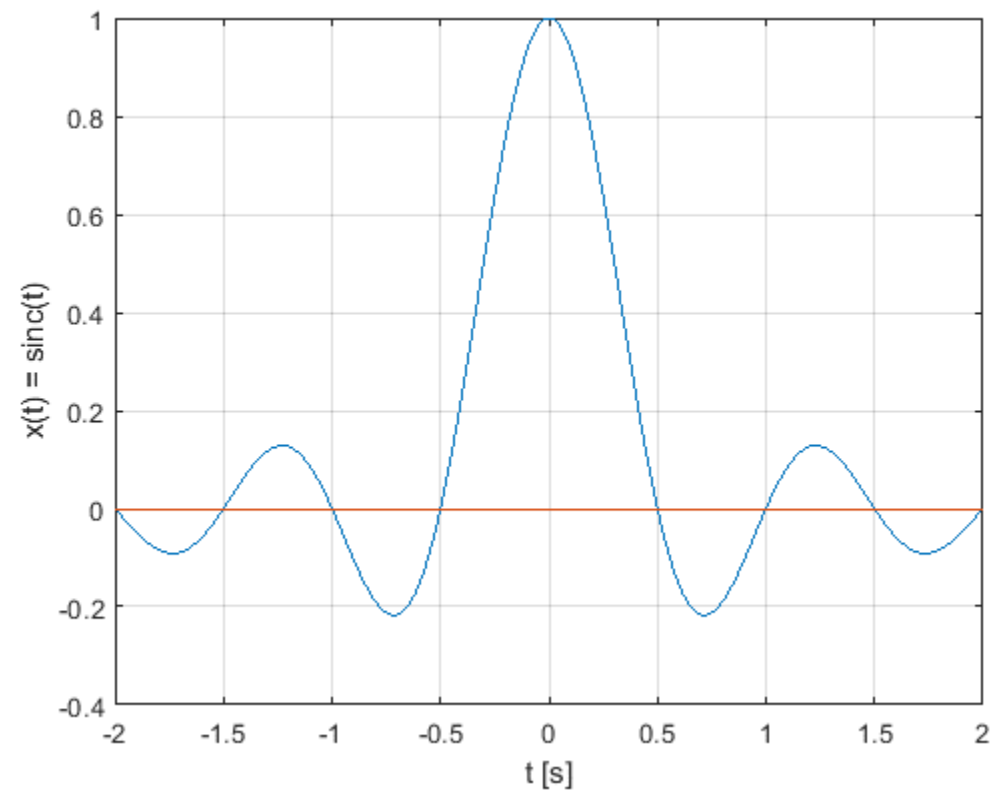
Operace se signály

V hodnotách

- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou

V čase

Inverze



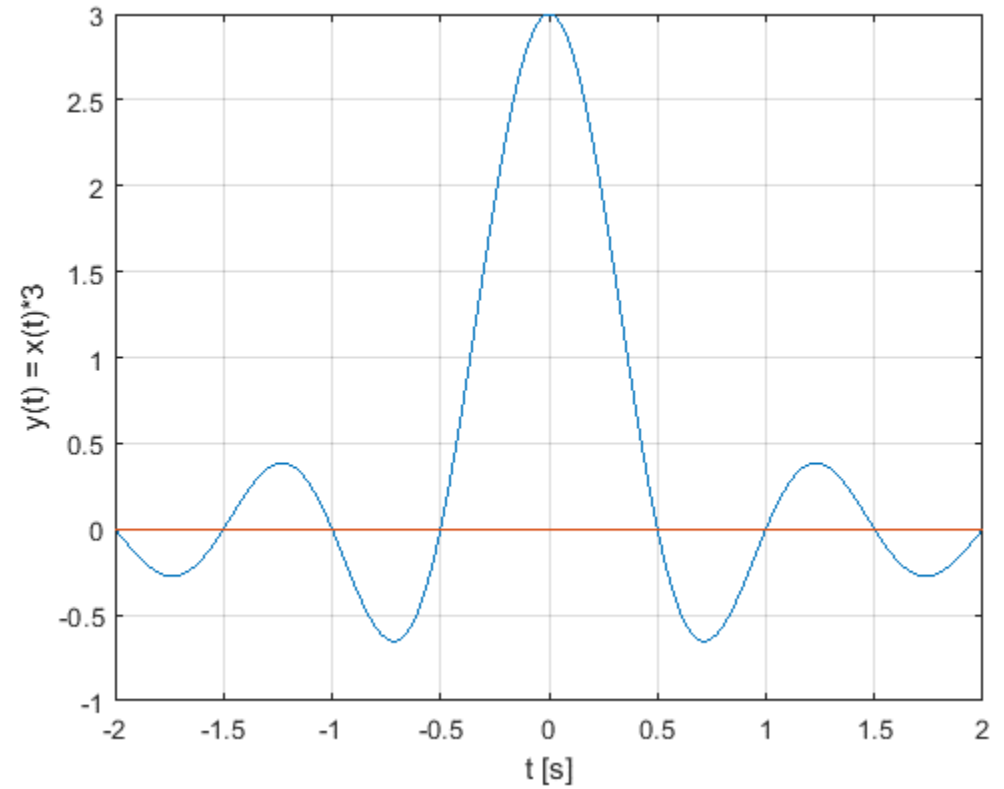
Operace se signály

V hodnotách

- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

Inverze



Operace se signály

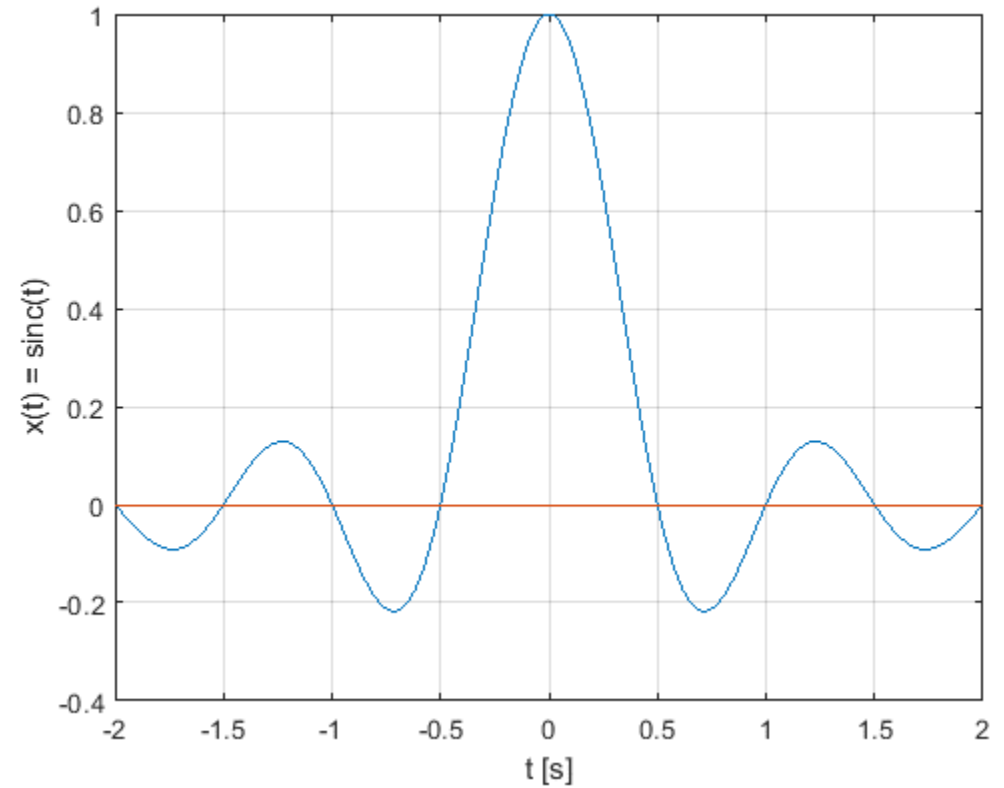
V hodnotách

- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

- přičtení konstanty

Inverze



Operace se signály

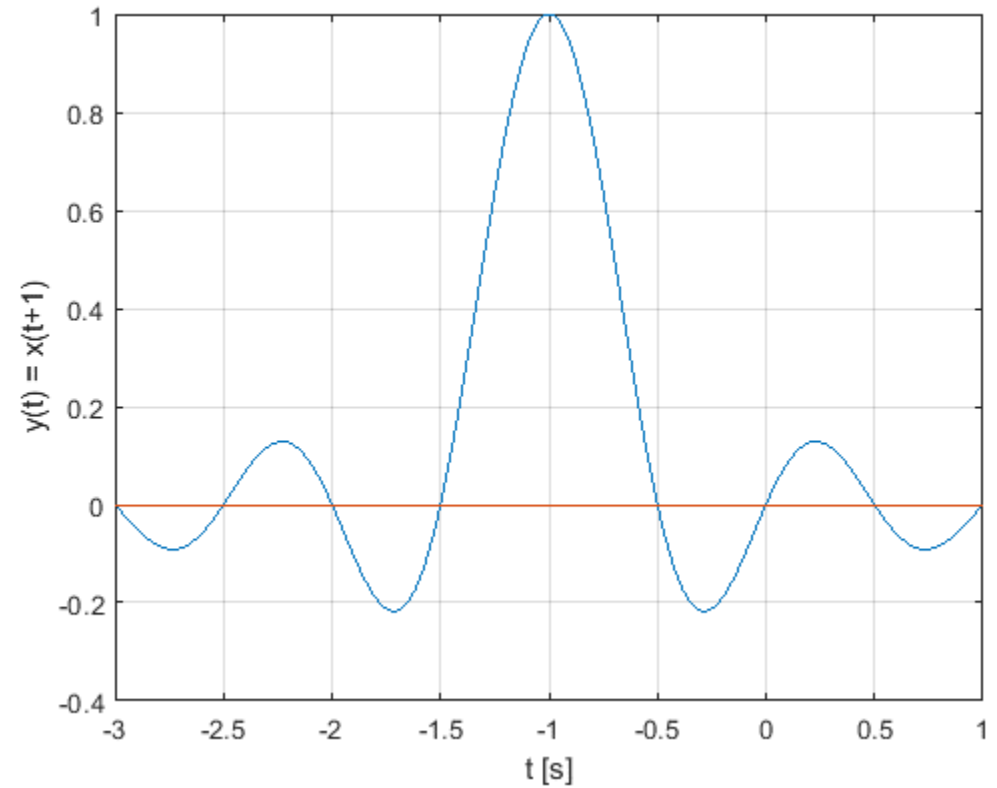
V hodnotách

- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

- přičtení konstanty – posun v čase (na ose „x“)

Inverze



Operace se signály

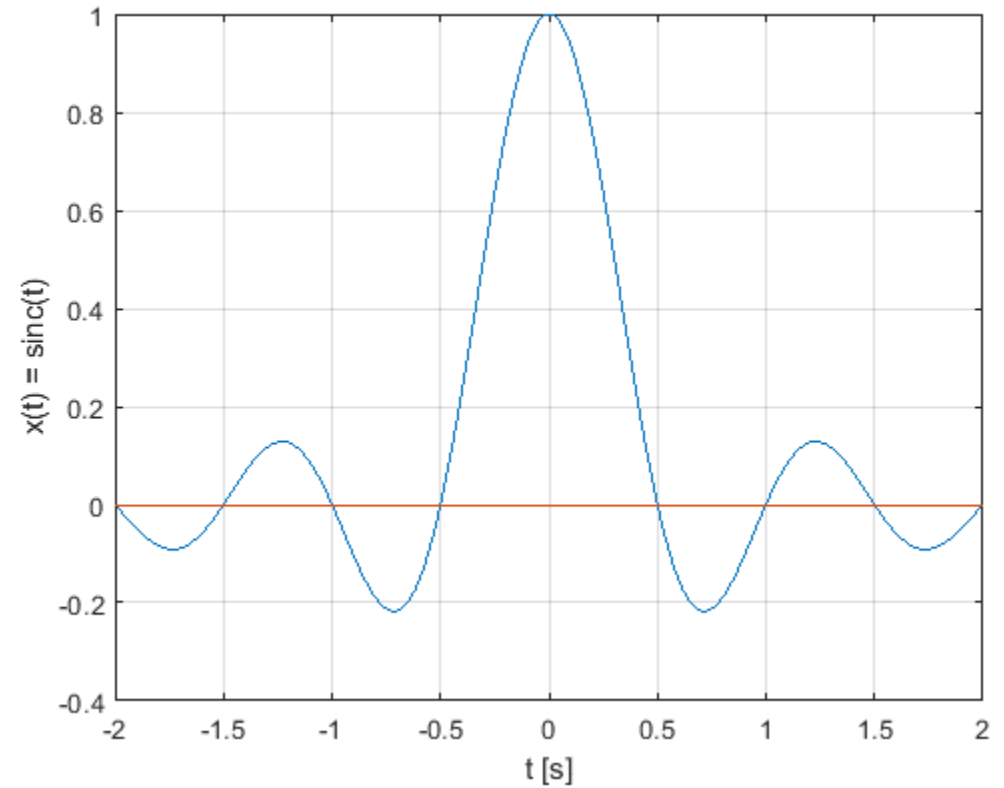
V hodnotách

- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

- přičtení konstanty – posun v čase (na ose „x“)
- násobení konstantou

Inverze



Operace se signály

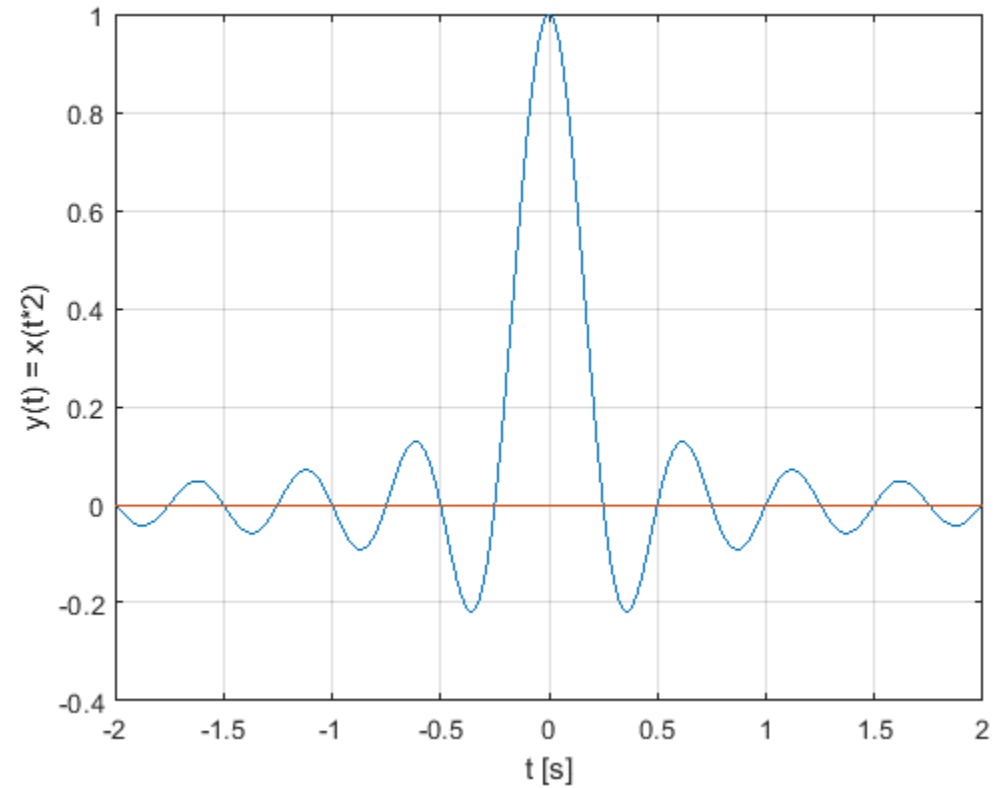
V hodnotách

- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

- přičtení konstanty – posun v čase (na ose „x“)
- násobení konstantou – škálování časové osy

Inverze



Operace se signály

V hodnotách

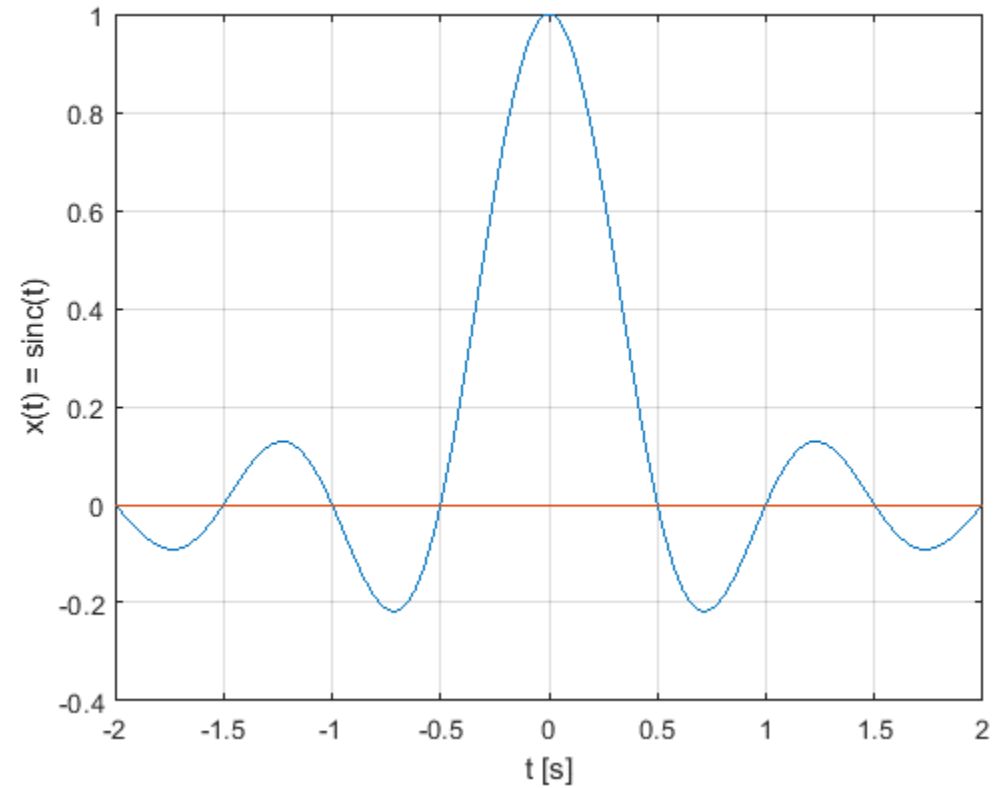
- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

- přičtení konstanty – posun v čase (na ose „x“)
- násobení konstantou – škálování časové osy

Inverze

- násobení záporným číslem



Operace se signály

V hodnotách

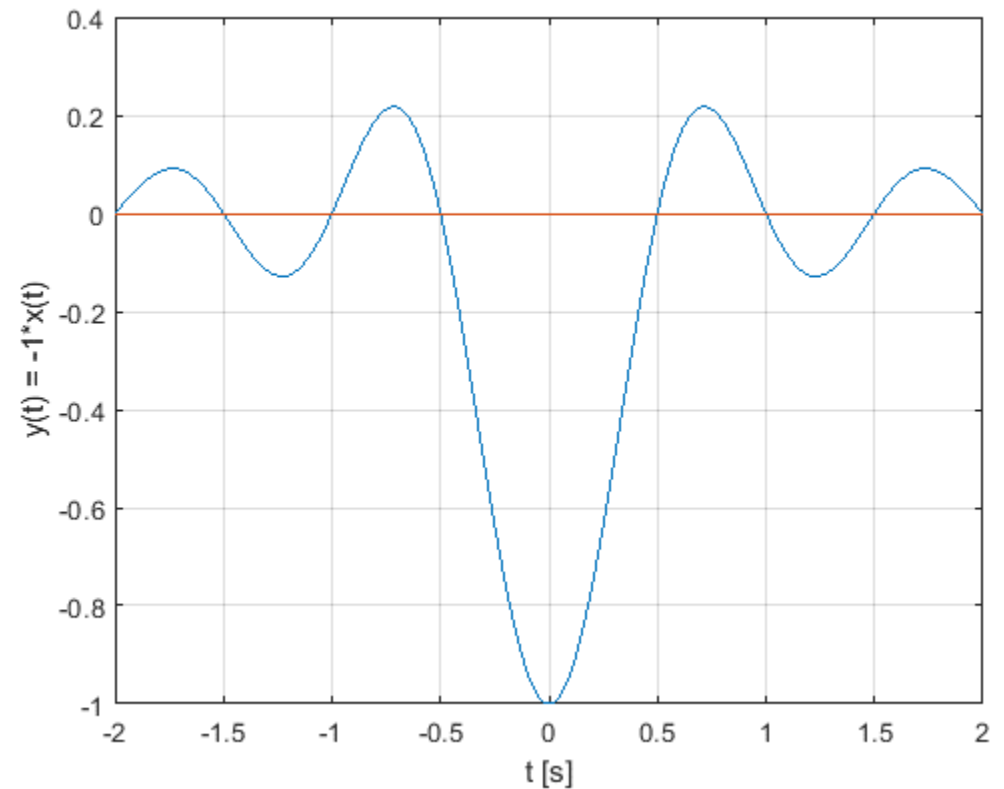
- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

- přičtení konstanty – posun v čase (na ose „x“)
- násobení konstantou – škálování časové osy

Inverze

- násobení záporným číslem – převrácení podle osy „x“



Operace se signály

V hodnotách

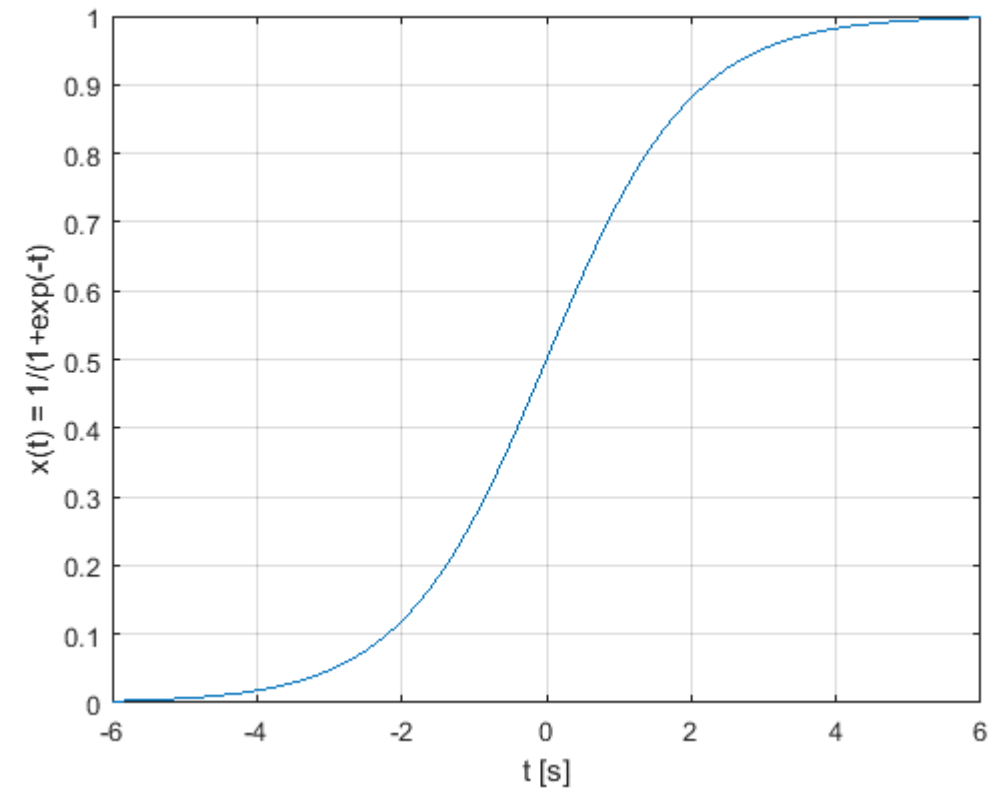
- přičtení konstanty – posun na ose „y“
- násobení konstantou – škálování na ose „y“

V čase

- přičtení konstanty – posun v čase (na ose „x“)
- násobení konstantou – škálování časové osy

Inverze

- násobení času záporným číslem



Operace se signály

V hodnotách

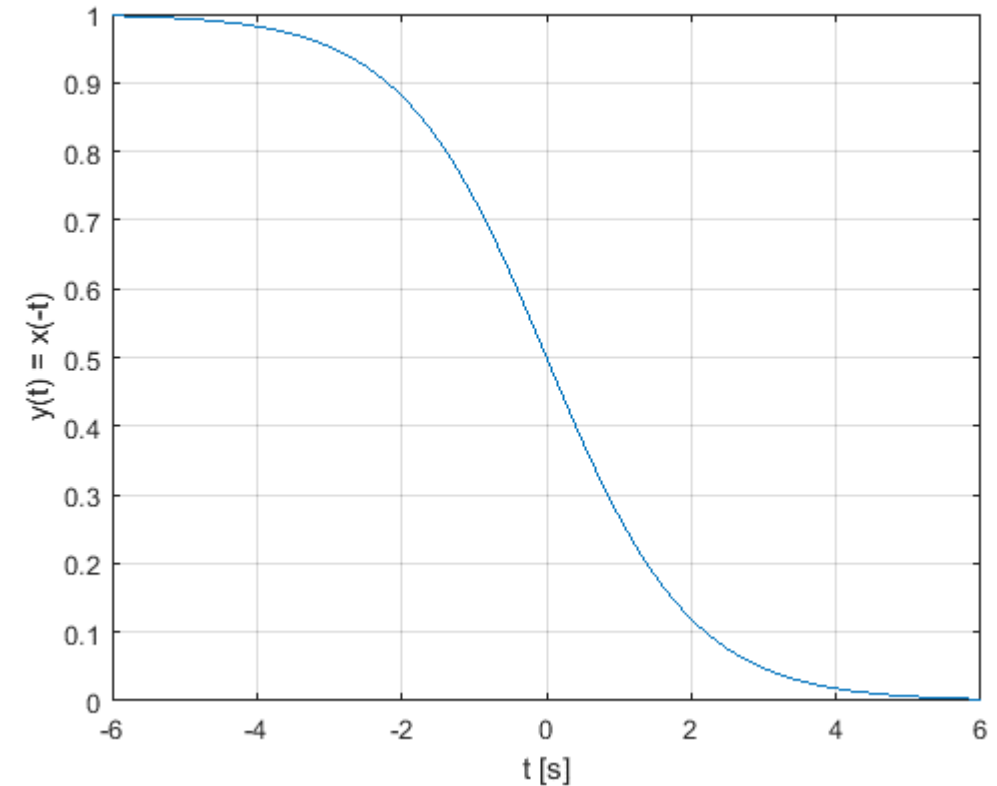
- přičtení konstanty – posun na ose „y”
- násobení konstantou – škálování na ose „y”

V čase

- přičtení konstanty – posun v čase (na ose „x”)
- násobení konstantou – škálování časové osy

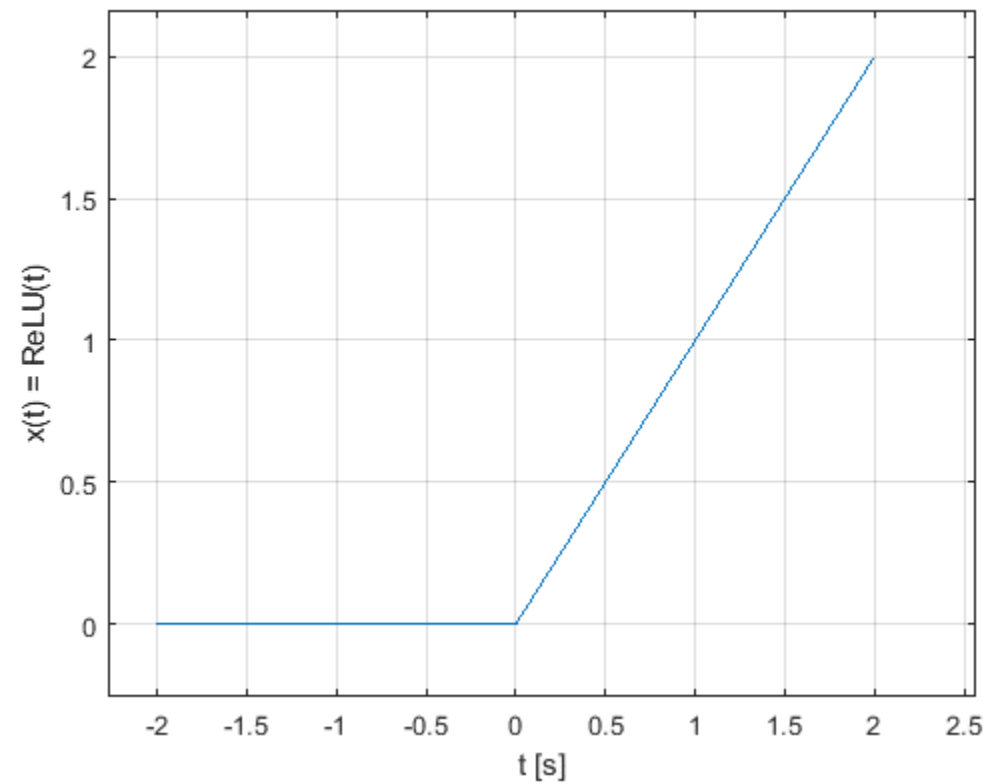
Inverze

- násobení času záporným číslem – převrácení podle osy „y”



Operace se signály – příklad 1

$$x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ t, & t > 0 \end{cases}$$



Operace se signály – příklad 1

$$x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ t, & t > 0 \end{cases}$$

$$y(t) = -x(t+1) + 2$$

$$y(-2) = -x(-1) + 2 = 2$$

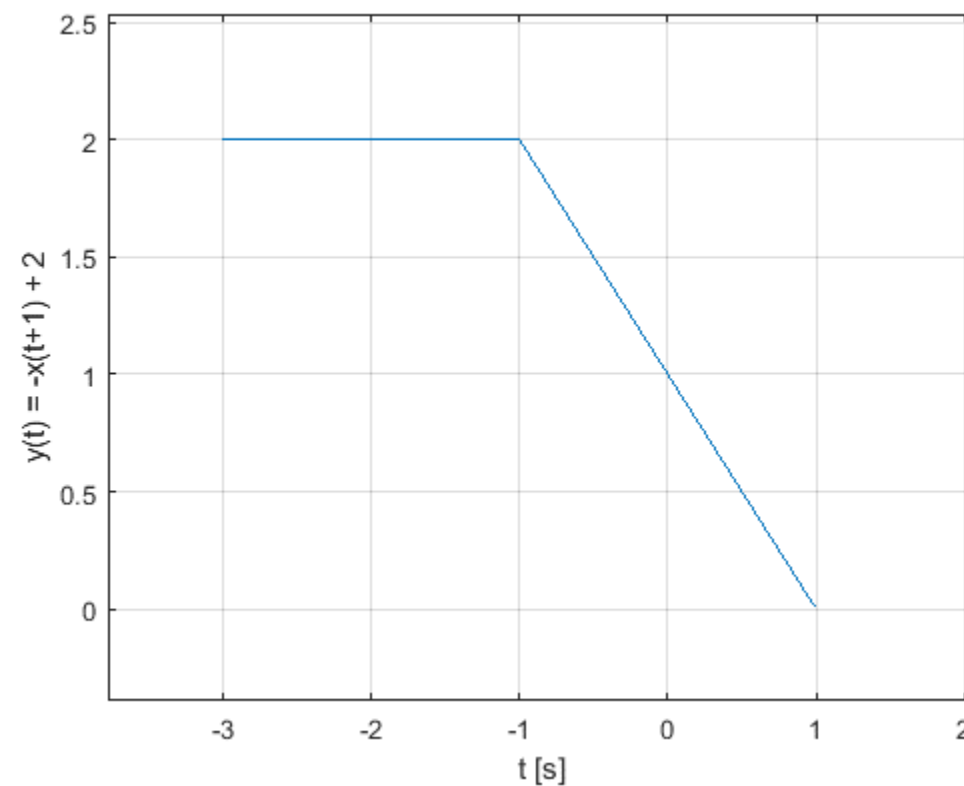
$$y(-1) = -x(0) + 2 = 2$$

$$y(0) = -x(1) + 2 = 1$$

$$y(1) = -x(2) + 2 = 0$$

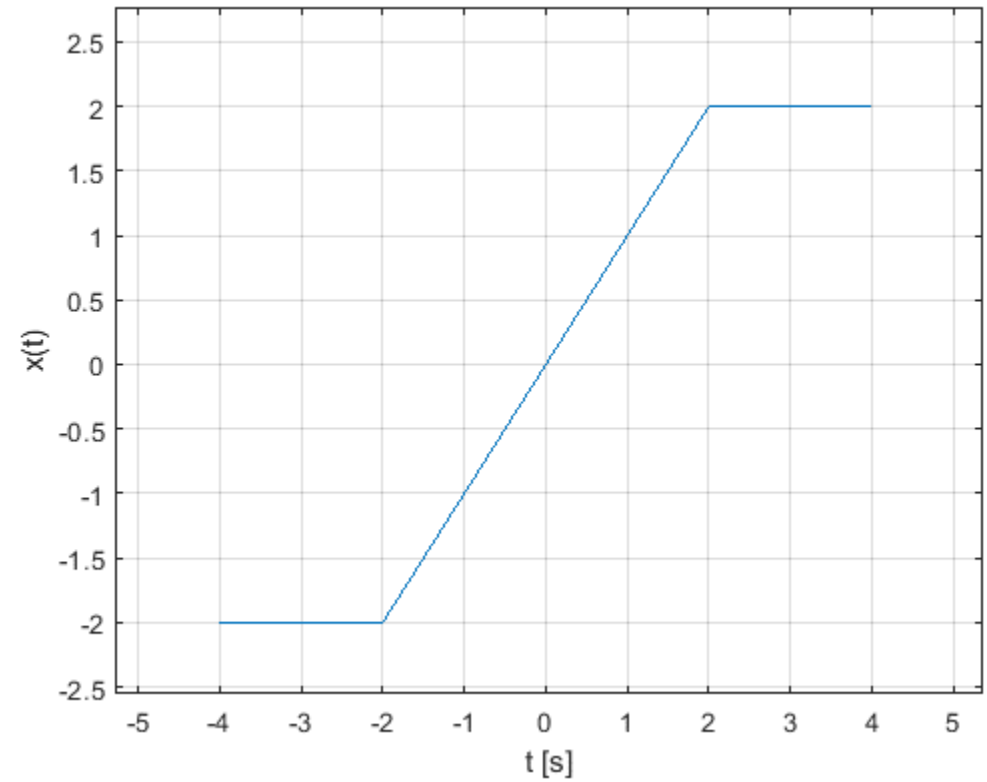
$$y(2) = -1$$

$$y(3) = -2$$



Operace se signály – příklad 2

$$x(t) = \begin{cases} -2, & t \leq -2 \\ t, & -2 < t < 2 \\ 2, & t \geq 2; \end{cases}$$



Operace se signály – příklad 2

$$x(t) = \begin{cases} -2, & t \leq -2 \\ t, & -2 < t < 2 \\ 2, & t \geq 2; \end{cases}$$

$$y(t) = 2 \cdot x(-t) + 1$$

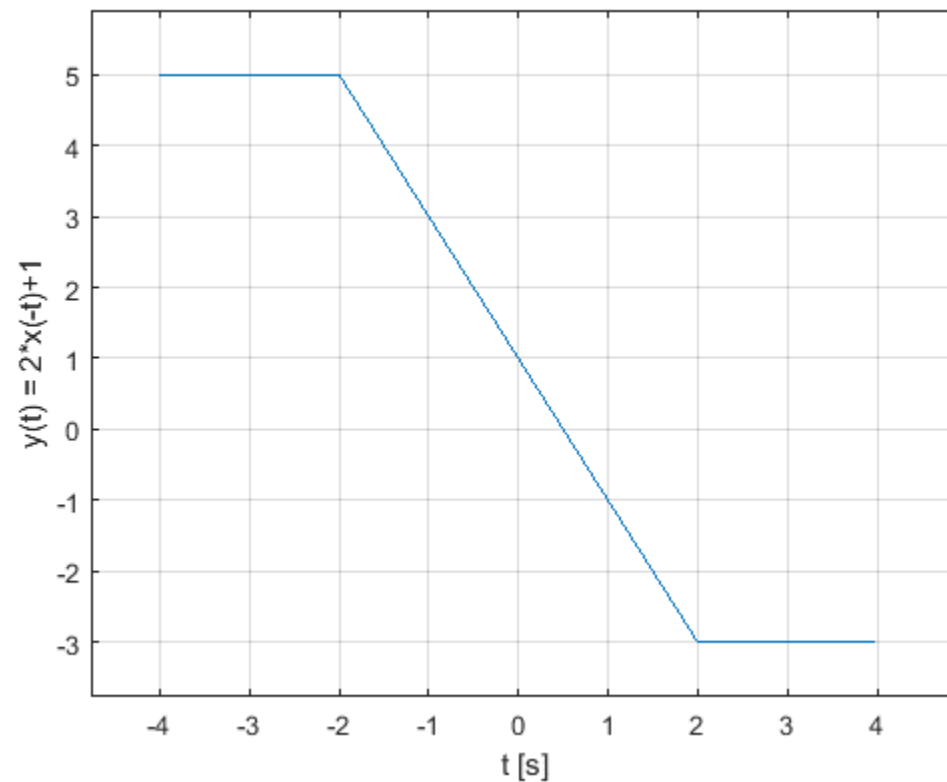
$$y(-2) = 2 \cdot x(2) + 1 = 5$$

$$y(-1) = 2 \cdot x(1) + 1 = 3$$

$$y(0) = 1$$

$$y(1) = -1$$

$$y(2) = -3$$

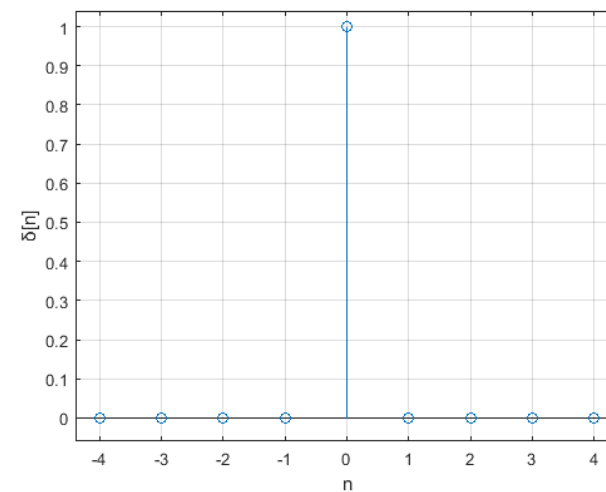


Číslicové signály

Číslicové signály

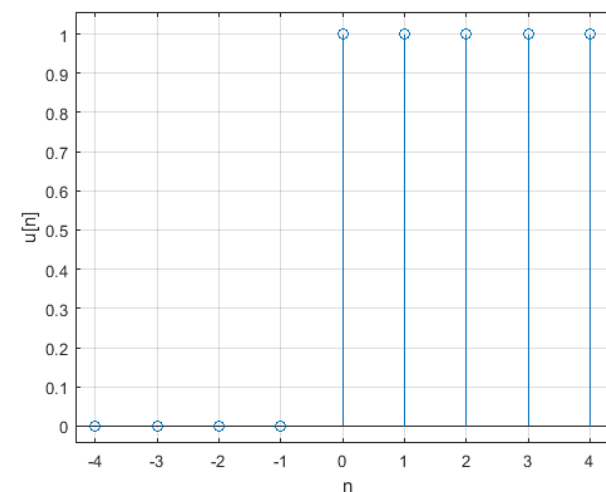
Jednotkový impuls

$$\delta[n] = \begin{cases} 1, n = 0 \\ 0, n \neq 0 \end{cases}$$



Jednotkový skok

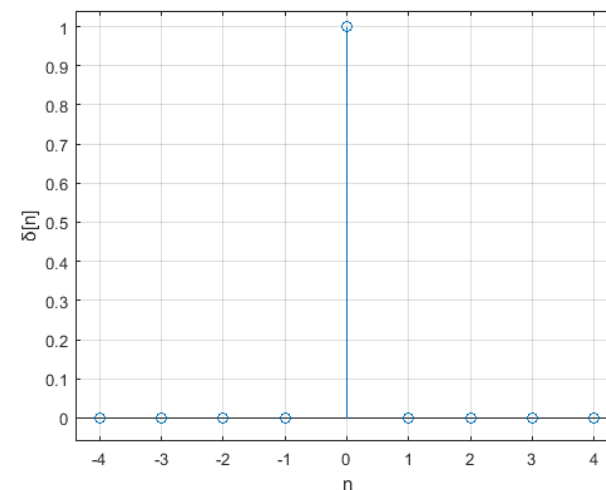
$$u[n] = \begin{cases} 1, n \geq 0 \\ 0, n < 0 \end{cases}$$



Číslicové signály

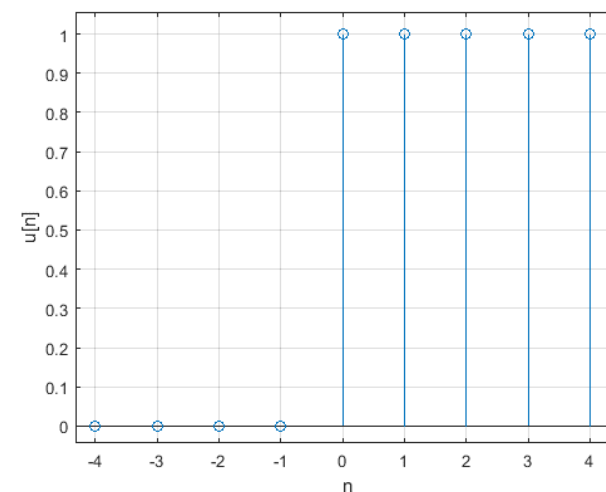
Jednotkový impuls

$$\delta[n] = \begin{cases} 1, n = 0 \\ 0, n \neq 0 \end{cases}$$



Jednotkový skok

$$u[n] = \begin{cases} 1, n \geq 0 \\ 0, n < 0 \end{cases}$$



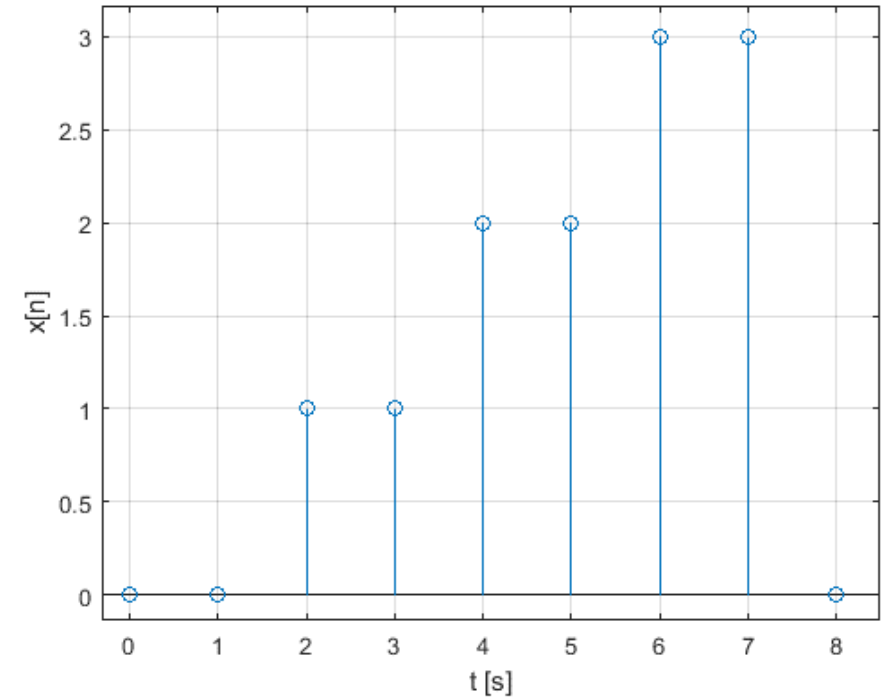
$$\delta[n] = u[n] - u[n-1]$$

$$u[n] = \sum_{i=-\infty}^n \delta[i]$$

Číslicové signály - příklad

Vyjádřit pomocí jednotkových impulsů

$$x[n] = \delta[n - 2] + \delta[n - 3] + 2 \cdot \delta[n - 4] + 2 \cdot \delta[n - 5] + \\ + 3 \cdot \delta[n - 6] + 3 \cdot \delta[n - 7]$$



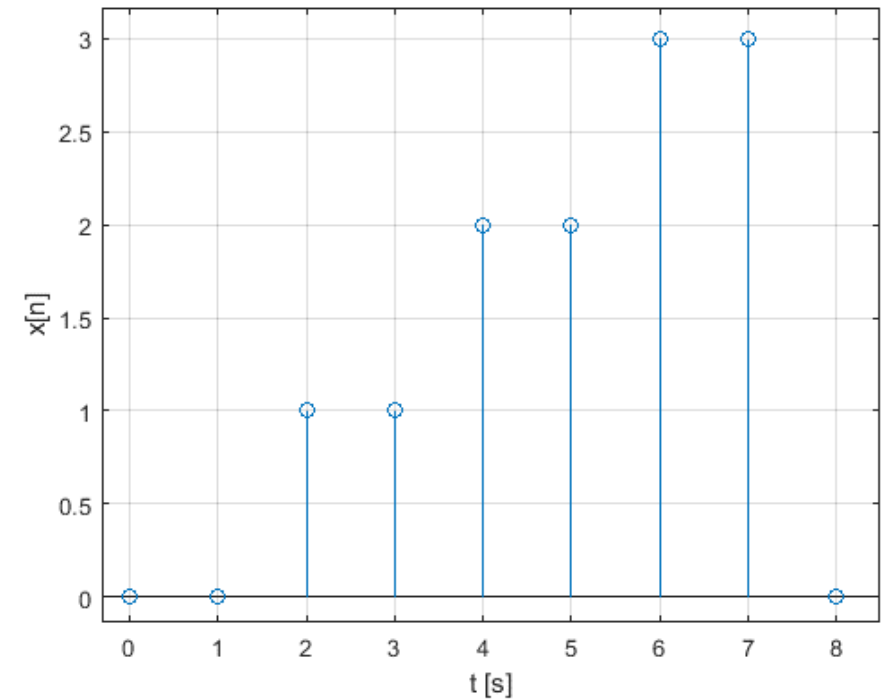
Číslicové signály - příklad

Vyjádřit pomocí jednotkových impulsů

$$x[n] = \delta[n - 2] + \delta[n - 3] + 2 \cdot \delta[n - 4] + 2 \cdot \delta[n - 5] + \\ + 3 \cdot \delta[n - 6] + 3 \cdot \delta[n - 7]$$

Vyjádřit pomocí jednotkových skoků

$$x[n] =$$



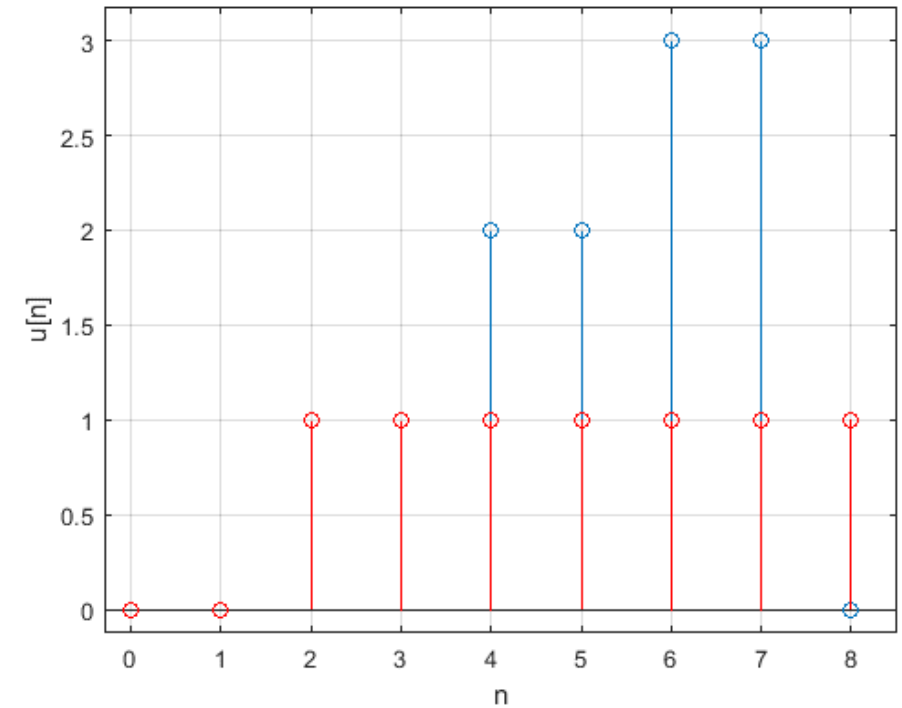
Číslicové signály - příklad

Vyjádřit pomocí jednotkových impulsů

$$x[n] = \delta[n - 2] + \delta[n - 3] + 2 \cdot \delta[n - 4] + 2 \cdot \delta[n - 5] + \\ + 3 \cdot \delta[n - 6] + 3 \cdot \delta[n - 7]$$

Vyjádřit pomocí jednotkových skoků

$$x[n] = u[n - 2] +$$



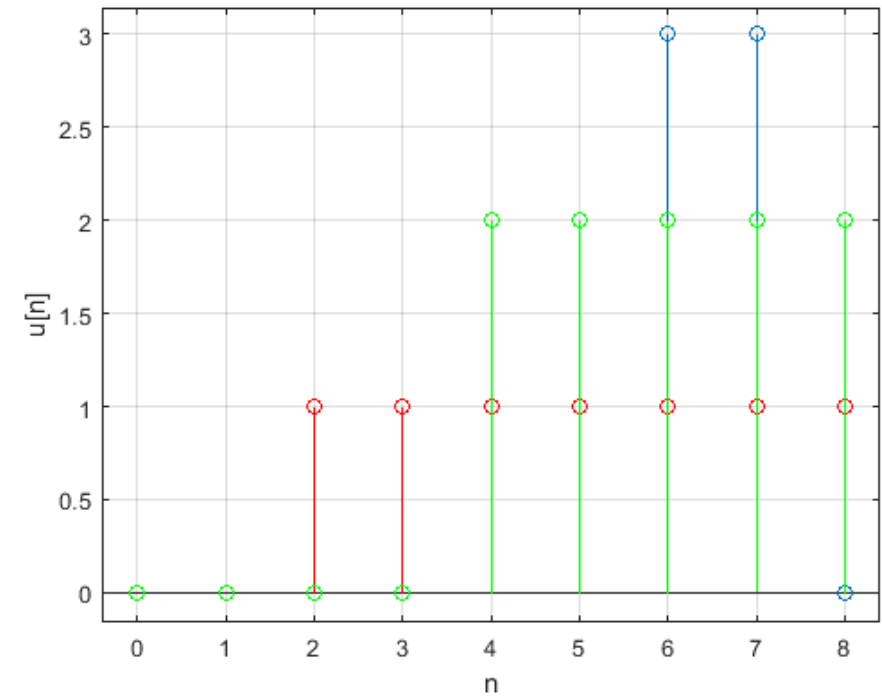
Číslicové signály - příklad

Vyjádřit pomocí jednotkových impulsů

$$x[n] = \delta[n - 2] + \delta[n - 3] + 2 \cdot \delta[n - 4] + 2 \cdot \delta[n - 5] + \\ + 3 \cdot \delta[n - 6] + 3 \cdot \delta[n - 7]$$

Vyjádřit pomocí jednotkových skoků

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



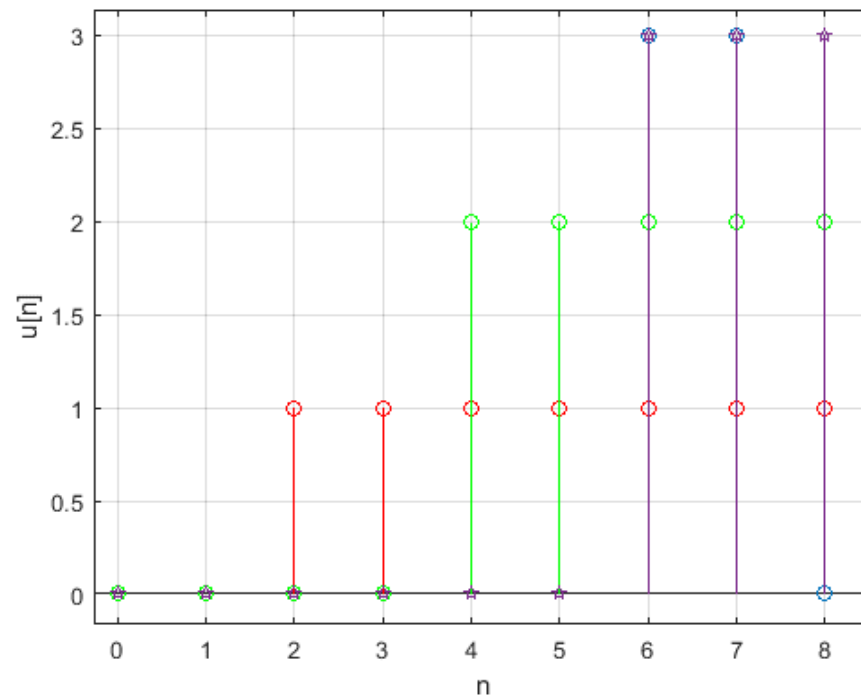
Číslicové signály - příklad

Vyjádřit pomocí jednotkových impulsů

$$x[n] = \delta[n - 2] + \delta[n - 3] + 2 \cdot \delta[n - 4] + 2 \cdot \delta[n - 5] + \\ + 3 \cdot \delta[n - 6] + 3 \cdot \delta[n - 7]$$

Vyjádřit pomocí jednotkových skoků

$$x[n] = u[n - 2] + u[n - 4] + u[n - 6] +$$



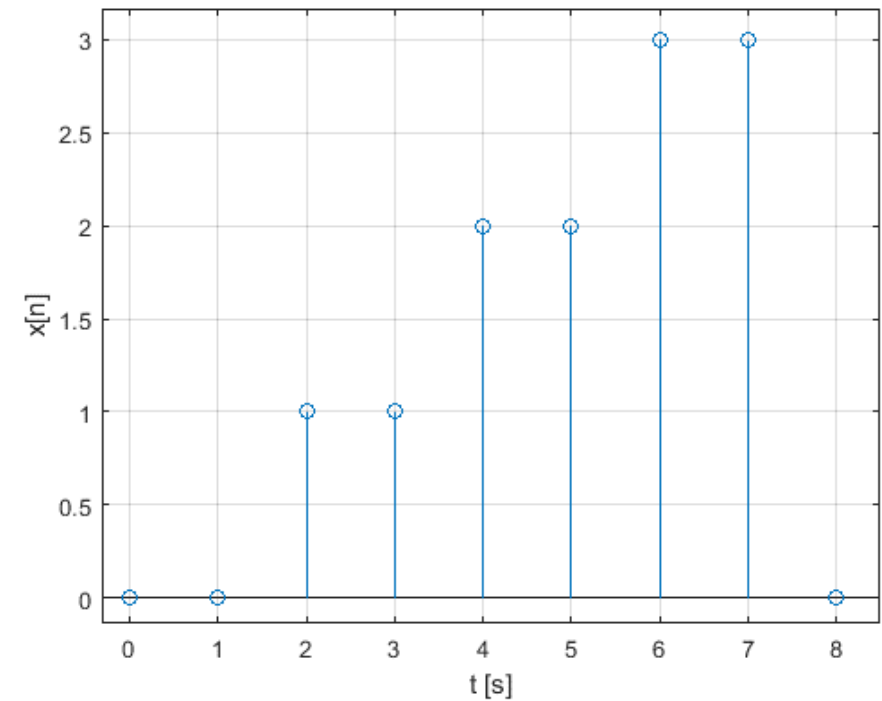
Číslicové signály - příklad

Vyjádřit pomocí jednotkových impulsů

$$x[n] = \delta[n - 2] + \delta[n - 3] + 2 \cdot \delta[n - 4] + 2 \cdot \delta[n - 5] + \\ + 3 \cdot \delta[n - 6] + 3 \cdot \delta[n - 7]$$

Vyjádřit pomocí jednotkových skoků

$$x[n] = u[n - 2] + u[n - 4] + u[n - 6] - 3 \cdot u[n - 8]$$



Derivace/diference

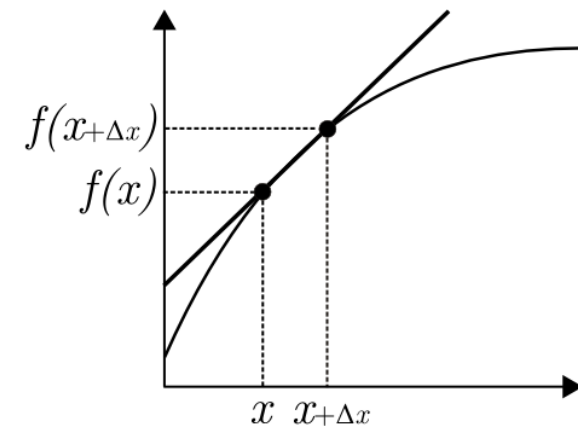
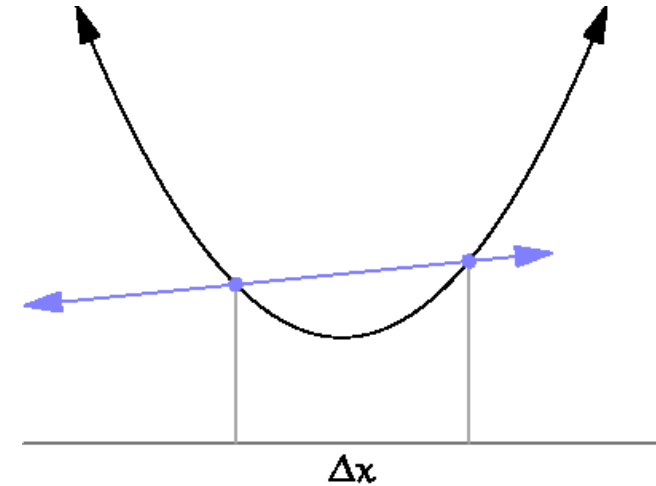
Derivace

$$f'(x) = \lim_{a \rightarrow x} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$$

Diference

$$\Delta f[n] = f[n] - f[n-1] - \text{zpětná}$$

$$\Delta f[n] = f[n+1] - f[n] - \text{dopředná}$$



Diference - příklad

$$\Delta f[n] = f[n] - f[n-1]$$

$$x[n] = [1, 0, 2, 2, 3, 0] = \delta[n] + 2\delta[n-2] + 2\delta[n-3] + 3\delta[n-4]$$

$$x[n-1] = [0, 1, 0, 2, 2, 3] = \delta[n-1] + 2\delta[n-3] + 2\delta[n-4] + 3\delta[n-5]$$

$$\Delta x[n] = x[n] - x[n-1] = [1, -1, 2, 0, 1, -3] = \delta[n] - \delta[n-1] + 2\delta[n-2] + \delta[n-4] - 3\delta[n-5]$$

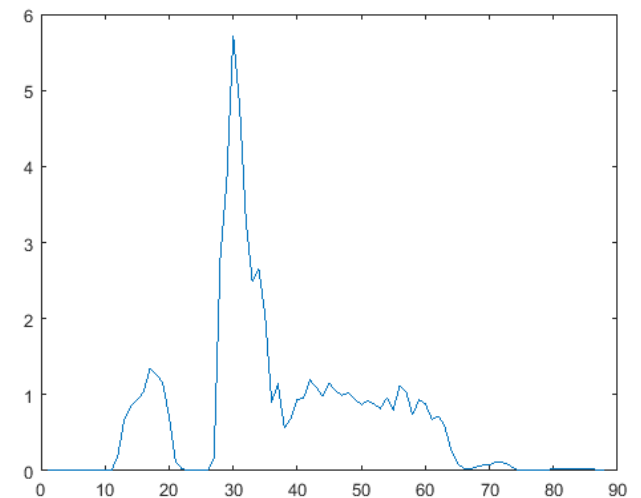
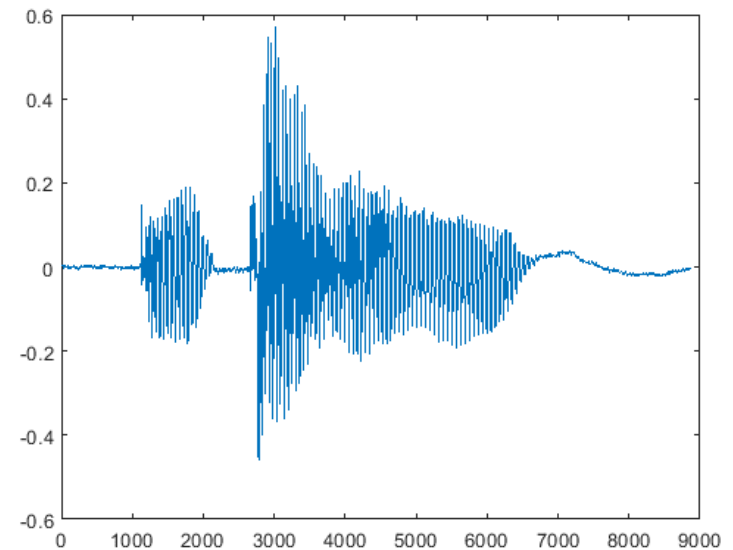
Energie

Energie signálu

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

Krátkodobá energie

- Energie se měří po krátkých úsecích (window)



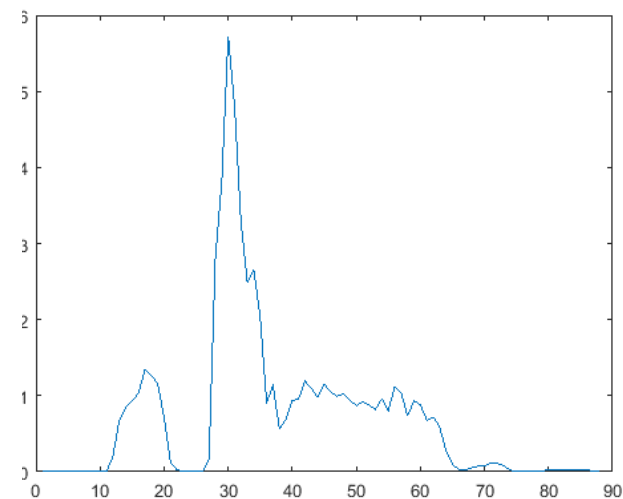
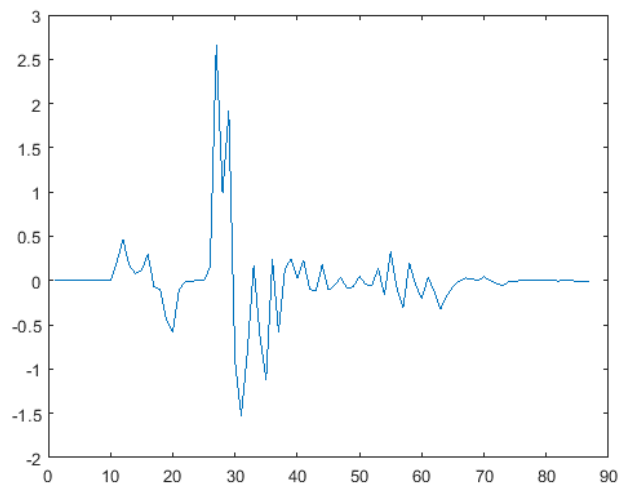
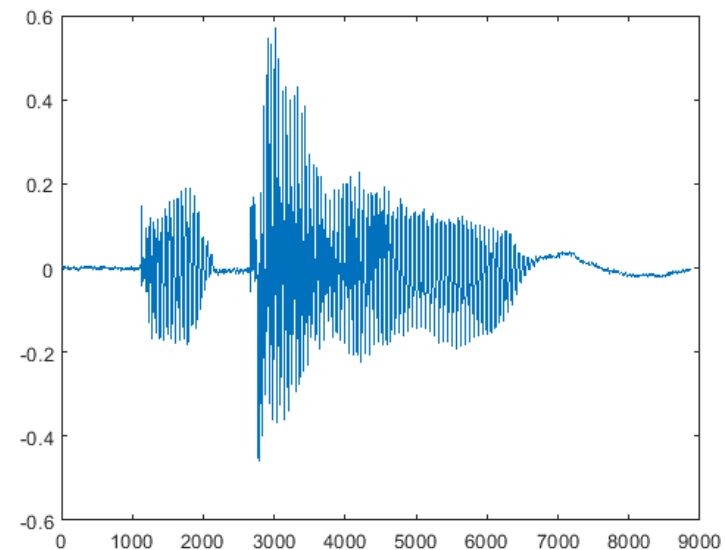
Energie

Energie signálu

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

Krátkodobá energie

- Energie se měří po krátkých úsecích
- Derivace/diference energie



Úloha k odevzdání

Načtěte soubor „cv04_00.wav”.

Spočítejte hodnoty krátkodobé energie s velikostí okénka 100 vzorků.

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

Pro hodnoty energie spočítejte zpětnou diferenci.

Vykreslete původní signál a dále průběh energie a její difference.

$$\Delta f(n) = f[n] - f[n-1]$$

Vyzkoušejte si i ostatní soubory a prohlédněte si průběh jejich energie a difference.

