Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica

PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS

Prof. Claudio Coutinho

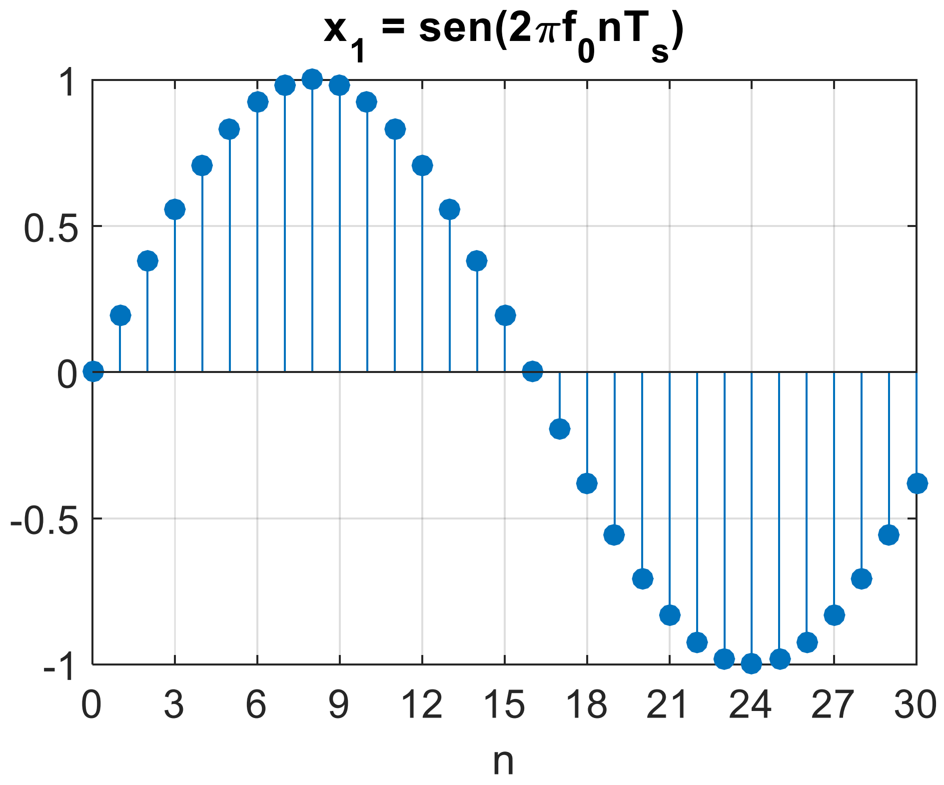
Turma EC
2018

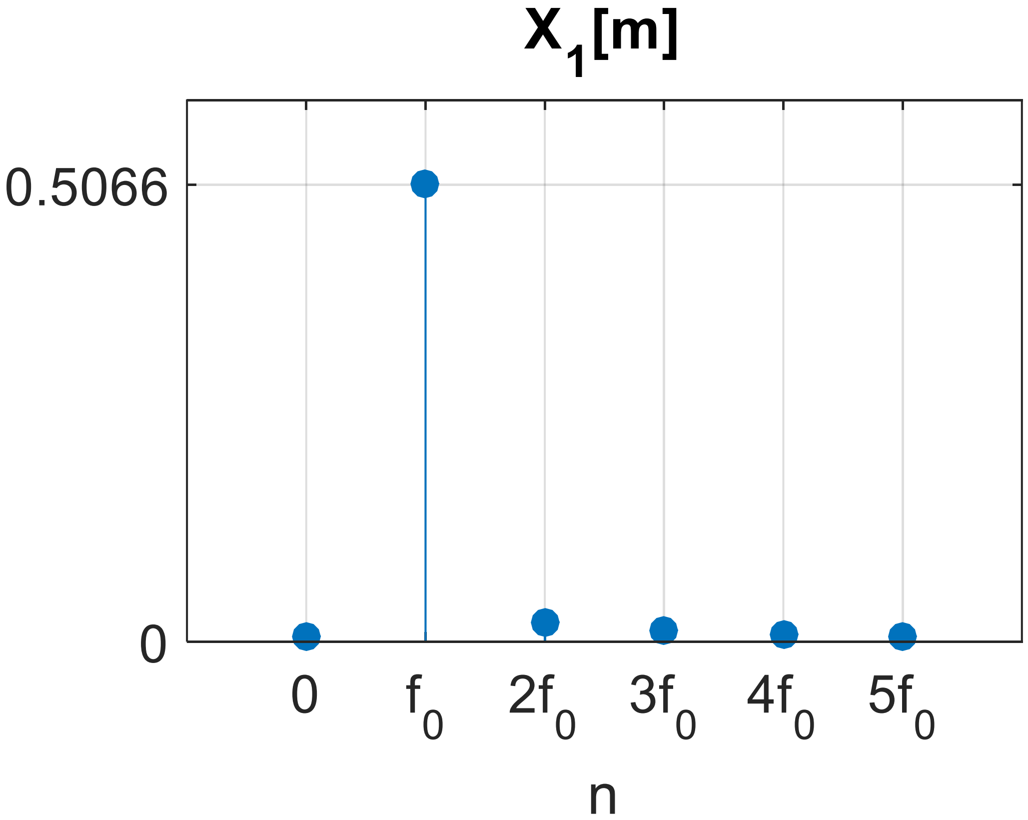
Aula 03

Notações Importantes e Sistemas

Domínio da frequência

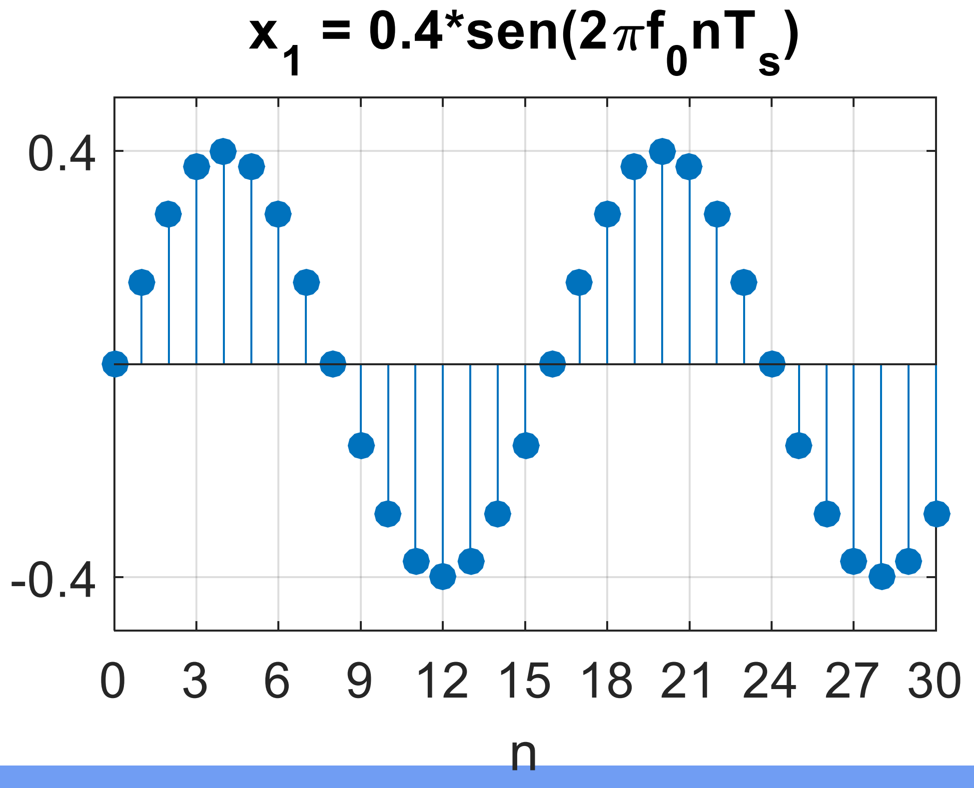
- Suponha que tenhamos um sinal discreto senoidal *com frequência absoluta* $f_0 = 1\ Hz$ e $T_s = {}^{1}/_{32}$.

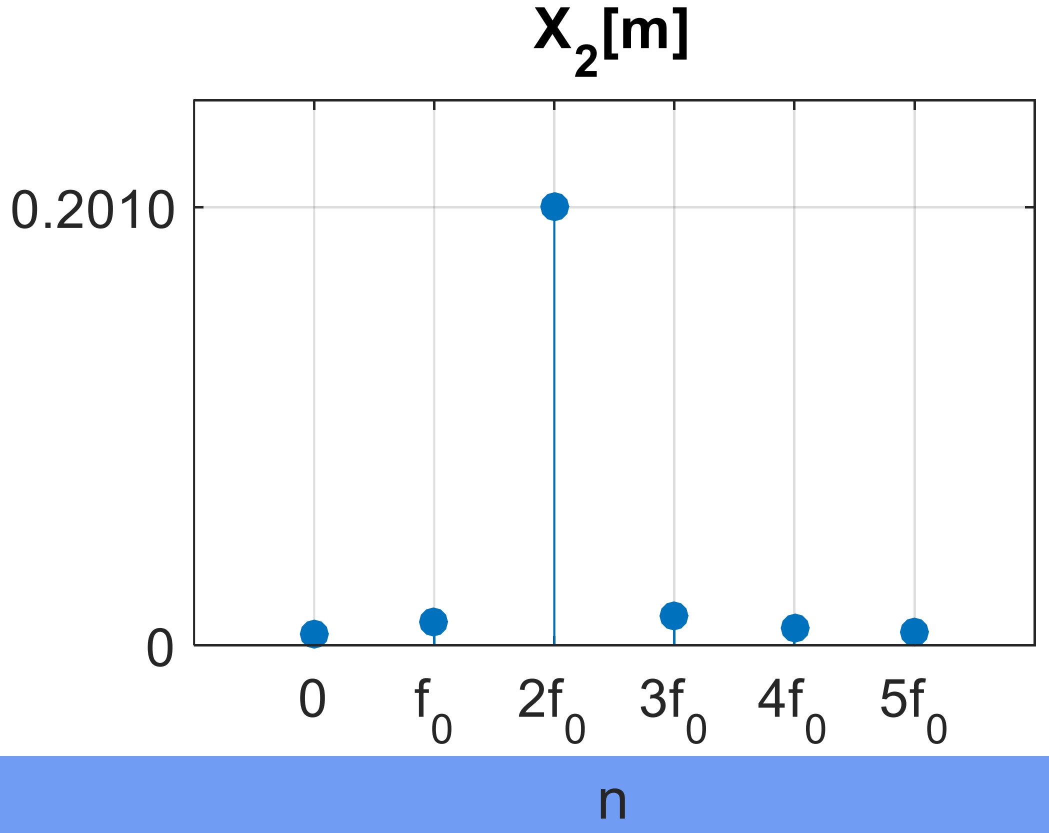




Domínio da frequência

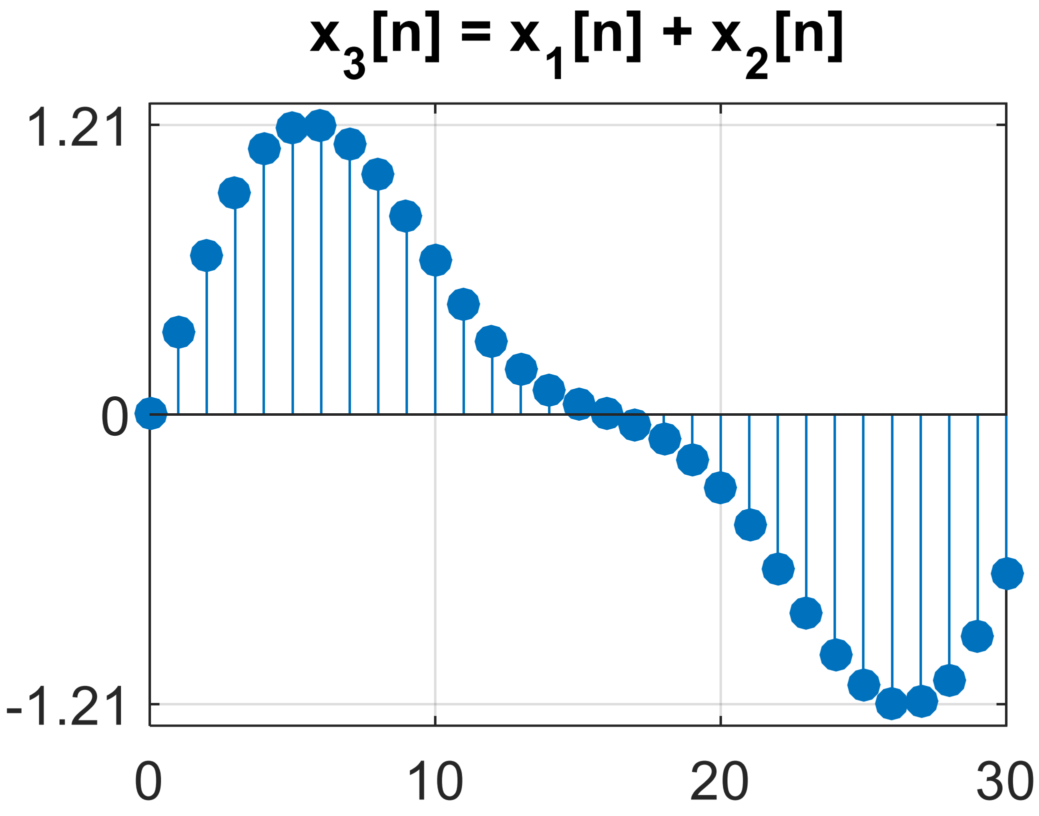
- Agora, temos outro sinal discreto senoidal com amplitude reduzida e o dobro da frequência ($f_{x_2} = 2f_0 = 2\ Hz$)

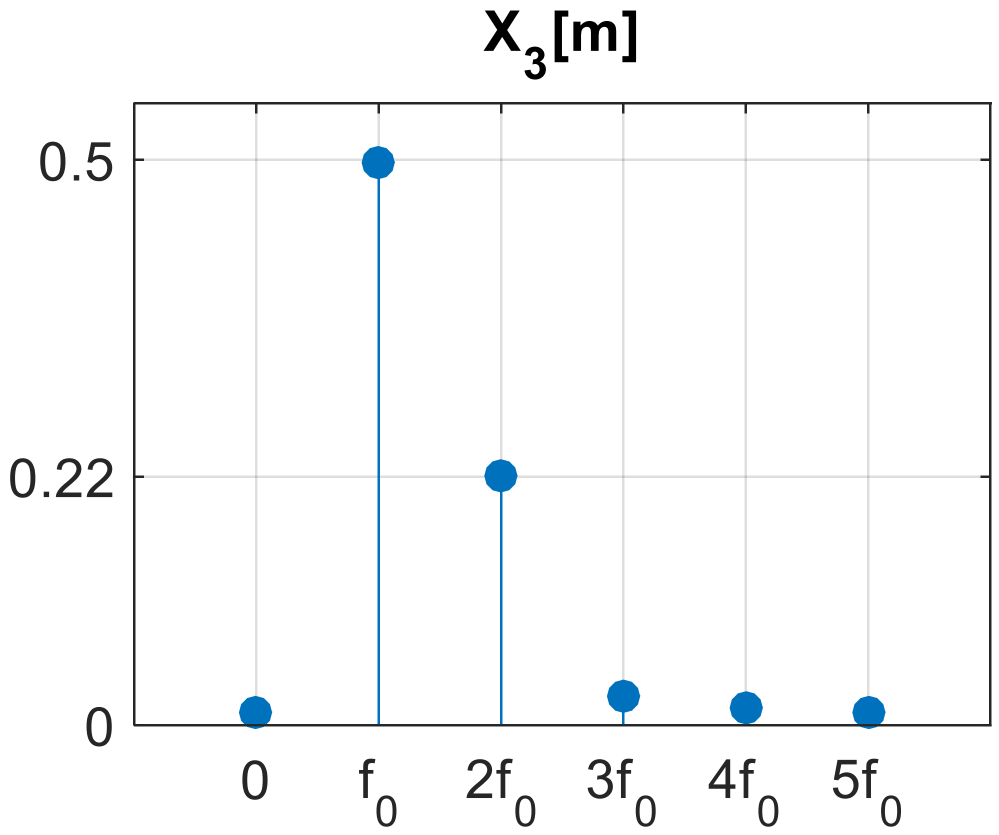




Domínio da frequência

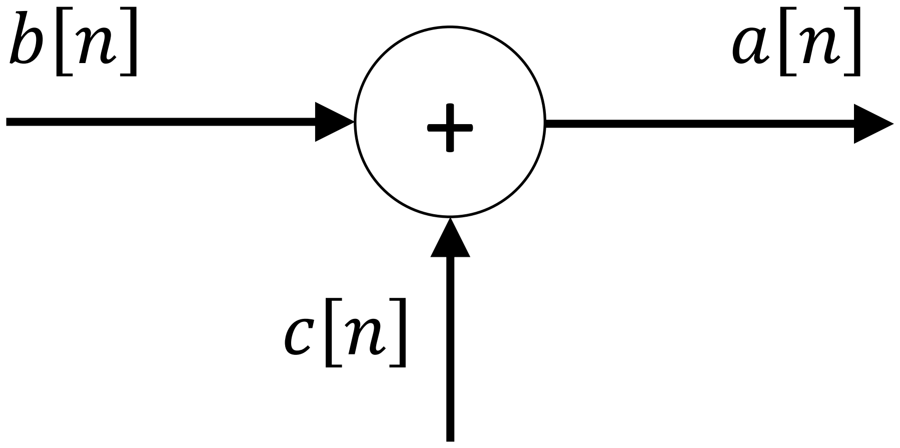
- Se somarmos os dois sinais, obtemos o sinal abaixo





Símbolos operacionais

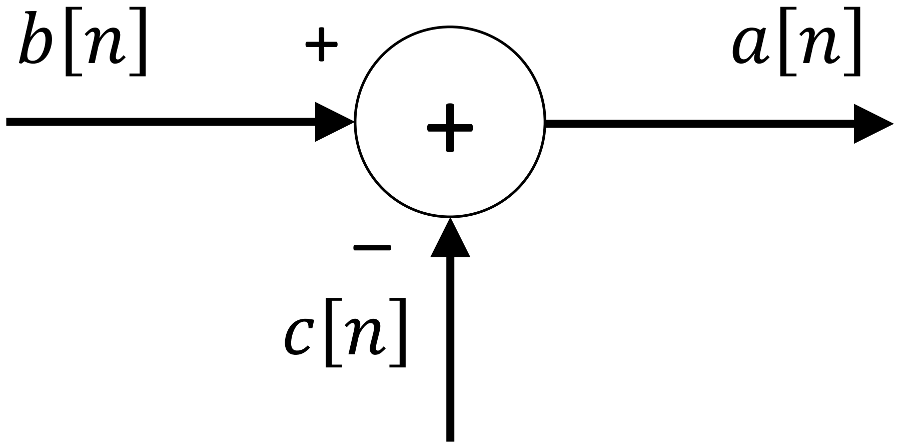
- Em PDS, existem diagramas de blocos que representam graficamente algumas operações sobre sinais.
- Adição



$$a[n] = b[n] + c[n]$$
$$a[0] = b[0] + c[0]$$
$$a[1] = b[1] + c[1]$$
$$\vdots$$

Símbolos operacionais

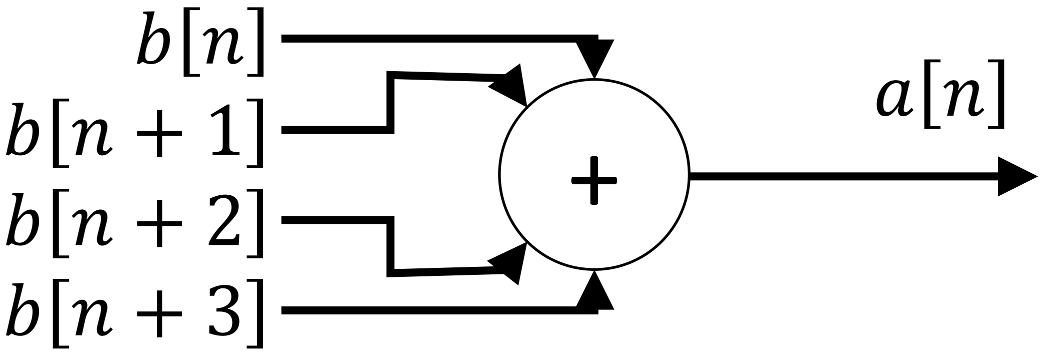
- Subtração



$$a[n] = b[n] - c[n]$$
$$a[0] = b[0] - c[0]$$
$$a[1] = b[1] - c[1]$$
$$\vdots$$

Símbolos operacionais

- Soma

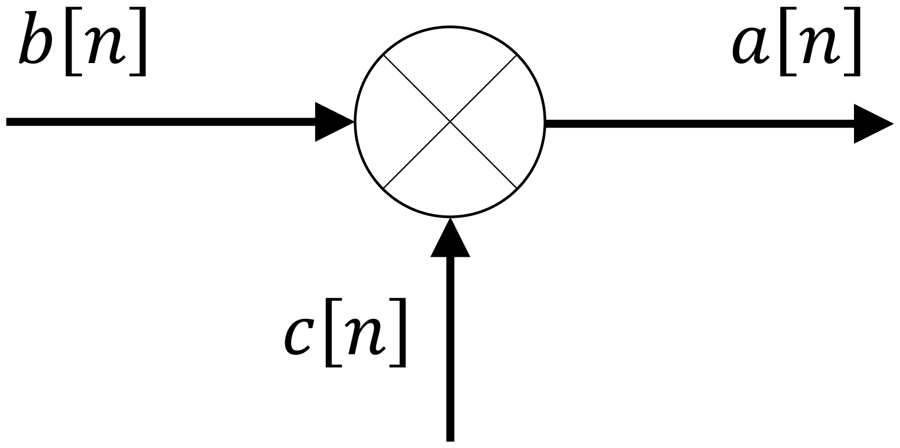


$$a[n] = \sum_{k=n}^{n+3} b[k]$$

$$a[n] = b[n] + b[n+1] + \mathrm{b}[n+2] + b[n+3]$$

Símbolos operacionais

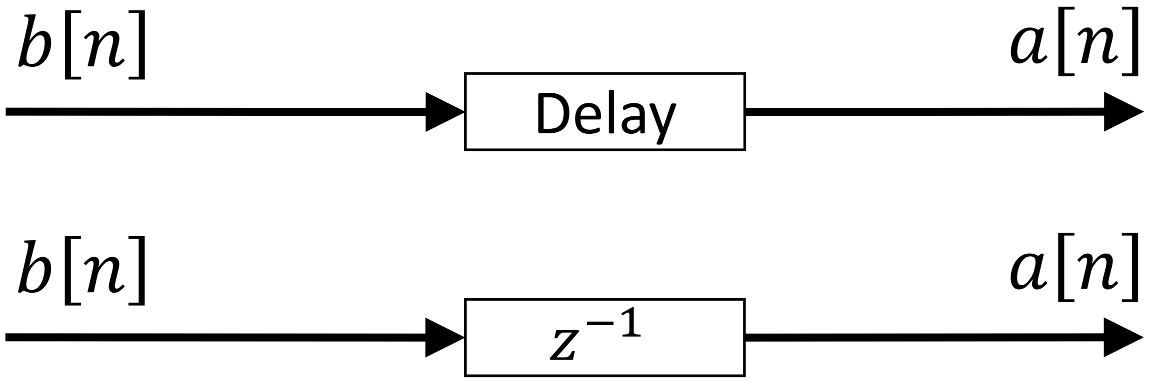
- Multiplicação



$$a[n] = b[n] \cdot c[n]$$
$$a[0] = b[0] \cdot c[0]$$
$$a[1] = b[1] \cdot c[1]$$
$$\vdots$$

Símbolos operacionais

- Atraso unitário

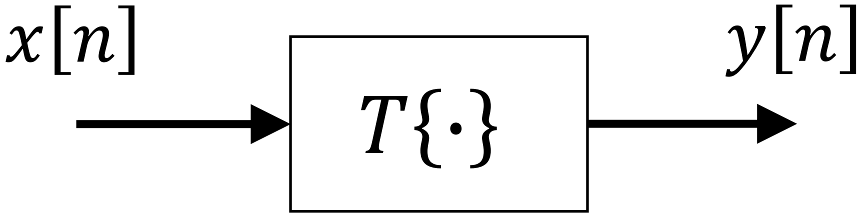


$$a[n] = b[n-1]$$

Sistemas em tempo discreto

- Um sistema em tempo discreto é definido matematicamente como uma transformação ou operador que mapeia uma sequência de entrada com valores $x[n]$ em uma sequência de saída com valores $y[n]$.

$$y[n] = T\{x[n]\}$$



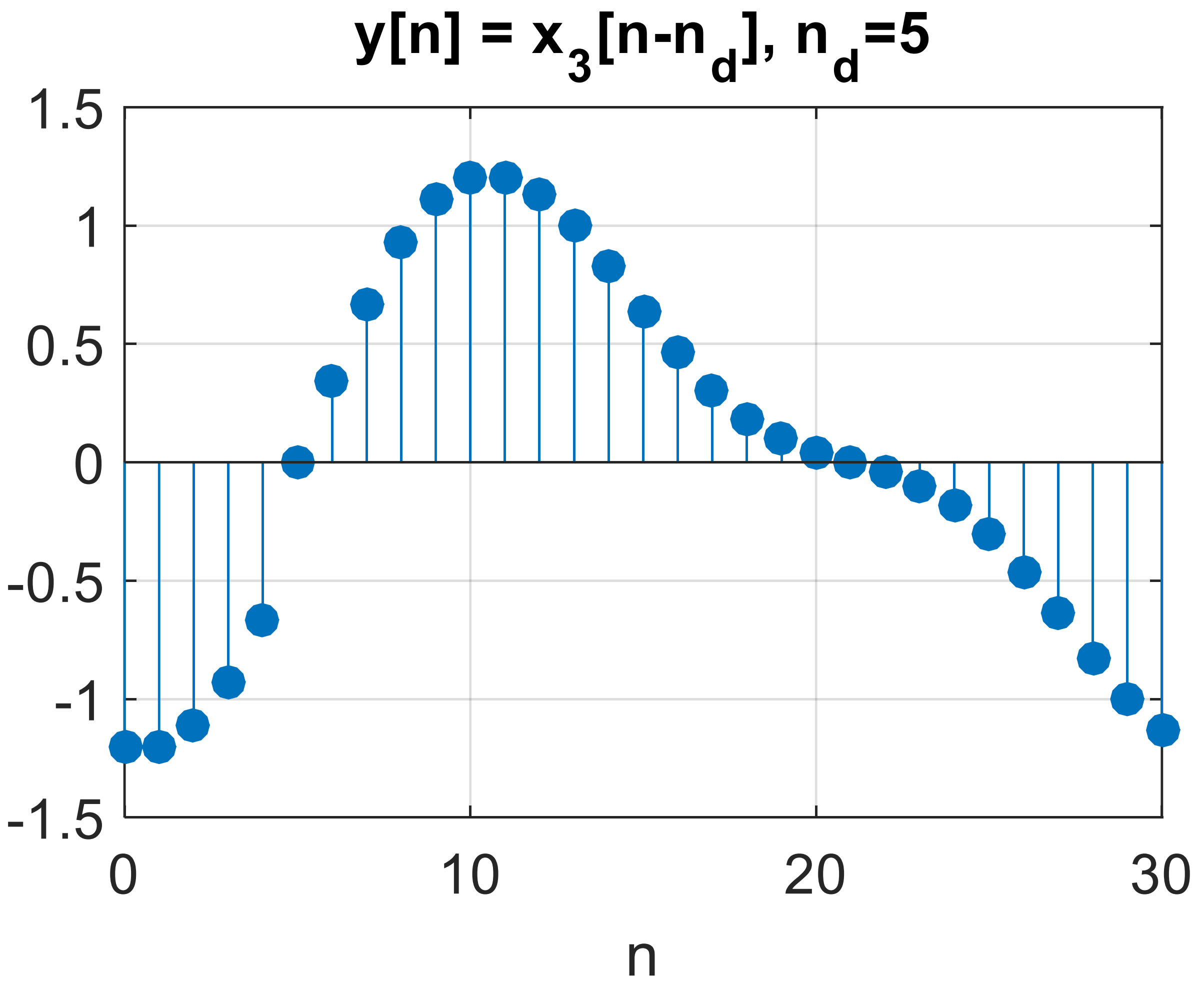
Sistemas em tempo discreto - Exemplo

- Um exemplo de sistema é o *sistema de atraso ideal*.

$$y[n] = x[n - n_d], \qquad -\infty < n < \infty$$

- n_d representa o atraso do sistema, ou seja, o sistema desloca a sequência de entrada para a direita n_d amostras.
- Se n_d fosse negativo, então o sistema deslocaria a entrada para a esquerda $|n_d|$ amostras.

Sistemas em tempo discreto - Exemplo



Sistemas lineares

- Sistemas lineares compõem uma classe especial de sistemas onde a saída é a ***superposição*** (ou soma) de saídas individuais caso entradas individuais tivessem sido aplicadas ao sistema.
- A grande maioria dos sistemas é de sistemas lineares (e invariantes no tempo)

$$x_1[n] \longrightarrow y_1[n]$$

$$x_2[n] \longrightarrow y_2[n]$$

$$x_1[n] + x_2[n] \longrightarrow y_1[n] + y_2[n]$$

Sistemas lineares

- Ainda há a necessidade de satisfazer a propriedade da *homogeneidade*, ou seja, caso haja o produto de uma constante na entrada, esse escalamento deve, também, ser observado na saída

$$c_1 x_1[n] \longrightarrow c_1 y_1[n]$$

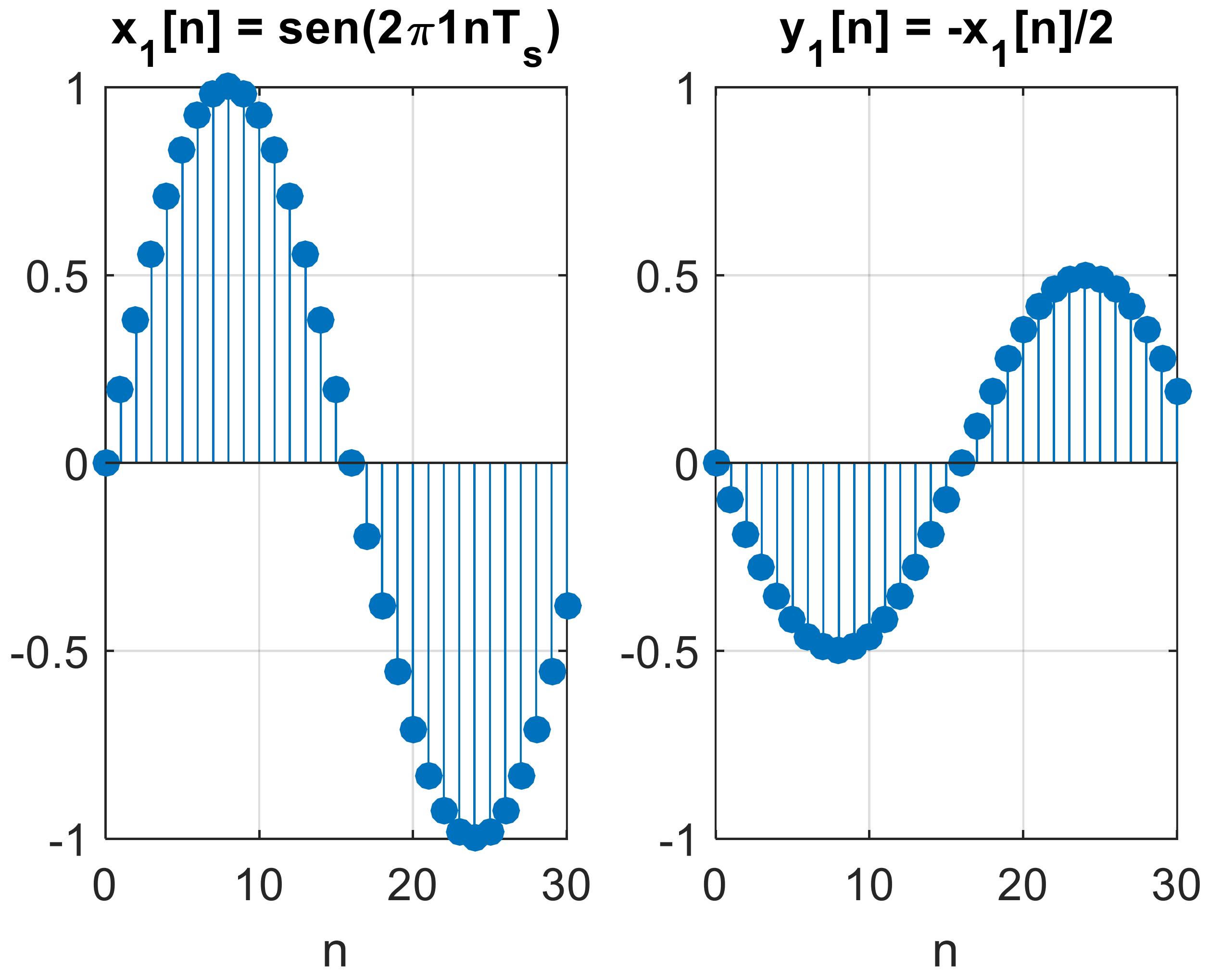
$$c_2 x_2[n] \longrightarrow c_2 y_2[n]$$

$$c_1 x_1[n] + c_2 x_2[n] \longrightarrow c_1 y_1[n] + c_2 y_2[n]$$

Sistemas lineares - Exemplo

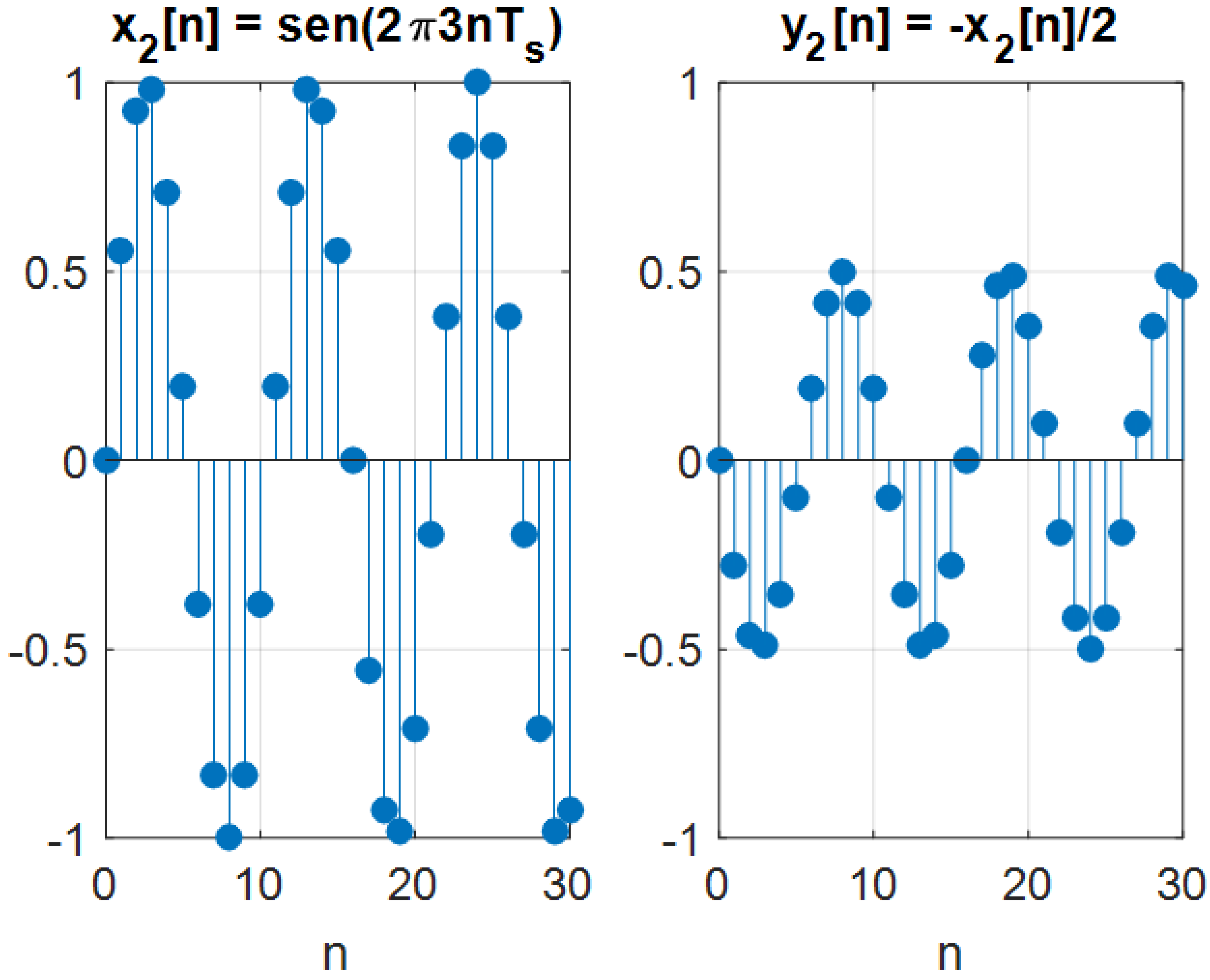
- Imagine o seguinte sistema:

$$y[n] = \frac{-x[n]}{2}$$



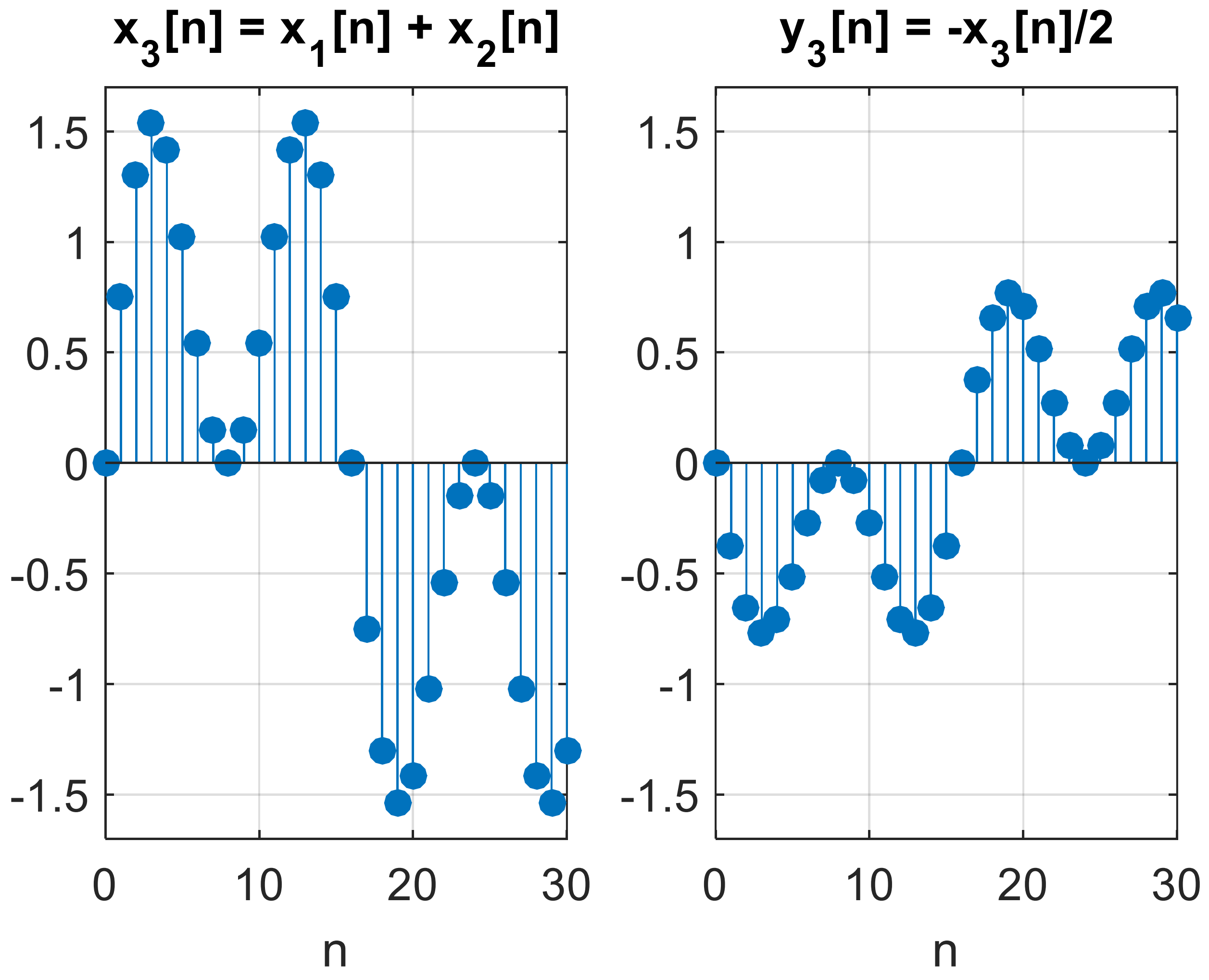
Sistemas lineares - Exemplo

$$y[n] = \frac{-x[n]}{2}$$



Sistemas lineares - Exemplo

$$y[n] = \frac{-x[n]}{2}$$



Sistemas lineares - Exemplo

- Prova:

$$x_1[n] = sen(2\pi n T_s)$$
$$x_2[n] = sen(2\pi 3 n T_s)$$

$$x[n] = x_1[n] + x_2[n]$$

$$y[n] = -{}^{x[n]}/_{2} = -{}^{(x_1[n] + x_2[n])}/_{2} = \overbrace{-{}^{x_1[n]}/_{2}}^{y_1[n]}\overbrace{-{}^{x_2[n]}/_{2}}^{y_2[n]}$$

$$= y_1[n] + y_2[n]$$