UNIFESSPA | Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica

PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS

Prof. Claudio Coutinho

Turma EC
2018

Aula 01

Revisão de conceitos de sinais em tempo discreto

Formalização

- Sinais em tempo discreto são ***sequências*** de números, onde o *n-ésimo termo é denotado por* $x[n]$
- Quando esses números (***amostras***) são obtidos a partir de um sinal contínuo $x_a(t)$, $x[n]$ é definido como:

$$x[n] = x_a(nT)$$

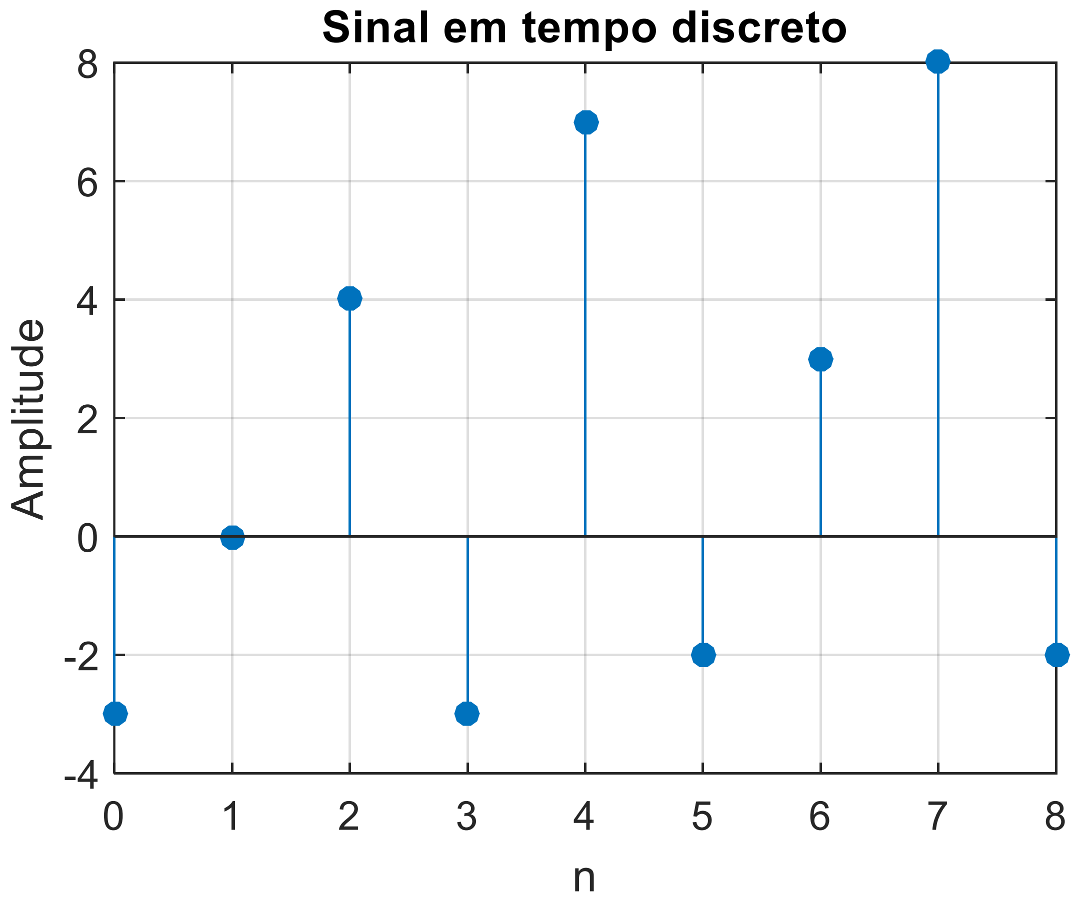
Onde T é o ***período de amostragem***.

Formalização - Exemplo

Para $T = 0,5$:

- $x[-2] = x_a(-2 \cdot 0,5) = x_a(-1)$
- $x[-1] = x_a(-1 \cdot 0,5) = x_a(-0,5)$
- $x[0] = x_a(0 \cdot 0,5) = x_a(0)$
- $x[1] = x_a(1 \cdot 0,5) = x_a(0,5)$

Sinal em tempo discreto

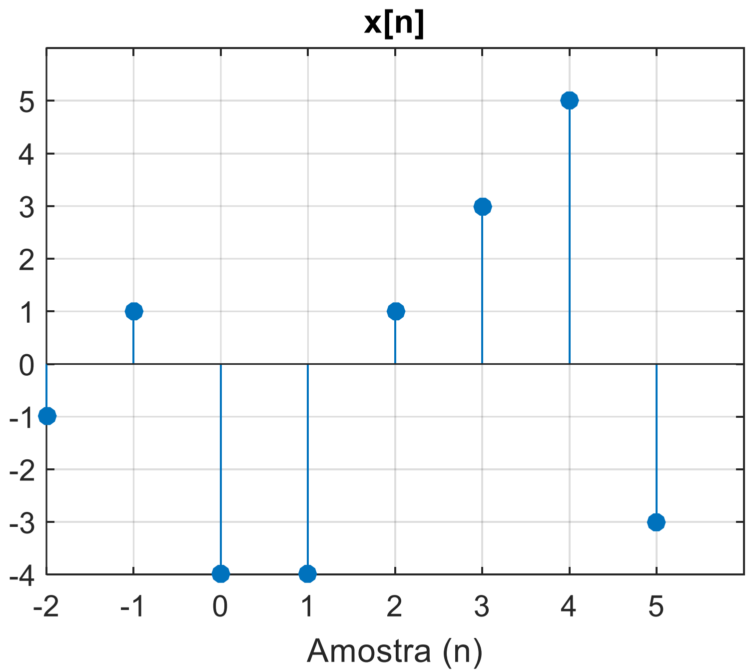


$$x[n] = \{-3, 0, 4, -3, 7, -2, 3, 8, -2\}$$

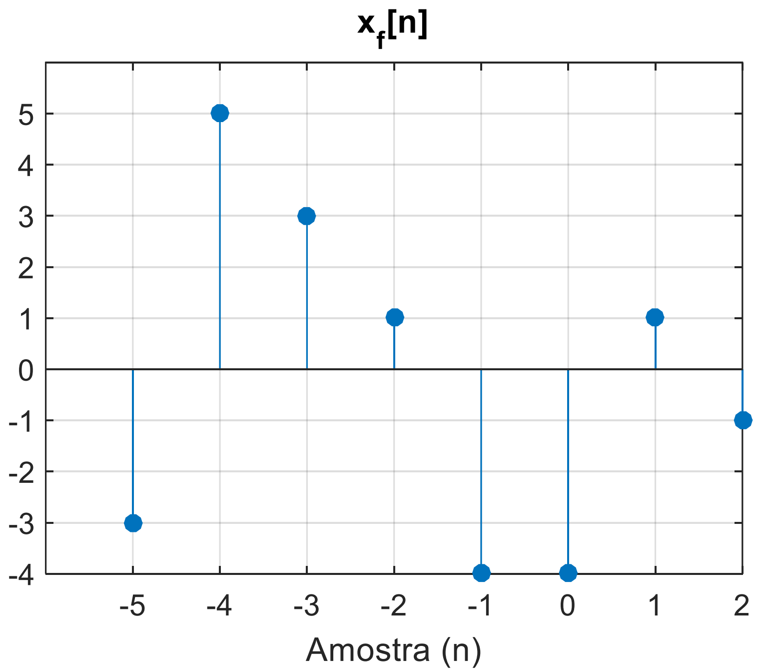
A ***abcissa***, apesar de parecer contínua, contém valores de instantes ***discretos***

Operações básicas - Reflexão

- Considere um sinal $x[n]$

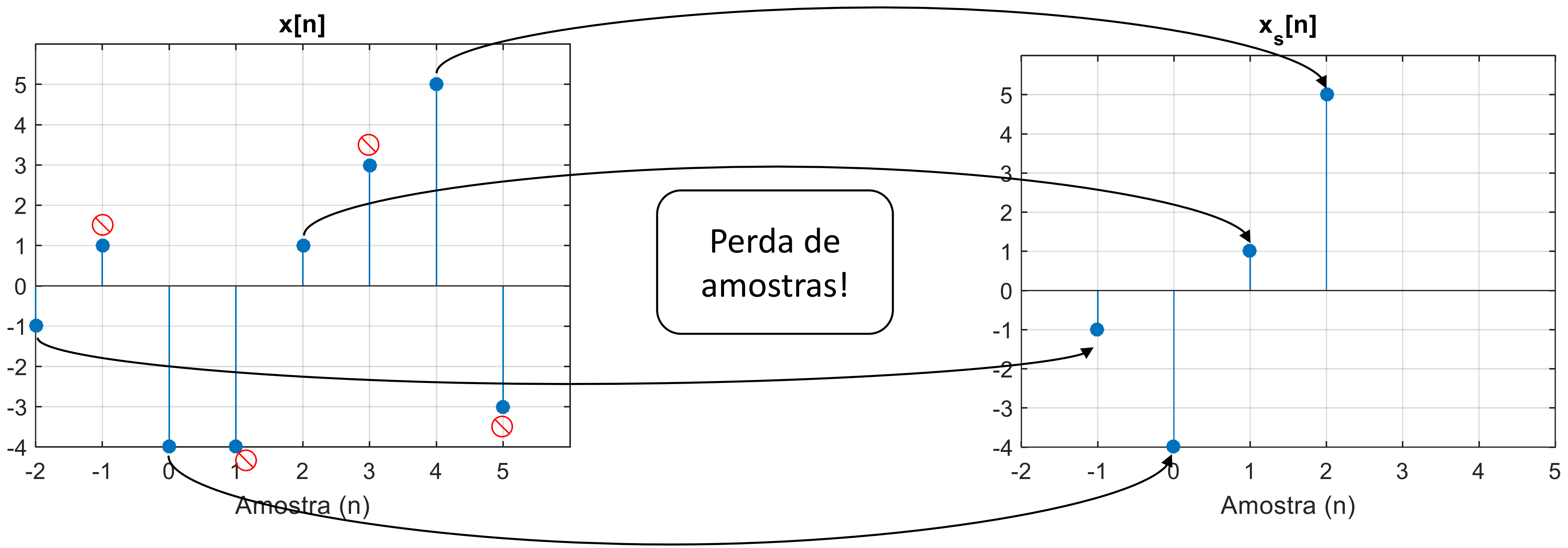


- Agora considere um sinal $x_f[n] = x[-n]$



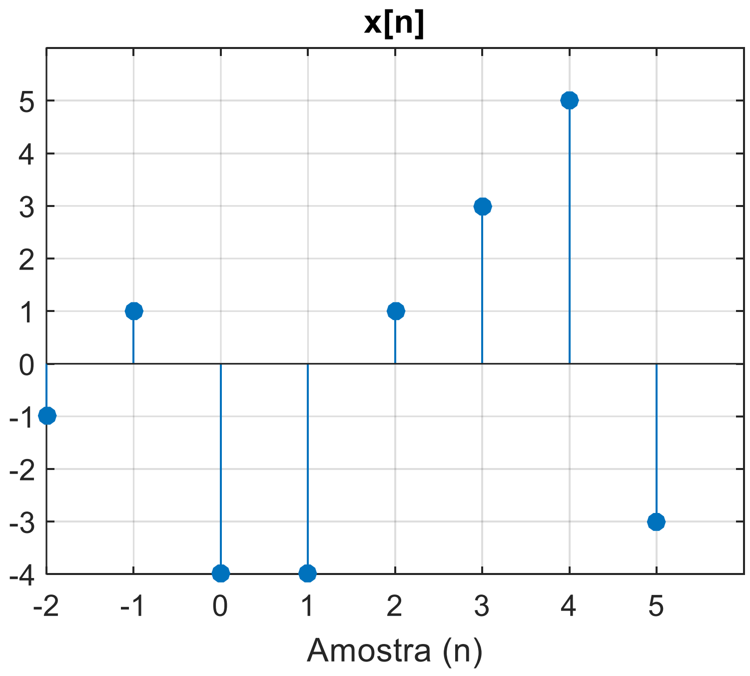
Operações básicas - Escalamento

- Considere um sinal $x[n]$
- Agora considere um sinal $x_s[n] = x[2n]$

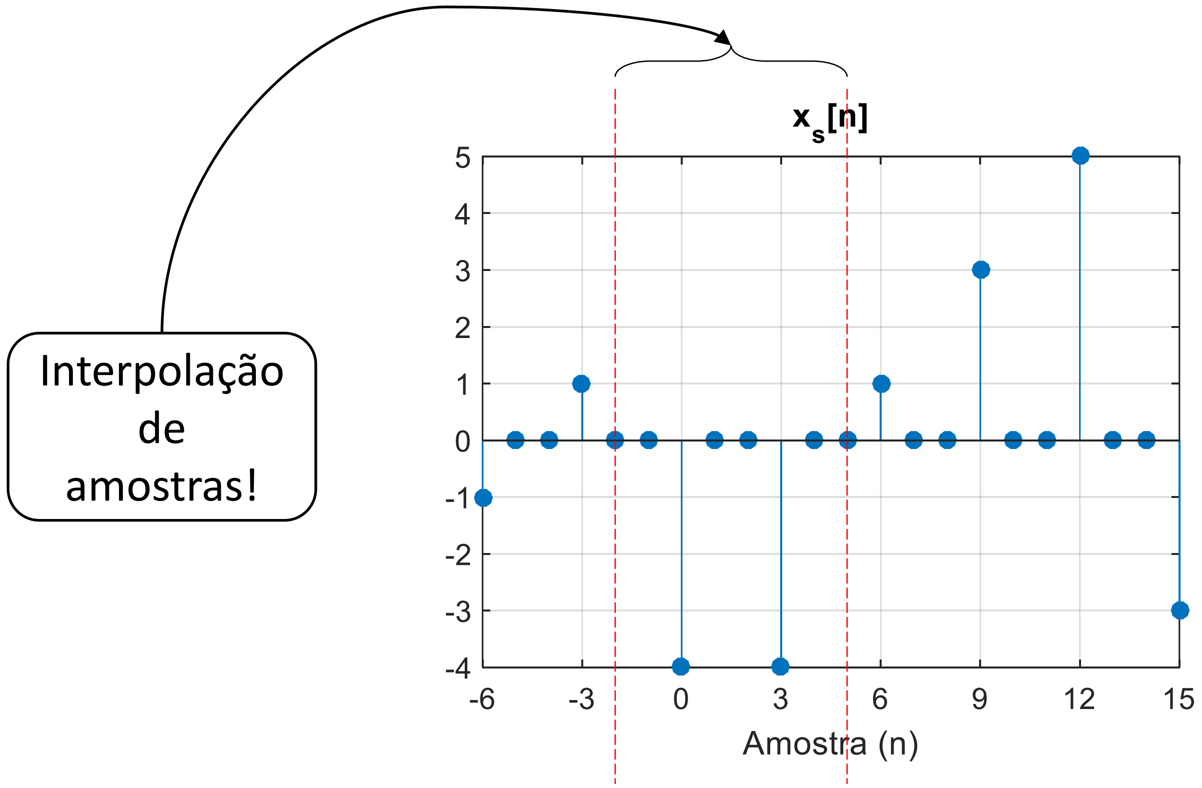


Operações básicas - Escalamento

- Considere um sinal $x[n]$

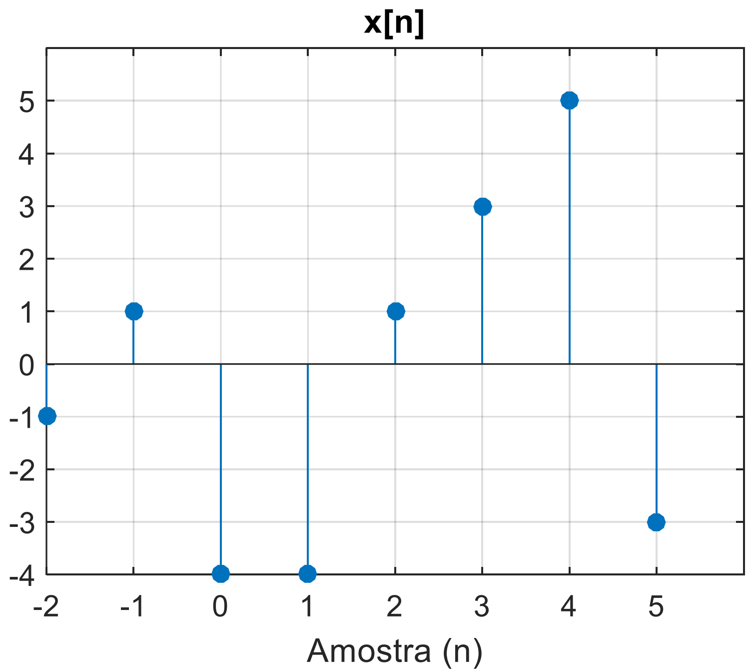


- Agora considere um sinal $x_s[n] = x[{}^{n}/_{3}]$

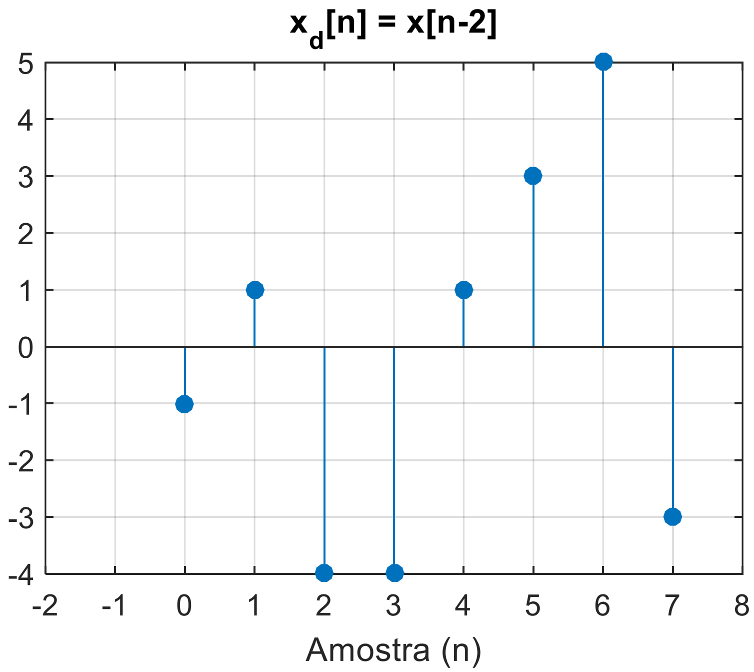


Operações básicas – Deslocamento $x_d[n] = x[n - n_0]$

- Considere um sinal $x[n]$



- Agora considere um sinal $x_d[n] = x[n - 2]$



Operações básicas

- Para que se combinem as operações apresentadas anteriormente, é necessário seguir a ordem:

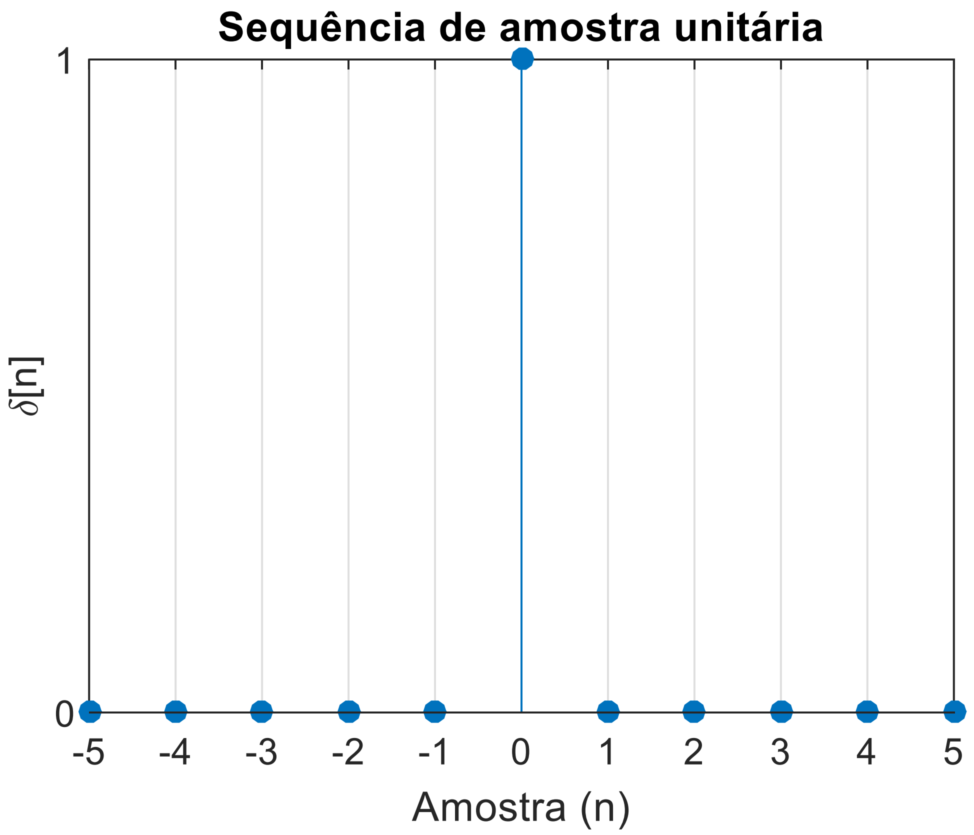
1. Deslocamento;
2. Reflexão;
3. Escalamento.

- Ex: $x_d[n] = x[-2n + 3]$

Sinais notáveis

- Para o estudo correto da teoria de PDS, é necessário que se tenha o claro conhecimento de sinais (sequências) básicos.
- Um deles é a ***sequência de amostra unitária*** (equivalente à função ***impulso*** em sistemas de tempo contínuo)
- Define-se como:

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

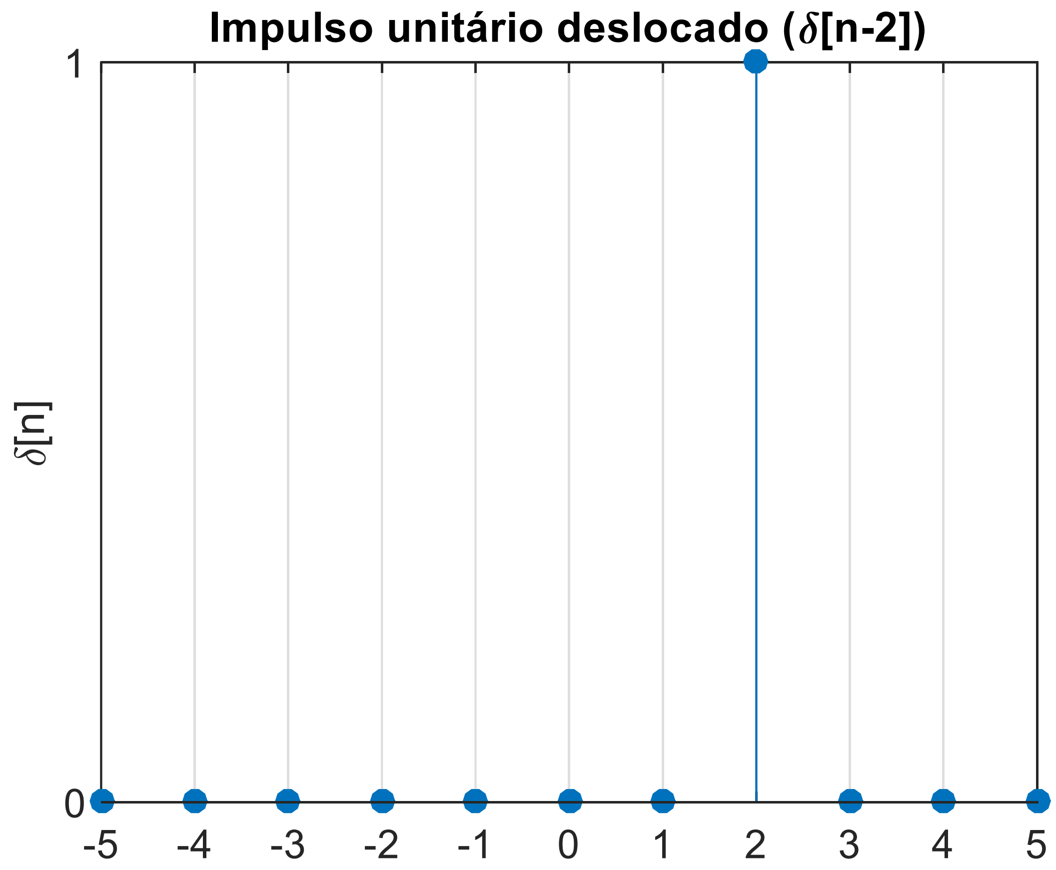


Impulso deslocado

- Uma representação muito útil é o ***impulso unitário deslocado***

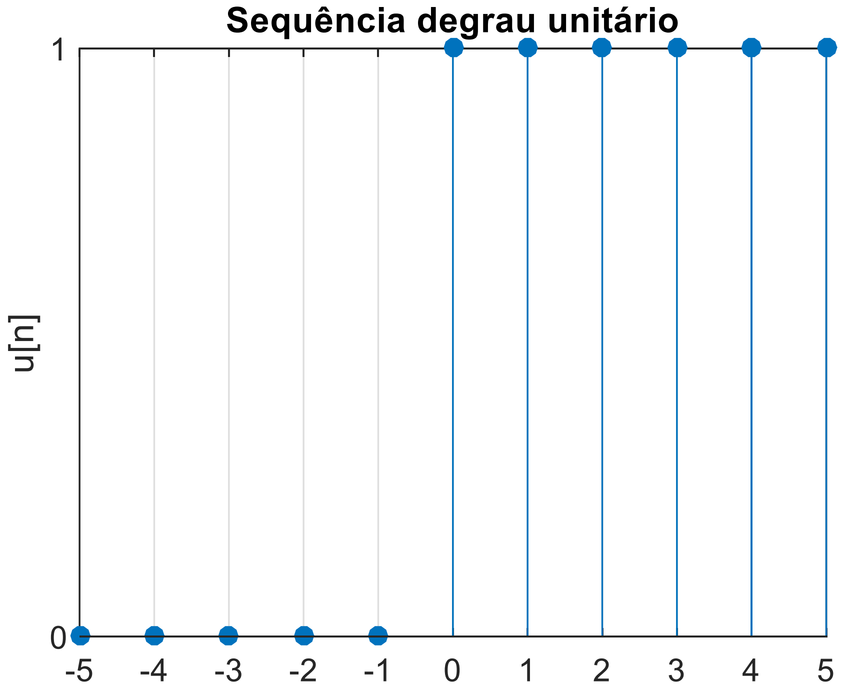
$$\delta[n - n_0]$$

Onde n_0 é o valor do deslocamento.



Degrau unitário

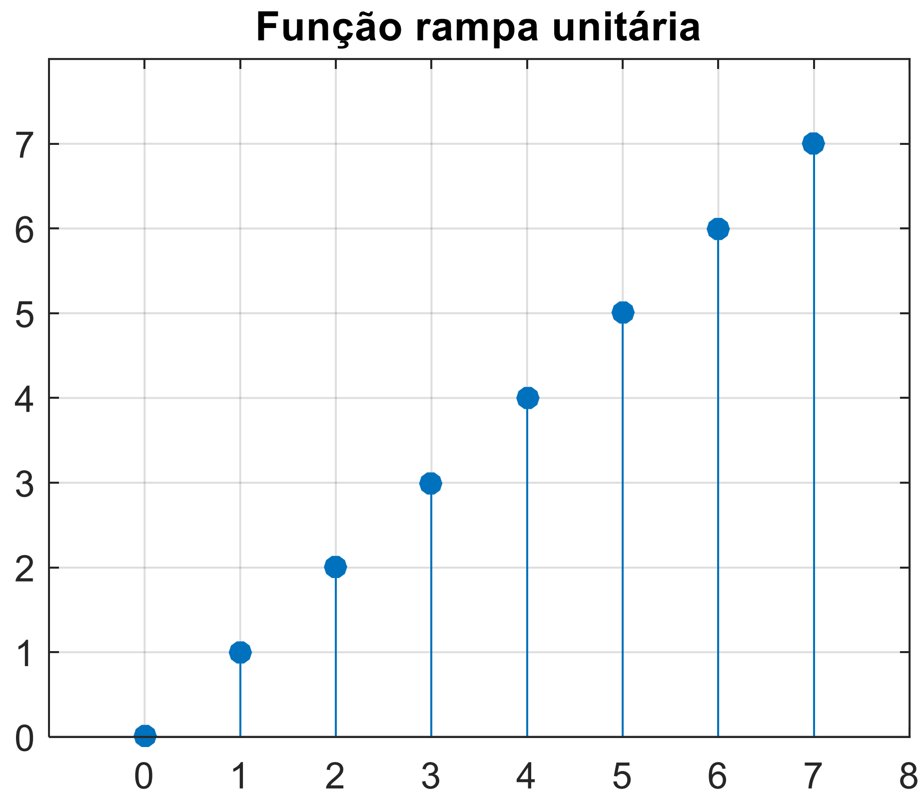
- A sequência ***degrau unitário*** representa um sinal que vale ***1*** em quaisquer valores de amostra maiores ou iguais a ***0*** (zero)
- Define-se como:
- $u[n] = \begin{cases} 1, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$



Rampa unitária

- O sinal ***rampa*** se refere a um sinal crescente, a partir de 0.
- Define-se como:

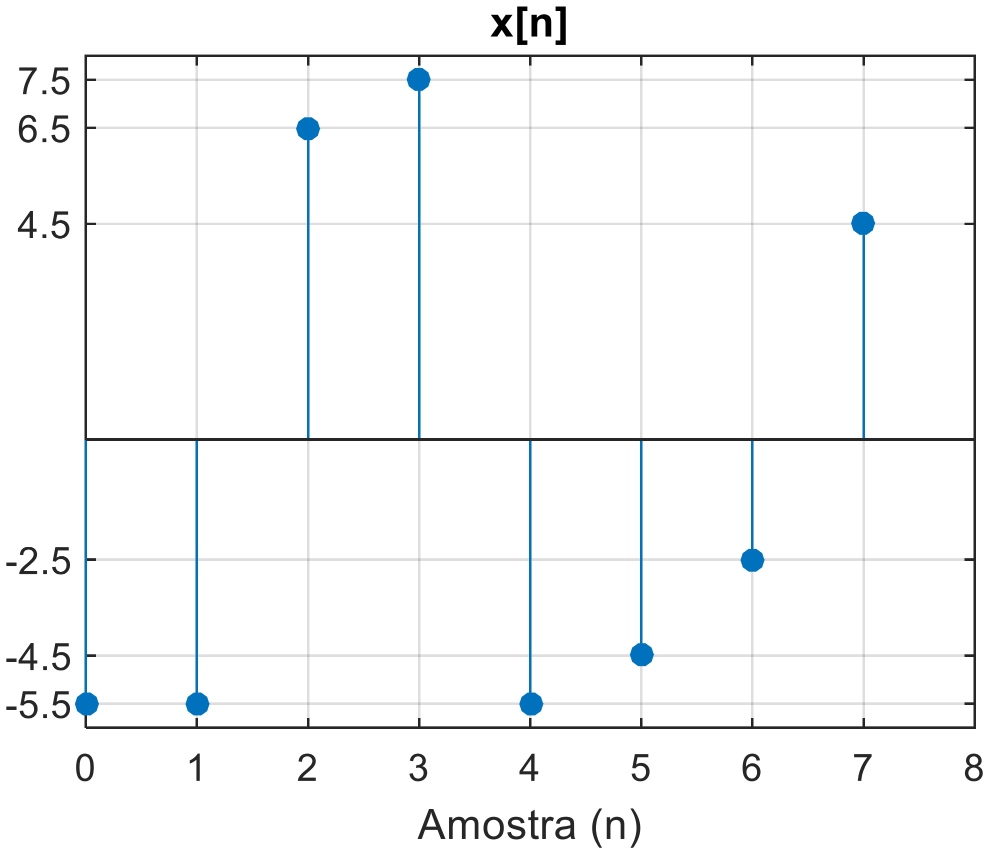
$$r[n] = \begin{cases} n, n \geq 0 \\ 0, c.c. \end{cases}$$



Representação com *impulsos* deslocados

- Uma prática muito comum em PDS é representar qualquer sequência discreta como uma ***combinação linear*** do sinal original com o impulso discreto.
- Considere o sinal:

$$x[n] = \{-5.5, -5.5, 6.5\ , 7.5, -5.5, -4.5, -2.5, 4.5\}$$



Representação com *impulsos* deslocados

- Então:

$$p[n] = a_0\delta[n] + a_1\delta[n-1] + a_2\delta[n-2] + a_3\delta[n-3] + \cdots + a_7\delta[n-7]$$

Generalizando-se:

$$x[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]\delta[n-k]$$

Degrau com *impulso*

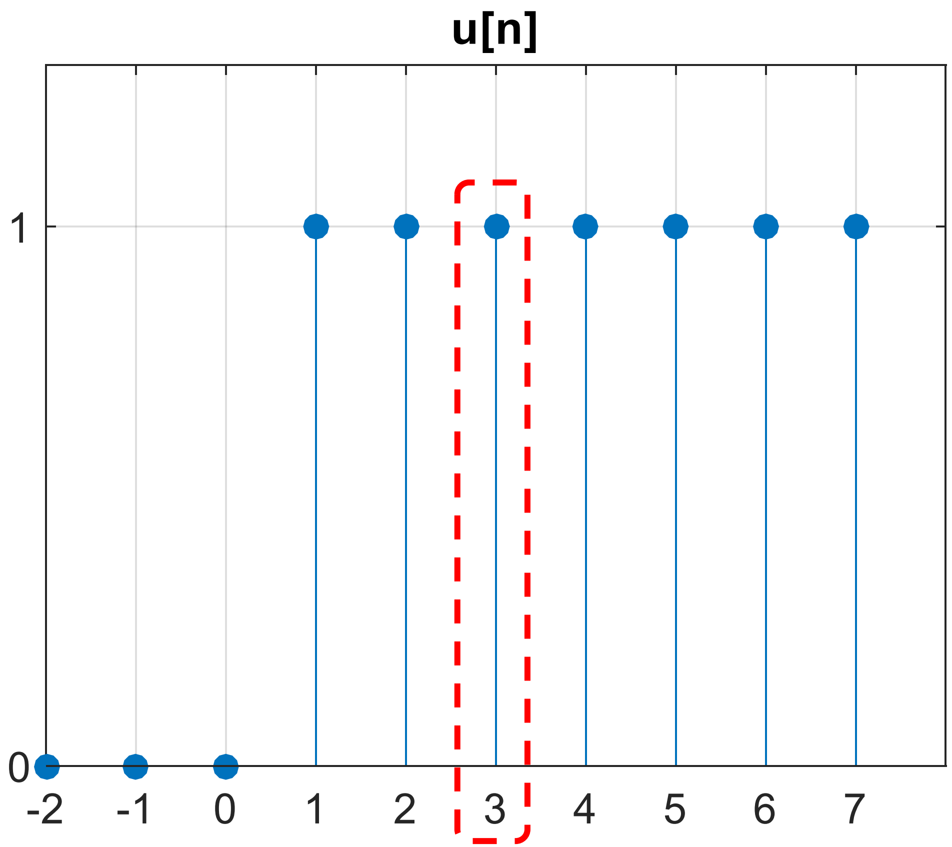
- Da mesma forma, podemos representar o sinal ***degrau unitário*** com o ***impulso*** unitário

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

- Ou seja, o degrau é a soma de todos os impulsos $\delta[k]$ entre $-\infty$ e n
- Em outras palavras, só será 1, se $n \geq 0$

Degrau com *impulso*

- Por exemplo:



$$
\begin{aligned}
u[3] &= \sum_{k=-\infty}^{3} \delta[k] \\
&= \cdots + \delta[-2] + \delta[-1] + \delta[0] + \delta[1] + \delta[2] + \delta[3] \\
&= \cdots + 0 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0 \\
&= 1
\end{aligned}
$$

Degrau com *impulso*

- Outra forma de se representar o ***degrau unitário*** é utilizando a equação da combinação linear.
- Já que: $u[n] = \begin{cases} 1, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$
- Então: $u[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2] + \delta[n-3] + \cdots$
- Conclui-se que:

$$u[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \delta[n-k]$$

Impulso com *degrau*

- Da mesma forma, é possível representar o ***impulso unitário*** com o ***degrau unitário***

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