

# Controle de Sistemas I

## Sinais e Sistemas - Fundamentos

Renato Dourado Maia

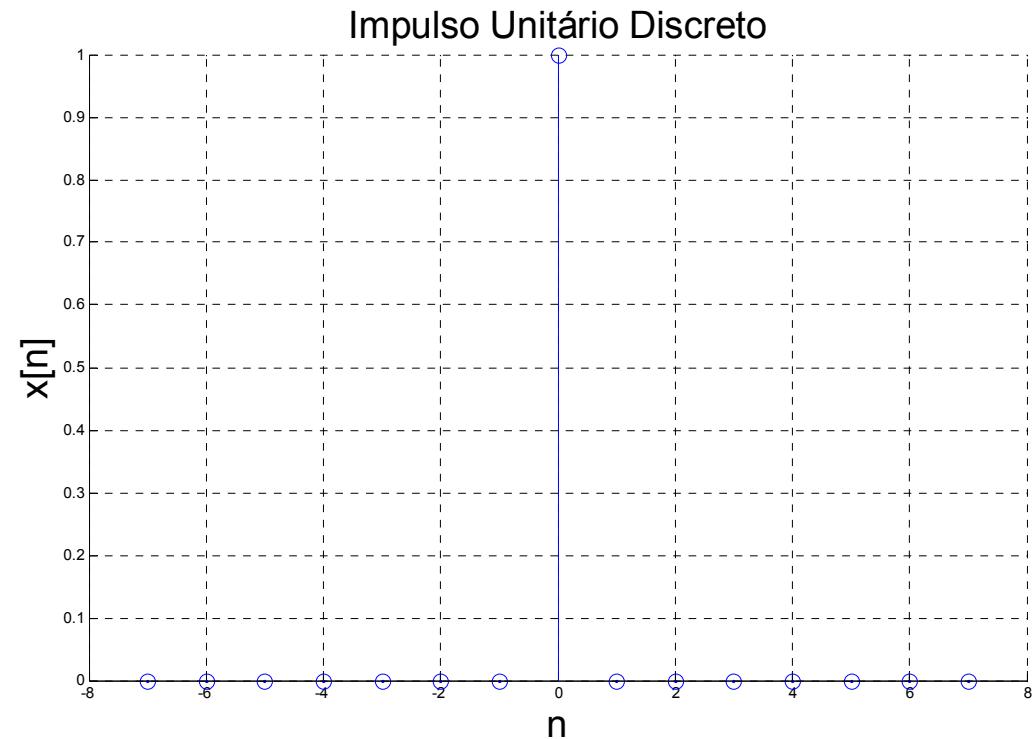
Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros

Fundação Educacional Montes Claros



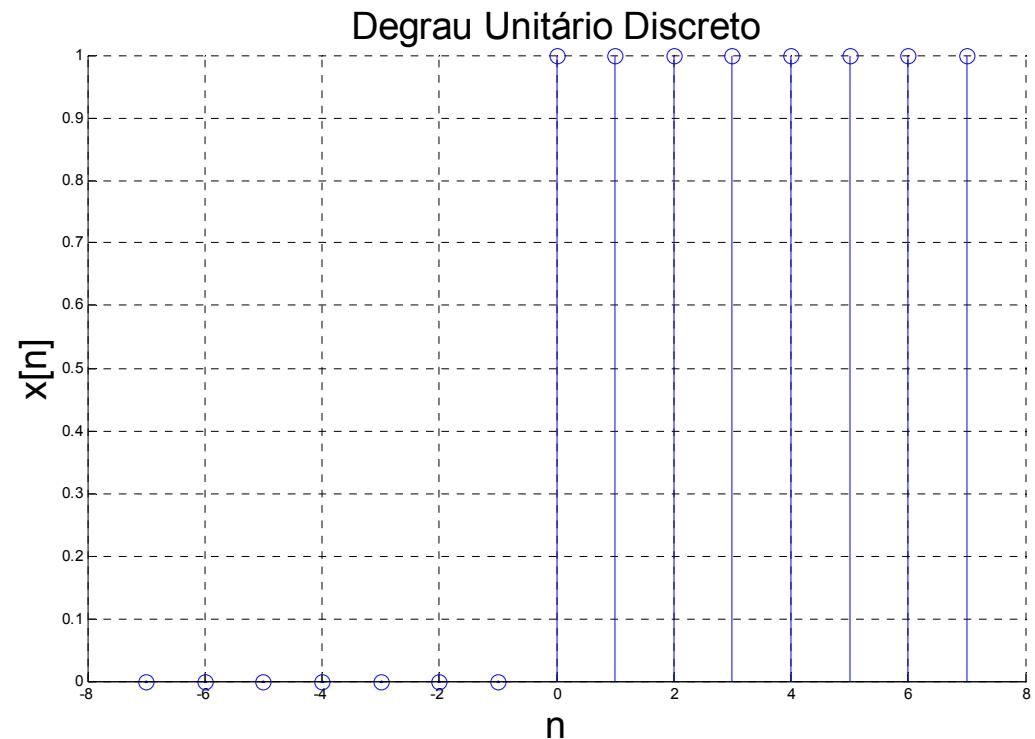
# Impulso Unitário Discreto

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



# Degrado Unitário Discreto

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



# Impulso e Degrau Unitários Discretos

---

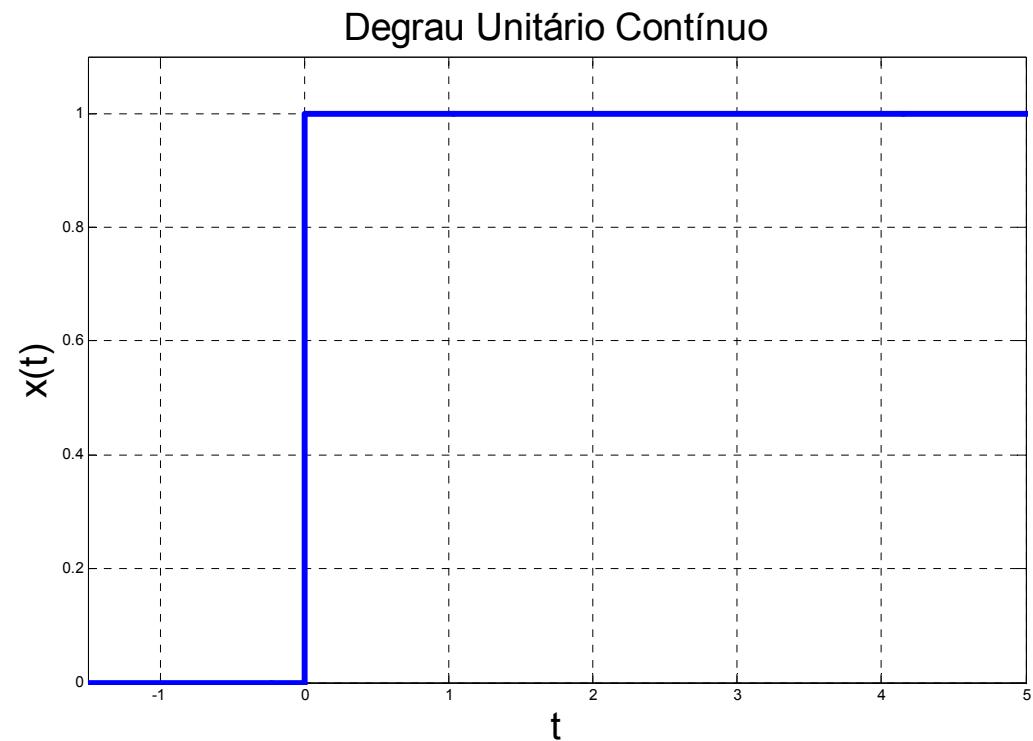
- Algumas relações entre as funções impulso e degrau unitários discretos:

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

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

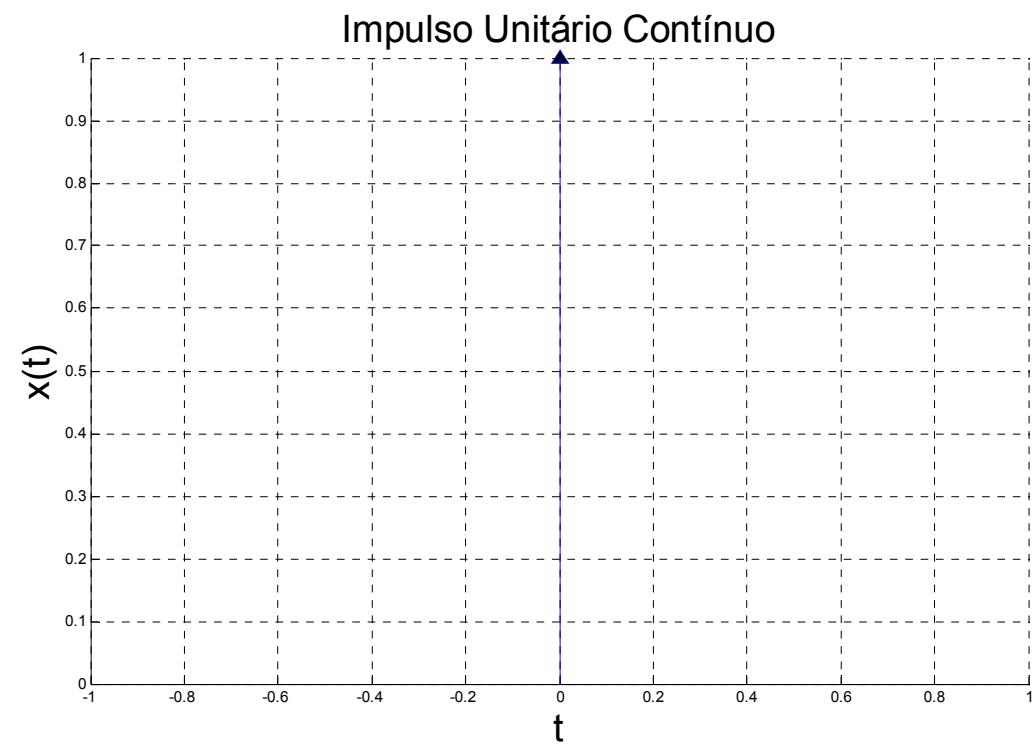
# Degrau Unitário Contínuo

$$u(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

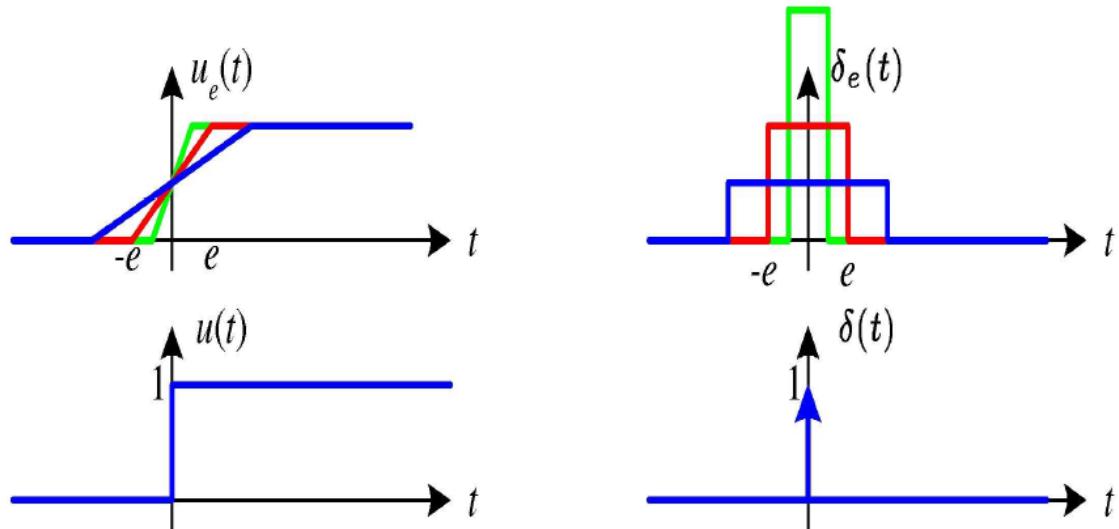


# Impulso Unitário Contínuo

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \infty, & t = 0 \end{cases}$$



# Impulso Unitário Contínuo

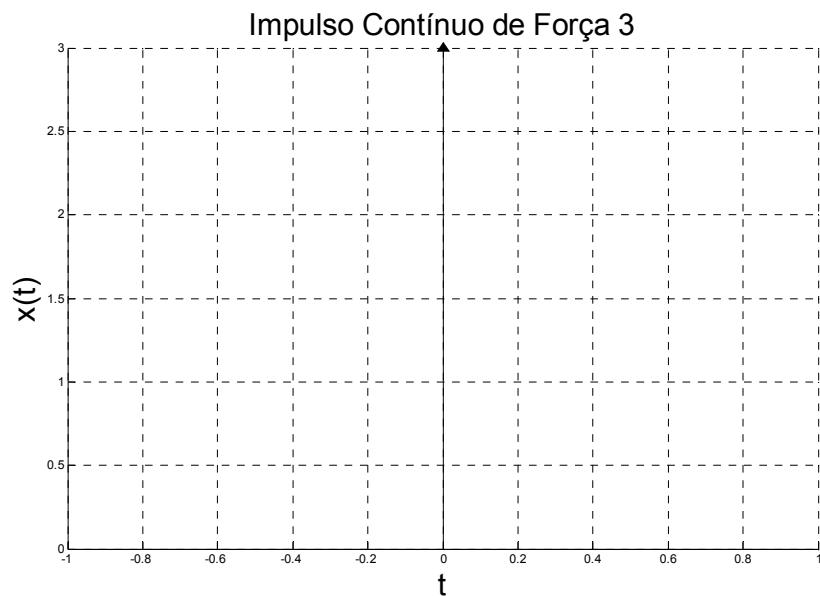


$$\Rightarrow \delta_e(t) = \frac{du_e(t)}{dt} \quad \Rightarrow \text{Quando } e \rightarrow 0, \quad \Rightarrow \delta(t) \equiv \lim_{t \rightarrow 0} \delta_e(t)$$

$\therefore u_e(t) \rightarrow u(t)$   
 $\therefore \delta_e(t) \text{ para } t = 0 \text{ cresce muito}$   
 $\therefore \delta_e(t) \text{ para } t \neq 0 \text{ vai para zero}$

# Impulso Unitário Contínuo

- O impulso unitário é esboçado como uma seta com altura unitária, e sua área é unitária.  $3\delta(t)$  é esboçado como uma seta de altura 3.



# Propriedades do Impulso

---

$$\Rightarrow \int_{-e}^{+e} \delta(t) dt = 1, \text{ para qualquer } e > 0$$

$\Rightarrow$  função par

$$\Rightarrow \delta(at) = \frac{1}{|a|} \delta(t)$$

$$\Rightarrow x(t)\delta(t) = x(0)$$

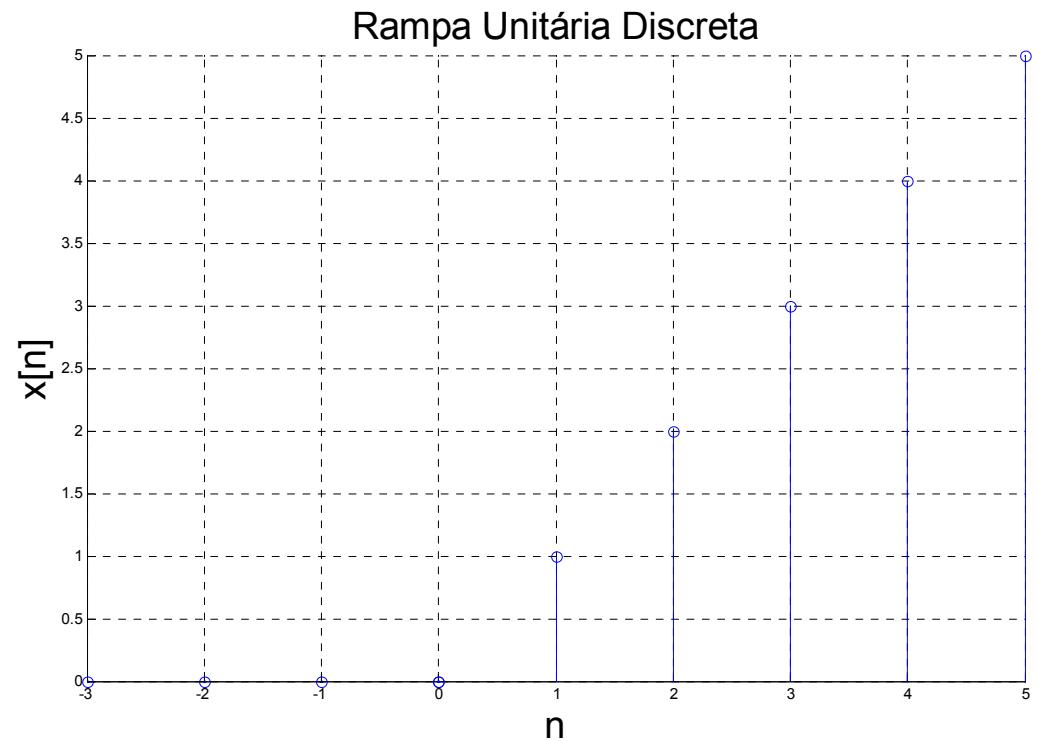
$$\Rightarrow x(t)\delta(t - t_0) = x(t_0)$$

$$\Rightarrow \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\delta(t) dt = x(0)$$

$$\Rightarrow \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\delta(t - t_0) dt = x(t_0)$$

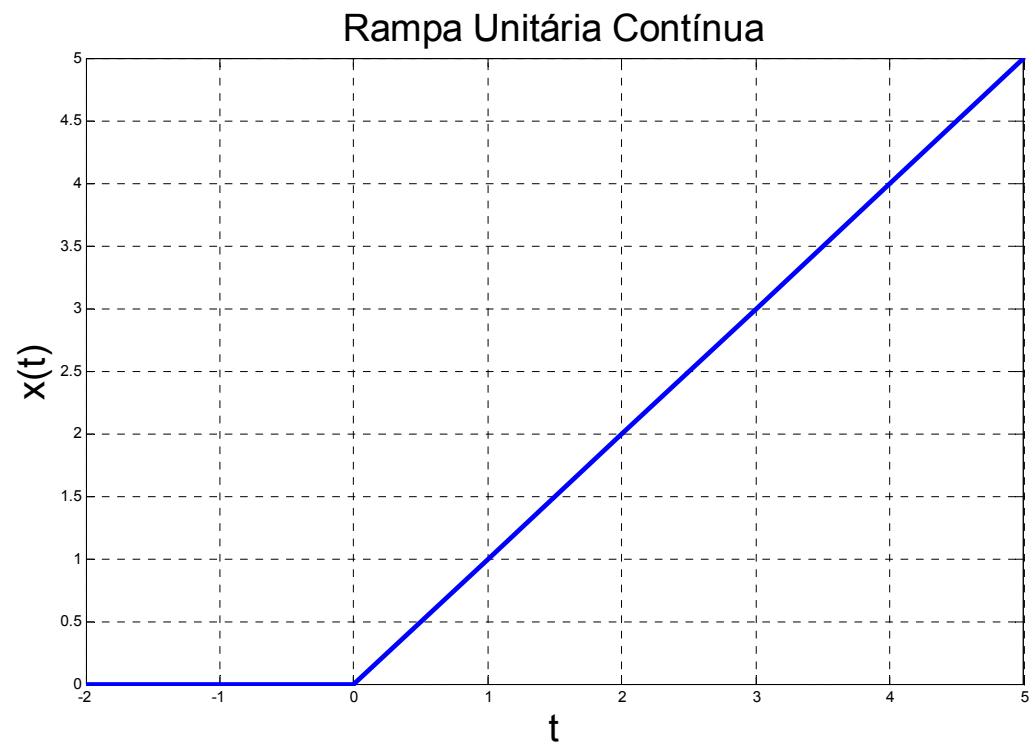
# Rampa Unitária Discreta

$$r[n] = \begin{cases} n, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$

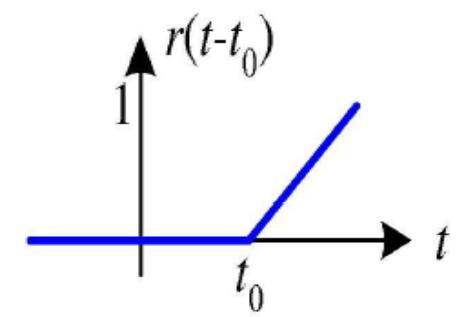
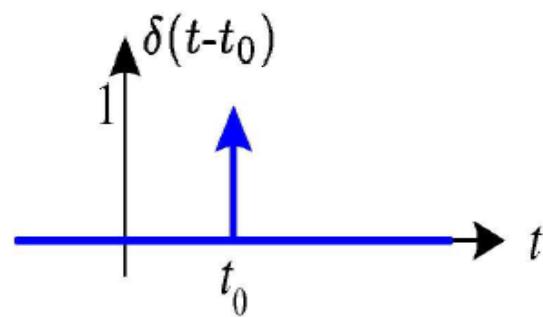
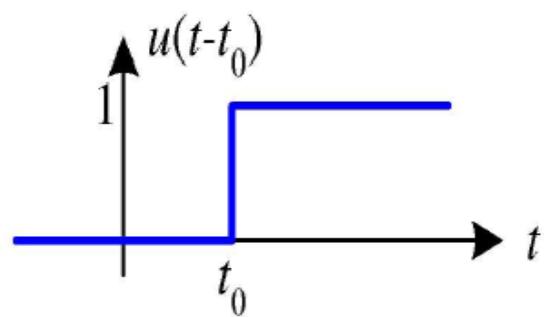


# Rampa Unitária Contínua

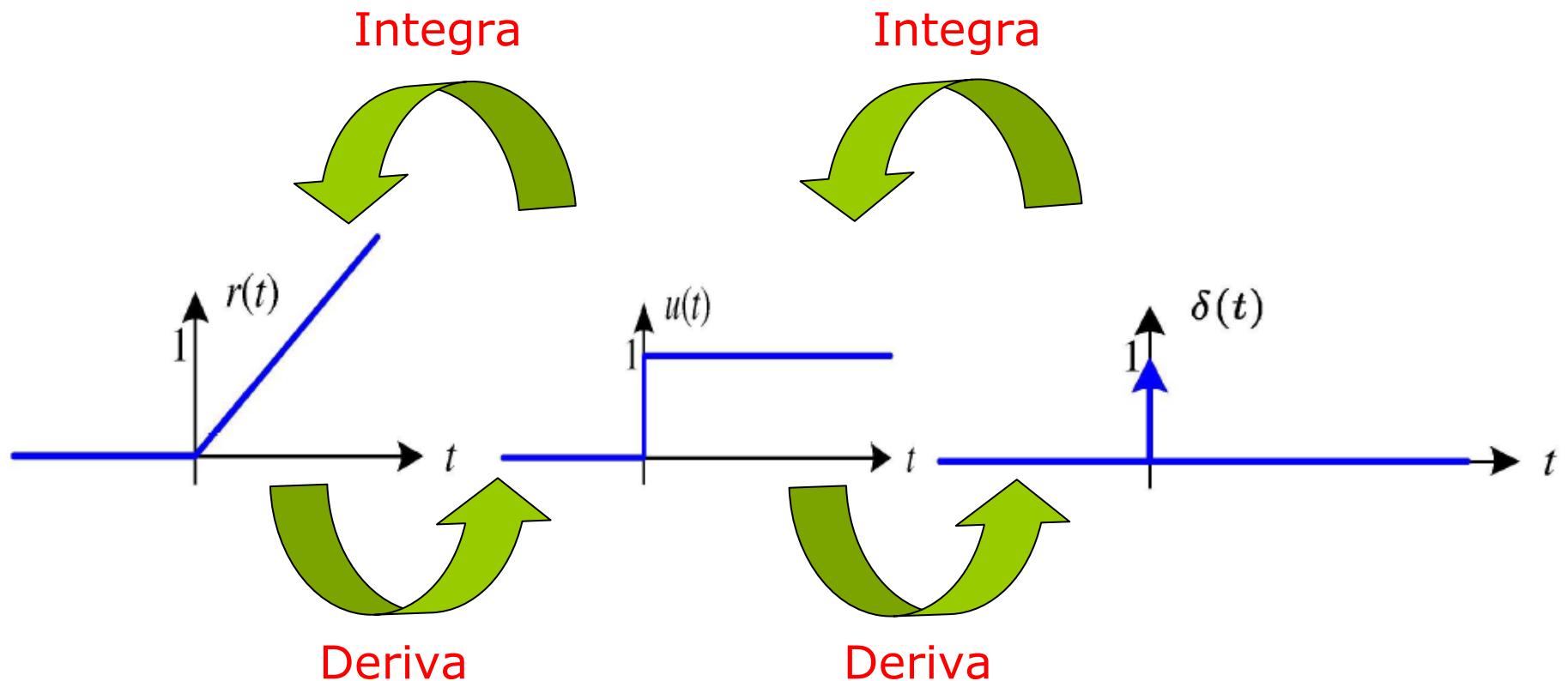
$$r(t) = \begin{cases} t, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$



# Funções Básicas - Deslocamento



# Funções Básicas - Relações



# Propriedades Básicas de Sistemas

Lembrando...

Um sistema é uma entidade que manipula um ou mais sinais para realizar uma função, gerando novos sinais.



# Propriedades Básicas de Sistemas

---

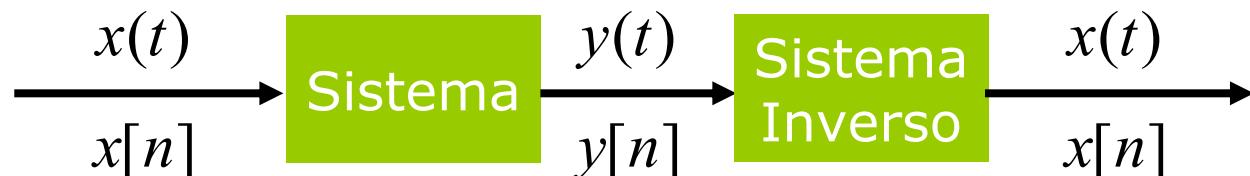
## □ Memória:

- Um sistema é dito sem memória se a saída num instante de tempo depende apenas da entrada no mesmo instante de tempo. Sistemas que não obedecem essa regra são ditos com memória.
  - Capacitores e indutores armazenam energia, e são, portanto, sistemas com memória.
  - Resistores, a princípio, não armazenam energia, e são, portanto, sistemas sem memória.

# Propriedades Básicas de Sistemas

## □ Invertibilidade:

- Um sistema é dito invertível se diferentes entradas levam a diferentes saídas.
  - Para um sistema invertível, é possível determinar um “sistema inverso”.



# Propriedades Básicas de Sistemas

---

## ▣ Causalidade:

- Um sistema é dito causal se a saída em qualquer instante de tempo depende somente de valores presentes e ou dos valores passados de entrada/saída. Caso contrário, o sistema é não causal.
  - ▣ Sistemas causais podem ser também chamados de não antecipativos.

# Propriedades Básicas de Sistemas

---

## □ Estabilidade:

- Um sistema é dito estável se uma entrada limitada resulta em uma saída limitada.
  - **Intuitivamente**: pequenas variações aplicadas na entrada resultam em pequenas variações na saída.

**BIBO: Bounded Input – Bounded Output**

# Propriedades Básicas de Sistemas

---

## □ Invariância no Tempo:

- Um sistema é dito invariante no tempo se um deslocamento no sinal de entrada resulta num deslocamento idêntico no sinal de saída.
  - **Intuitivamente:** as características e o comportamento do sistema são fixos ao longo do tempo.
  - Se a variável independente  $t$  ou  $n$  estiver fora de ( ) ou [ ], o sistema é variante no tempo.

# Propriedades Básicas de Sistemas

## □ Linearidade:

- Um sistema é dito linear se ele obedece ao Princípio da Superposição:



# Dica

---

NÃO DEIXEM DE ESTUDAR A LISTA DE  
EXEMPLOS RESOLVIDOS...

# Boa Notícia!

---

VOCÊS JÁ PODEM FAZER A SEGUNDA  
LISTA DE EXERCÍCIOS SUGERIDOS...