

Controle de Sistemas I

Sinais e Sistemas - Fundamentos

Renato Dourado Maia

Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros

Fundação Educacional Montes Claros



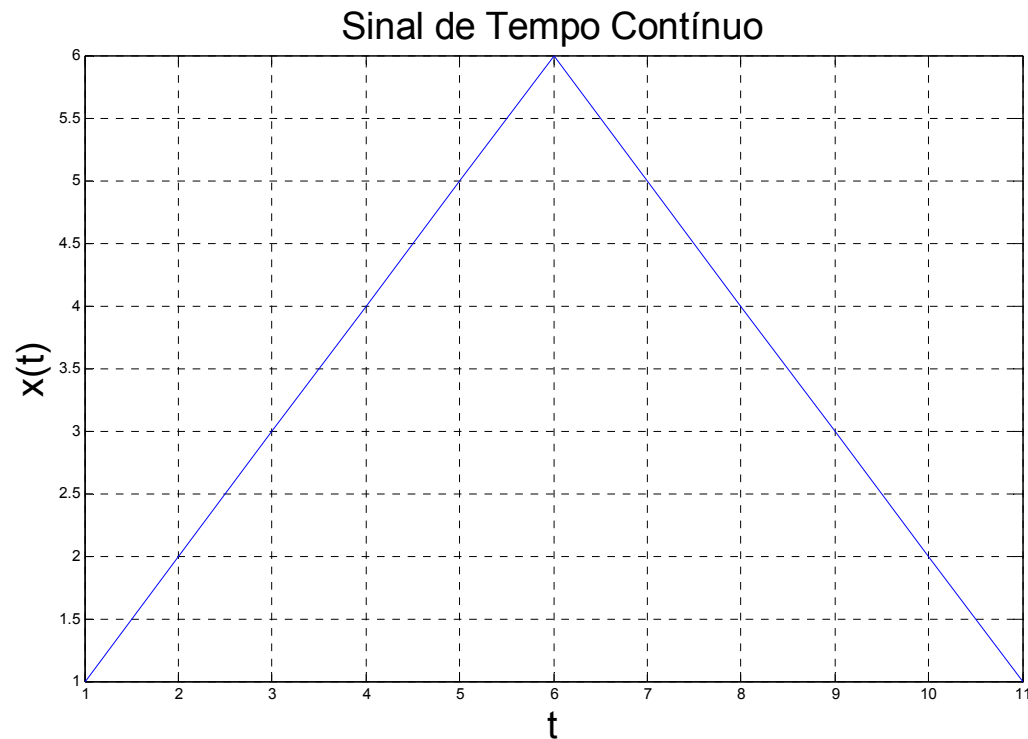
Classificação de Sinais

□ Sinal de Tempo Contínuo:

- É definido para todo tempo t , sendo t uma variável independente contínua – conjunto dos números reais.
- Notação: parêntesis – $x(t)$.

Sinais e Sistemas - Introdução

Exemplo de Sinal de Tempo Contínuo



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg1.m

Classificação de Sinais

□ Sinal de Tempo Discreto:

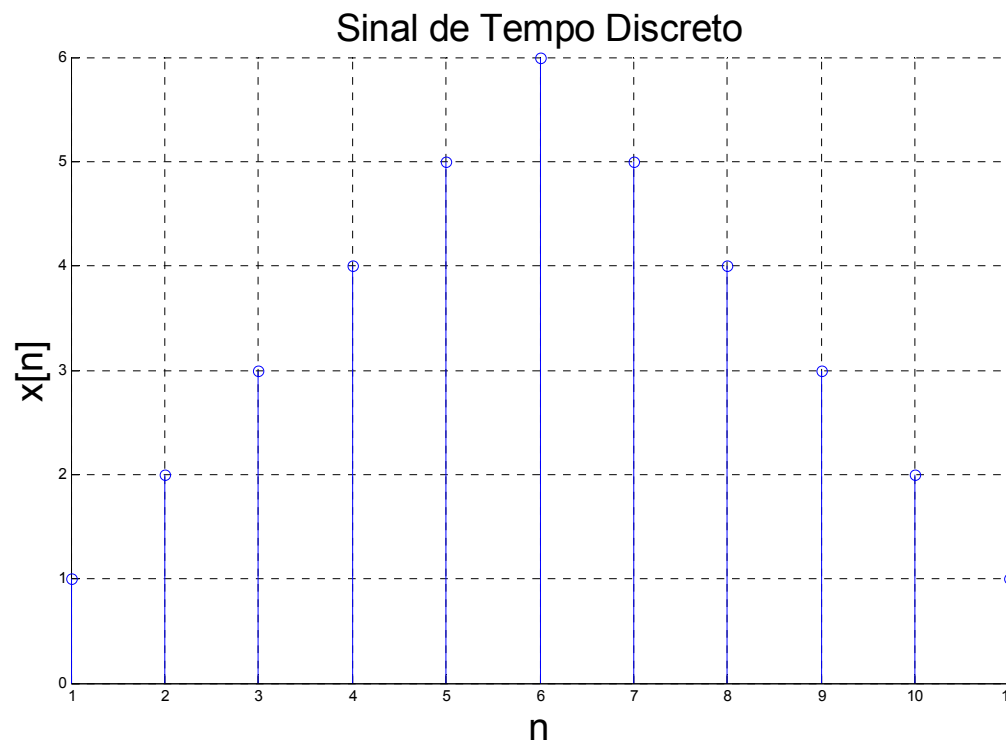
- É definido somente em instantes isolados de tempo, sendo escrito normalmente como função de n , uma variável independente discreta – conjunto dos números inteiros.
- Notação: colchetes – $x[n]$.
- A amostragem de um sinal de tempo contínuo gera um sinal de tempo discreto:

$$x[n] = x(nT) \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

T é o período de amostragem

Sinais e Sistemas - Introdução

Exemplo de Sinal de Tempo Discreto



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg1.m

Classificação de Sinais

□ Sinal Par:

- Um sinal é par se, e somente se: $x(t) = x(-t) \forall t$

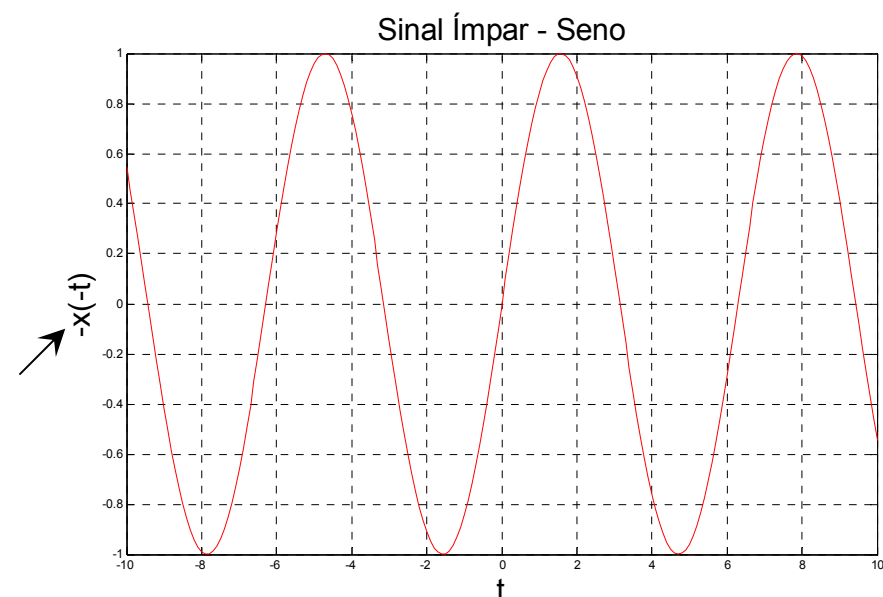
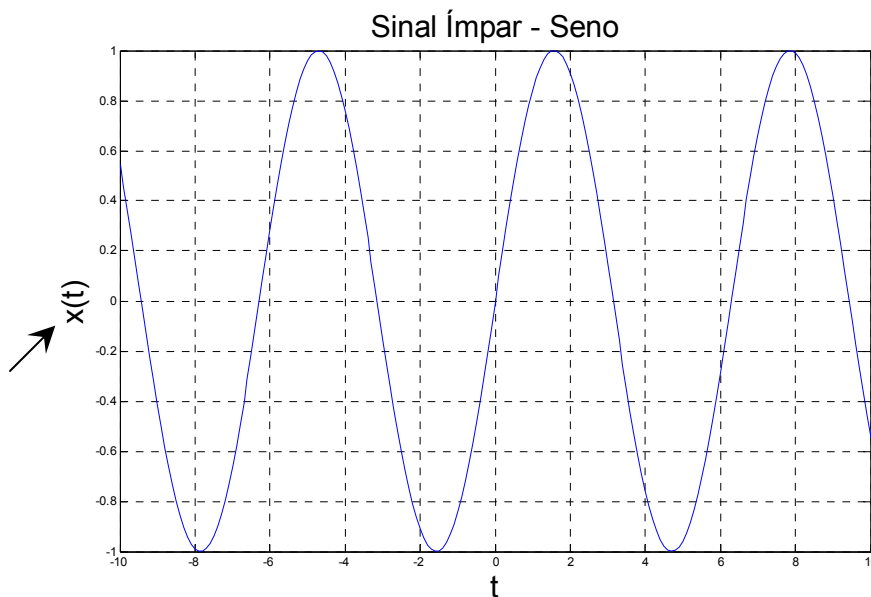
□ Sinal Ímpar:

- Um sinal é ímpar se, e somente se: $x(t) = -x(-t) \forall t$

O CASO DISCRETO É ANÁLOGO!!!

Sinais e Sistemas - Introdução

Exemplo de Sinal Ímpar - Seno

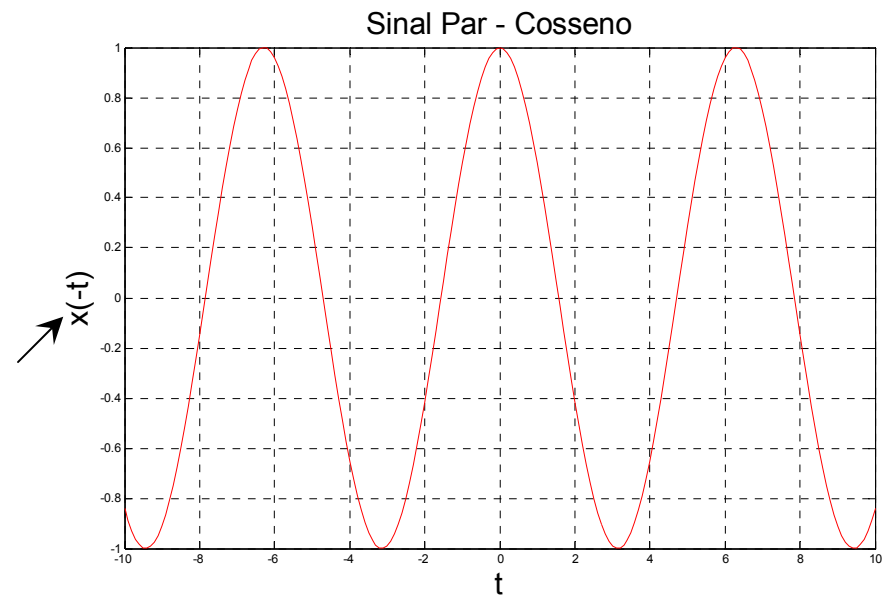
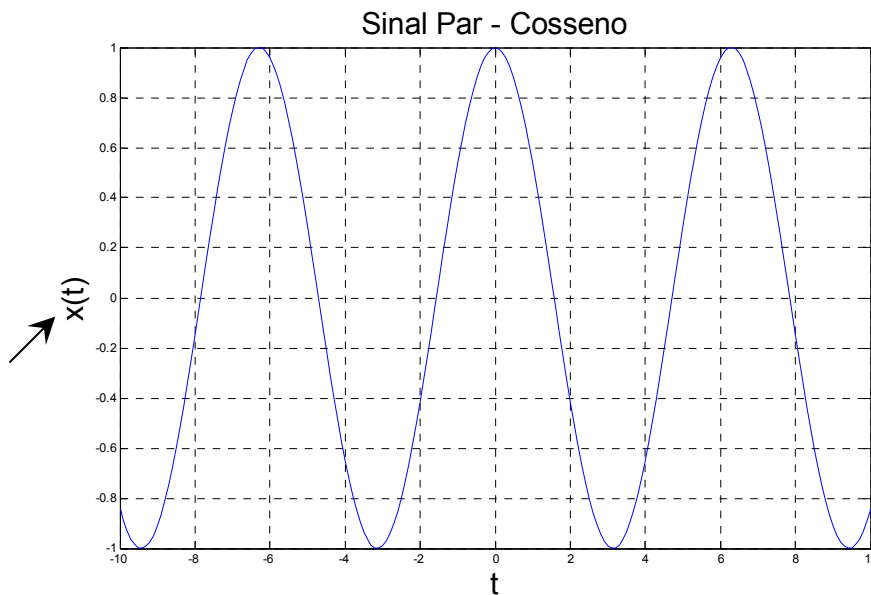


SIMETRIA EM RELAÇÃO AO EIXO DAS ORDENADAS - Y

Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg2.m

Sinais e Sistemas - Introdução

Exemplo de Sinal Par - Cosseno



SIMETRIA EM RELAÇÃO AO EIXO DAS ORDENADAS – Y, E DAS ABCISSAS – X

M_3_SinaisFundamentosProg2.m

Classificação de Sinais

- Todo sinal pode ser decomposto em uma soma de parte par e parte ímpar:

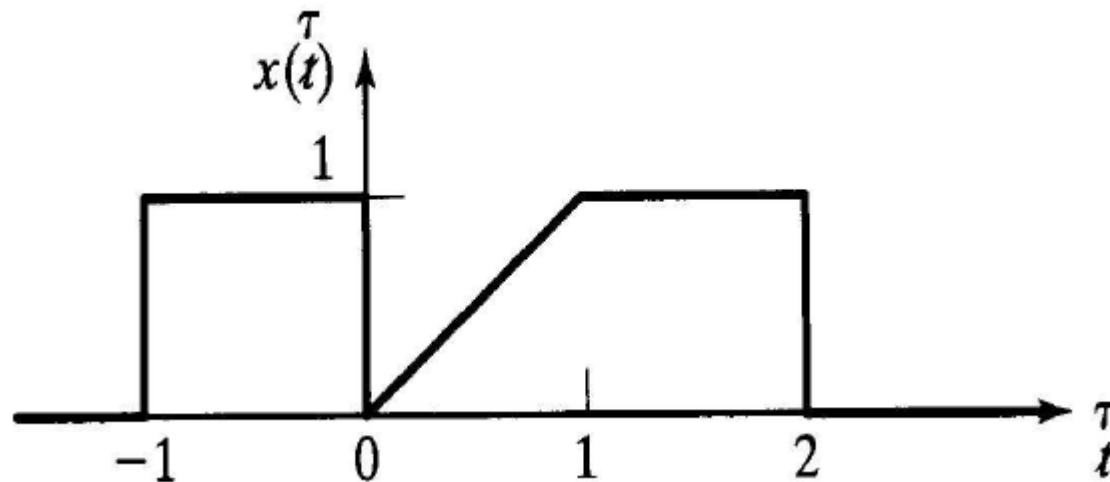
- Parte par: $\frac{1}{2}[x(t) + x(-t)]$

- Parte ímpar: $\frac{1}{2}[x(t) - x(-t)]$

O CASO DISCRETO É ANÁLOGO!!!

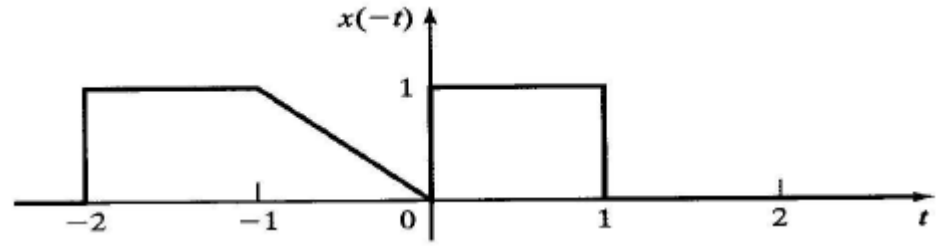
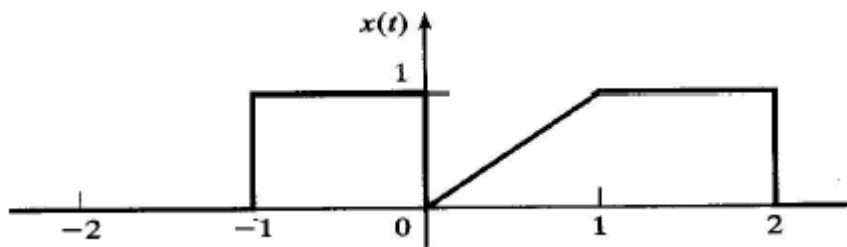
Classificação de Sinais

- **Exemplo:** decompor o sinal abaixo em suas partes par e ímpar:

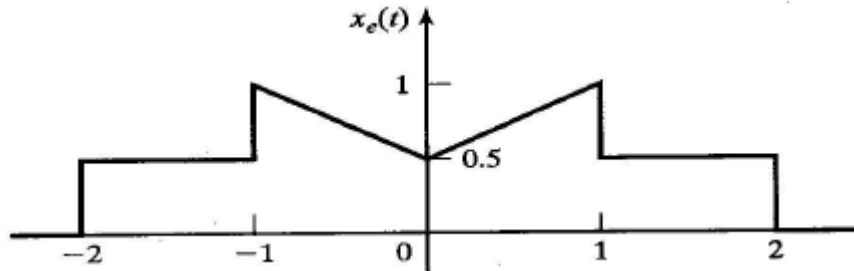


Classificação de Sinais

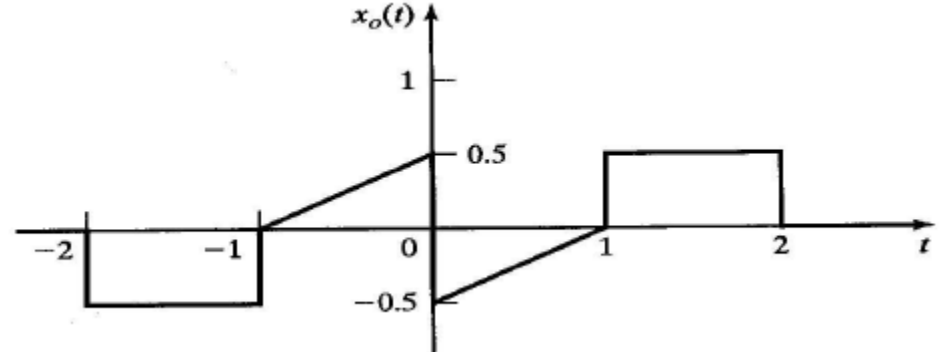
Exemplo - Solução



$$\text{Parte Par} = \frac{1}{2}[x(t) + x(-t)]$$



$$\text{Parte Ímpar} = \frac{1}{2}[x(t) - x(-t)]$$



Classificação de Sinais

□ Sinal Periódico:

- Um sinal é periódico se existe uma constante positiva T ou N , tal que:

$$x(t) = x(t + T), \forall t \quad x[n] = x[n + N], \forall n$$

O MENOR VALOR PARA T OU N QUE SATISFAÇA ÀS EQUAÇÕES É CHAMADO DE PERÍODO FUNDAMENTAL – T_0 OU N_0 .

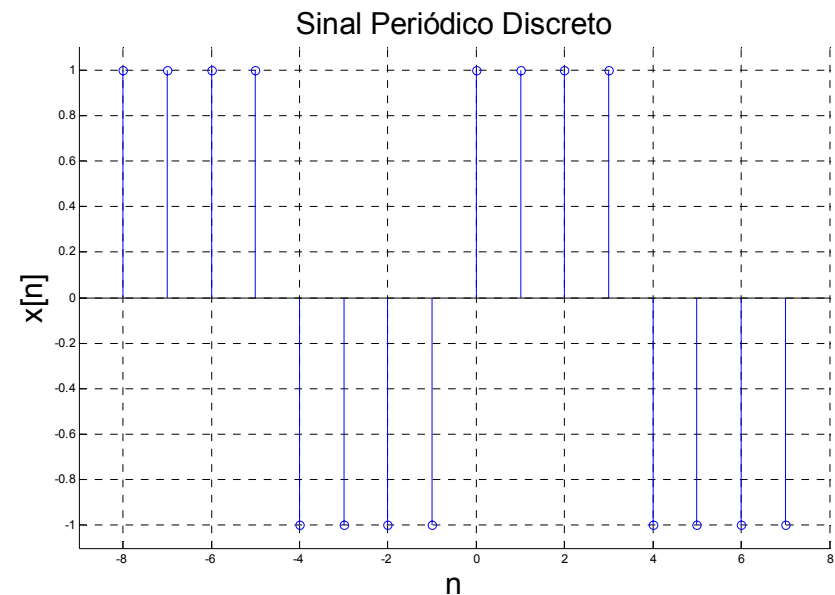
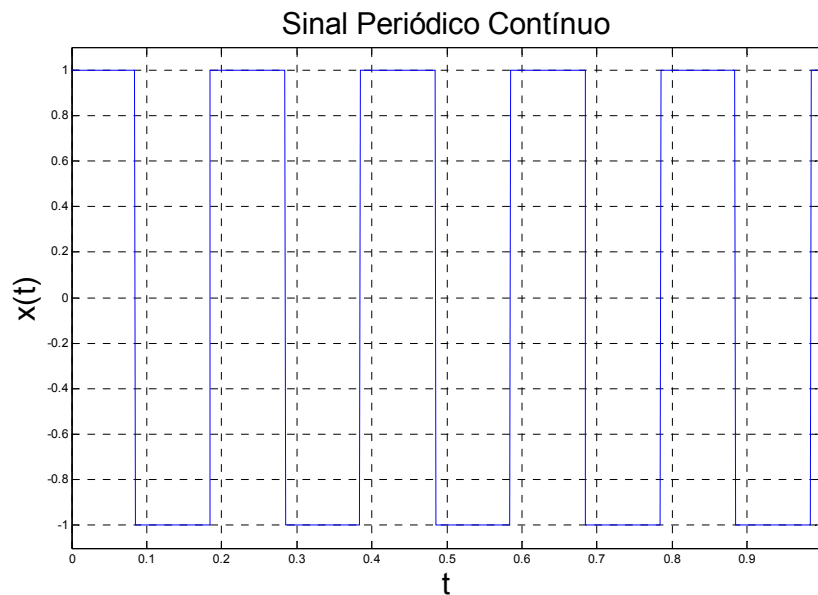
$f = \frac{1}{T_0}$ é a frequência fundamental de $x(t)$ em hertz

$\omega = \frac{2\pi}{T_0}$ é a frequência fundamental de $x(t)$ em radianos por segundo

$\Omega = \frac{2\pi}{N_0}$ é a frequência fundamental de $x[n]$ em radianos

Sinais e Sistemas - Introdução

Exemplos de Sinais Periódicos



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg3.m

Classificação de Sinais

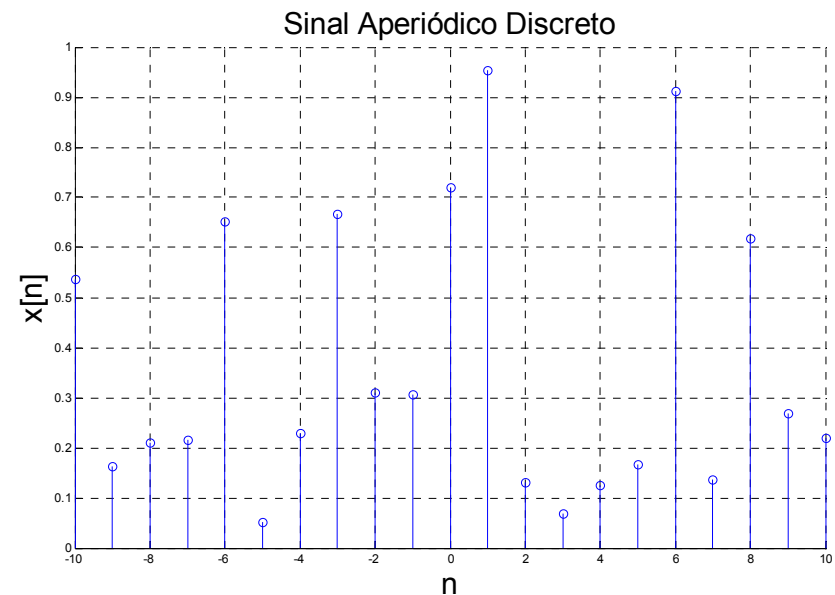
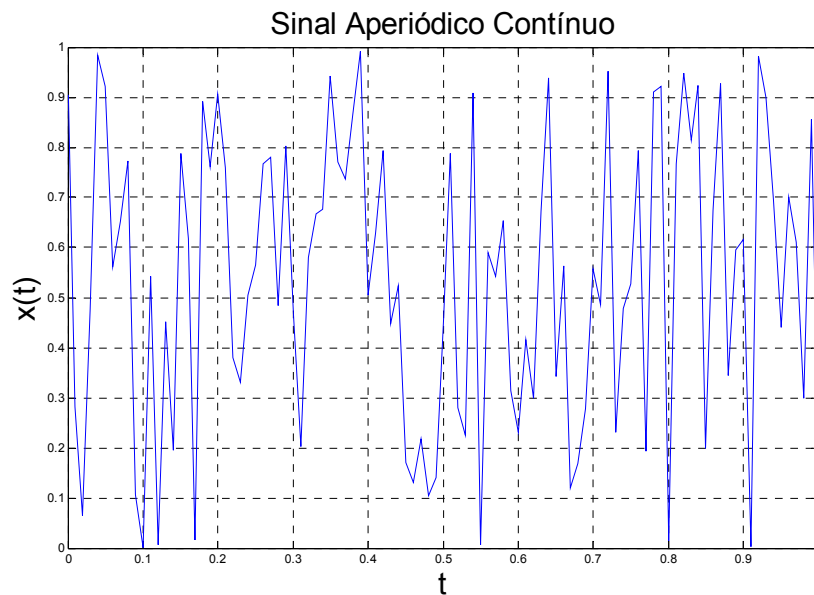
□ Sinal Aperiódico:

- Um sinal é aperiódico se não existe uma constante positiva T ou N , tal que:

$$x(t) = x(t + T), \quad \forall t \qquad x[n] = x[n + N], \quad \forall n$$

Sinais e Sistemas - Introdução

Exemplos de Sinais Aperiódicos



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg3.m

Classificação de Sinais

□ Sinal Determinístico:

- Não há nenhuma incerteza com relação ao seu valor em qualquer tempo. Um sinal determinístico pode ser modelado como uma função do tempo completamente especificada. Um exemplo é um sinal senoidal.

□ Sinal Aleatório:

- Há incerteza antes de sua ocorrência real. Um exemplo é um eletrocardiograma.

Potência e Energia de Sinais

- Potência instantânea de um sinal:

$$P = |x(t)|^2 \quad P = |x[n]|^2$$

- Energia de um sinal:

$$E = \int_{t_0}^{t_1} |x(t)|^2 dt \quad E = \sum_{n=n_0}^{n_1} |x[n]|^2$$

- Potência média de um sinal:

$$P = \frac{1}{t_1 - t_0} \int_{t_0}^{t_1} |x(t)|^2 dt \quad P = \frac{1}{n_1 - n_0} \sum_{n=n_0}^{n_1} |x[n]|^2$$

Potência e Energia de Sinais

- **Exemplo:** calcular a energia do sinal abaixo:

$$x(t) = \begin{cases} t, & 0 \leq t \leq 1 \\ 2-t, & 1 \leq t \leq 2 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Potência e Energia de Sinais

Exemplo - Solução

$$E = \int_0^1 t^2 dt + \int_1^2 (t-2)^2 dt = \left. \frac{t^3}{3} \right|_0^1 - \frac{1}{3} (2-t)^3 \Big|_1^2 = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

Operações Básicas em Sinais

□ Deslocamento no Tempo: $x(t - t_0)$ e $x[n - n_0]$

Se $t_0, n_0 > 0$, deslocamento para a direita, isto é, é atraso.

Se $t_0, n_0 < 0$, deslocamento para a esquerda, isto é, é adiantamento.

□ Reflexão Temporal: $x(-t)$ e $x[-n]$

- Um sinal par é igual a sua versão refletida.
- Um sinal ímpar é igual ao negativo de sua versão refletida.

Operações Básicas em Sinais

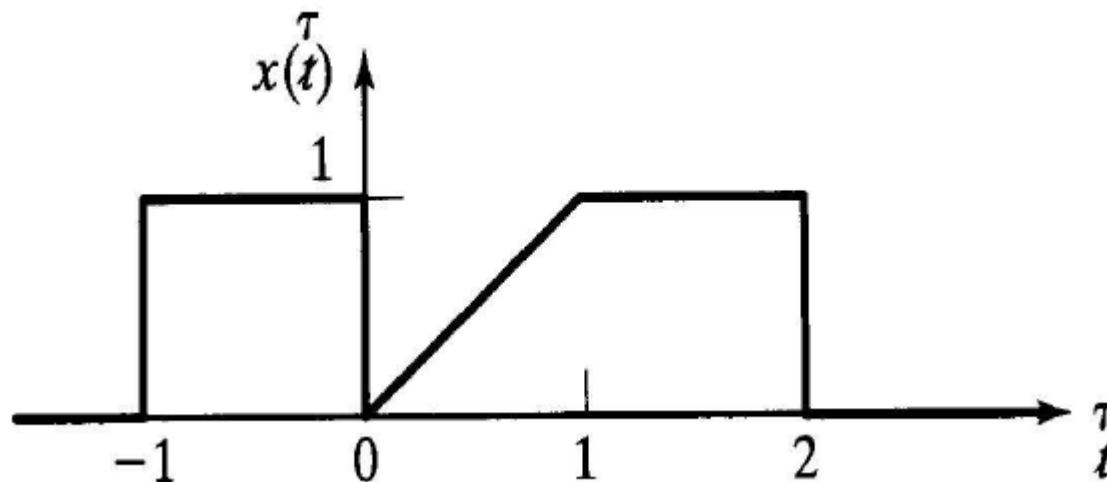
□ Mudança de Escala de Tempo: $x(\alpha t)$ e $x[kn]$

Se $\alpha > 1$, ocorre compressão. Se $0 < \alpha < 1$, ocorre dilatação.

k é um inteiro > 0 . Se $k > 1$, alguns valores de $x[n]$ são perdidos.

Operações Básicas em Sinais

- **Exemplo:** considerando o sinal abaixo, esboçar o sinal $y(t) = x(1 - t/2)$.



Operações Básicas em Sinais

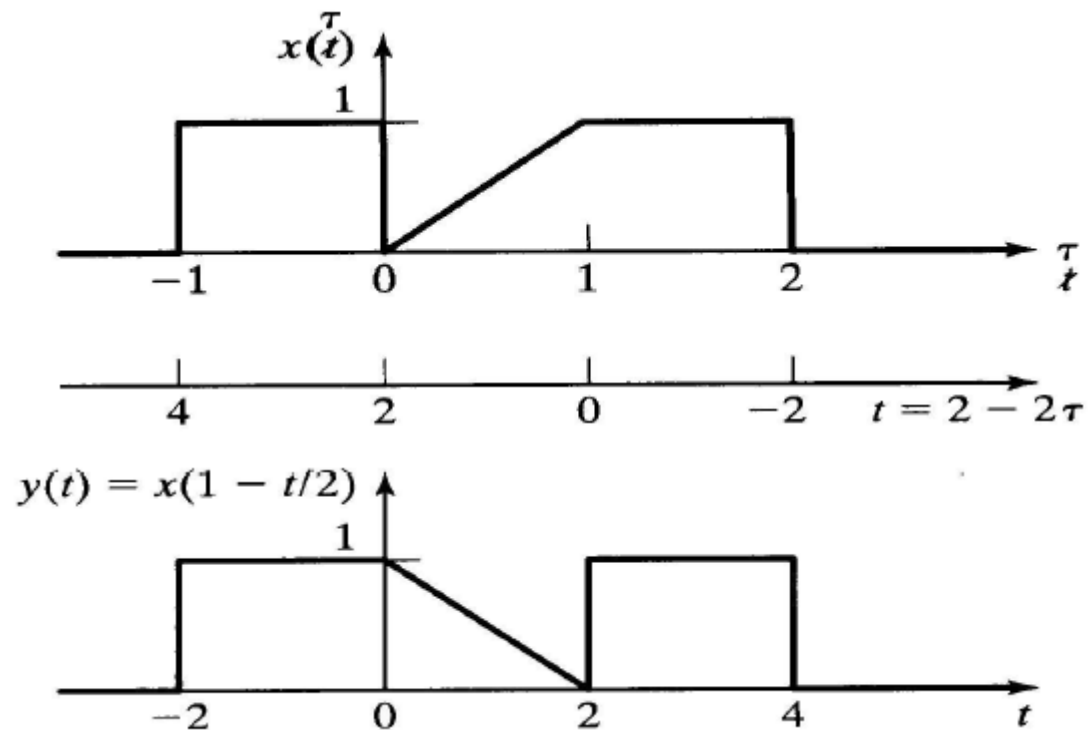
Exemplo - Solução

A PRIMEIRA OPERAÇÃO A SER REALIZADA É O DESLOCAMENTO!!!

- Seja a seguinte transformação geral: $y(t) = x(at + b)$
 - Para determinar o sinal $y(t)$:
 - Trocar t por τ .
 - Considerando $\tau = at + b$, determinar t , ou seja: $t = \frac{\tau}{a} - \frac{b}{a}$
 - Esboçar o eixo t transformado abaixo do eixo τ .
 - Esboçar $y(t)$.

Operações Básicas em Sinais

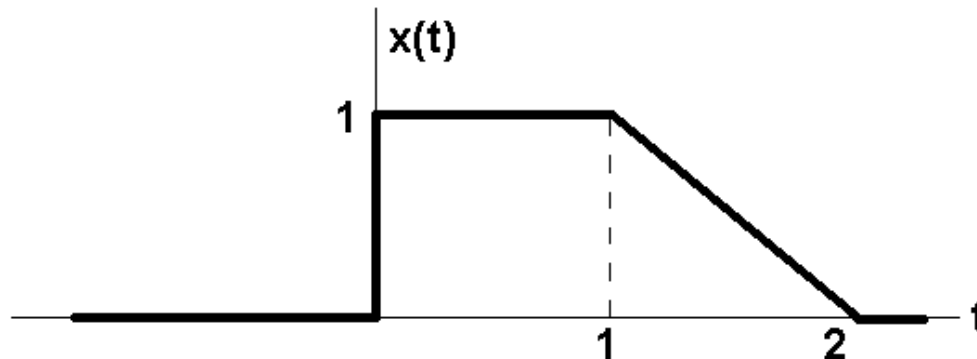
Exemplo - Solução



Operações Básicas em Sinais

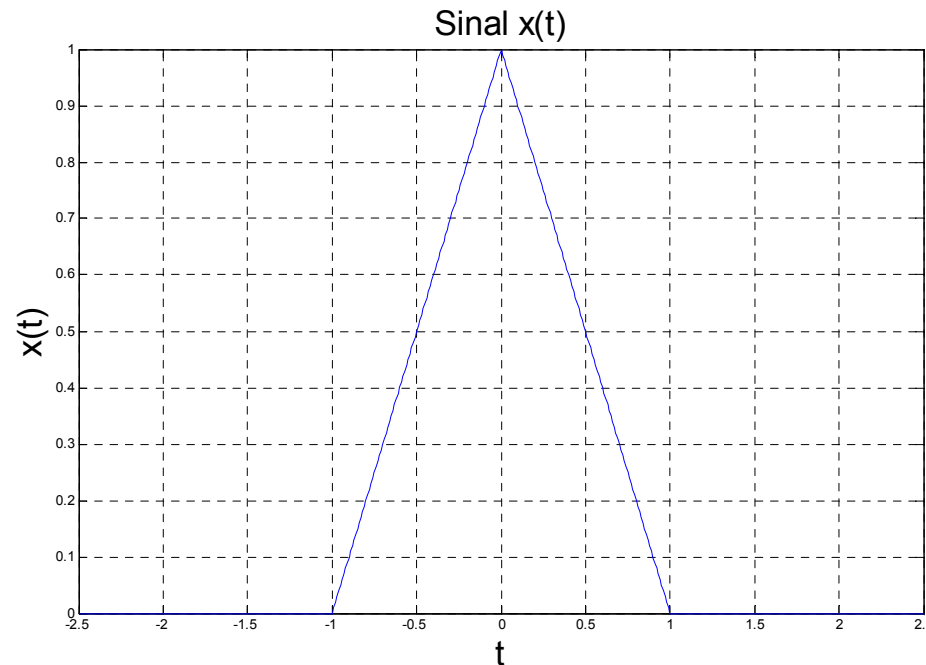
- **Exercício:** considerando o sinal abaixo, esboçar os sinais

$$y(t) = x(t + 1), \quad y(t) = x(-t + 1), \quad y(t) = x(3t/2), \quad y(t) = x(3t/2 + 1)$$



Operações Básicas em Sinais

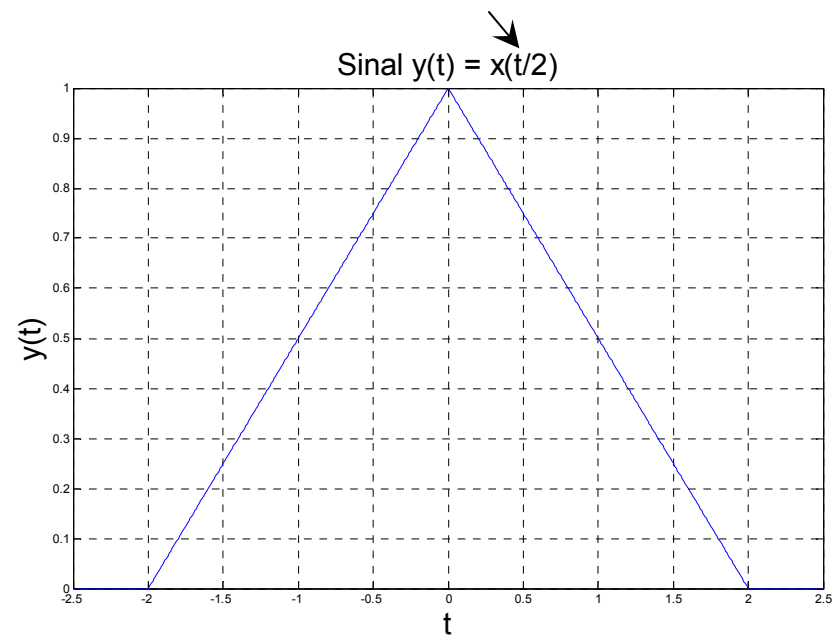
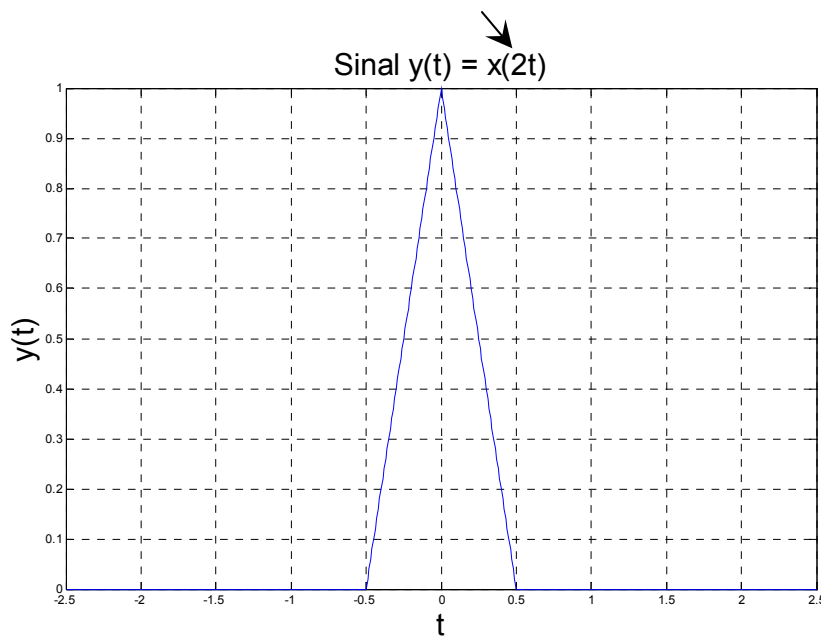
- **Exemplo:** considerando o sinal abaixo, esboçar os sinais $y(t) = x(2t)$ e $y(t) = x(t/2)$.



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg4.m

Operações Básicas em Sinais

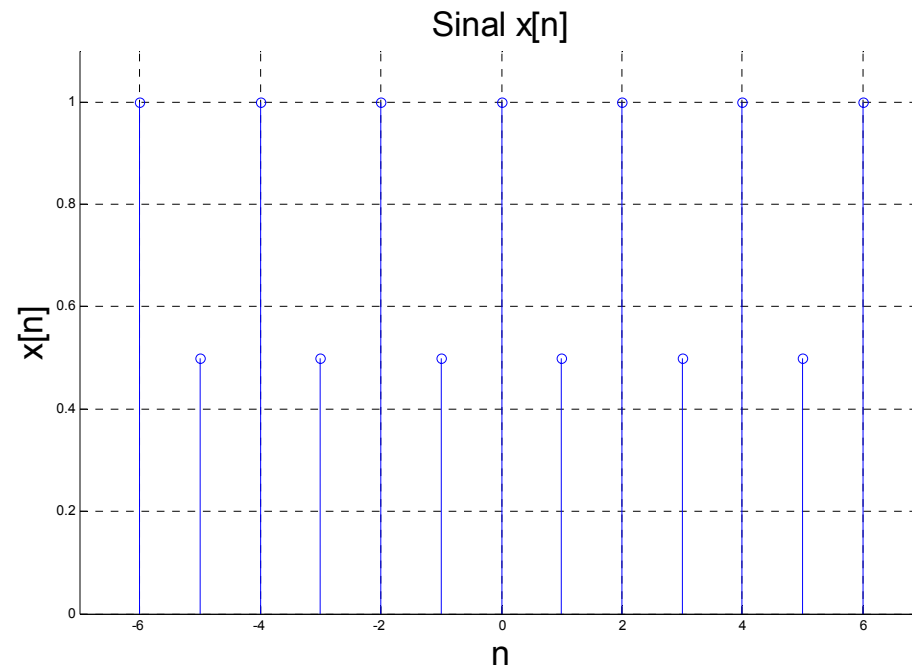
Exemplo - Solução



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg4.m

Operações Básicas em Sinais

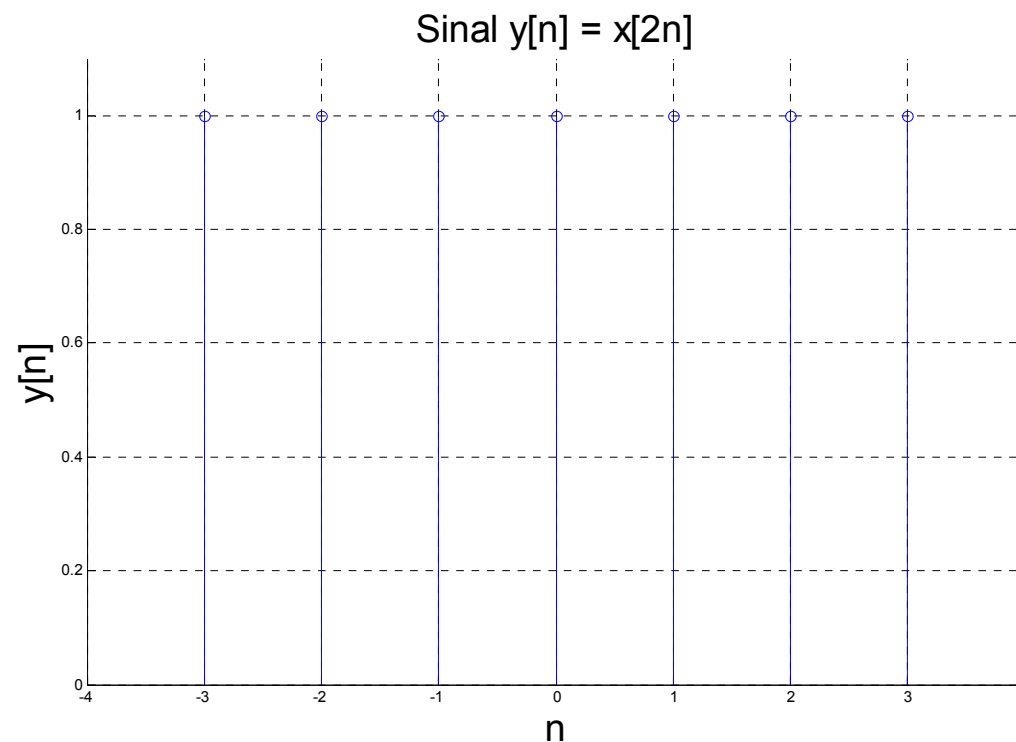
- **Exemplo:** considerando o sinal abaixo, esboçar o sinal $y[n] = x[2n]$.



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg5.m

Operações Básicas em Sinais

Exemplo - Solução



Script em Matlab: M_3_SinaisFundamentosProg5.m

Dica

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