13
Sistemas e Operações

Comunicação Digital

(11 de maio de 2023)

Sumário

1. Operações sobre sinais
   - Conceito de sistema
   - Tipo de operação

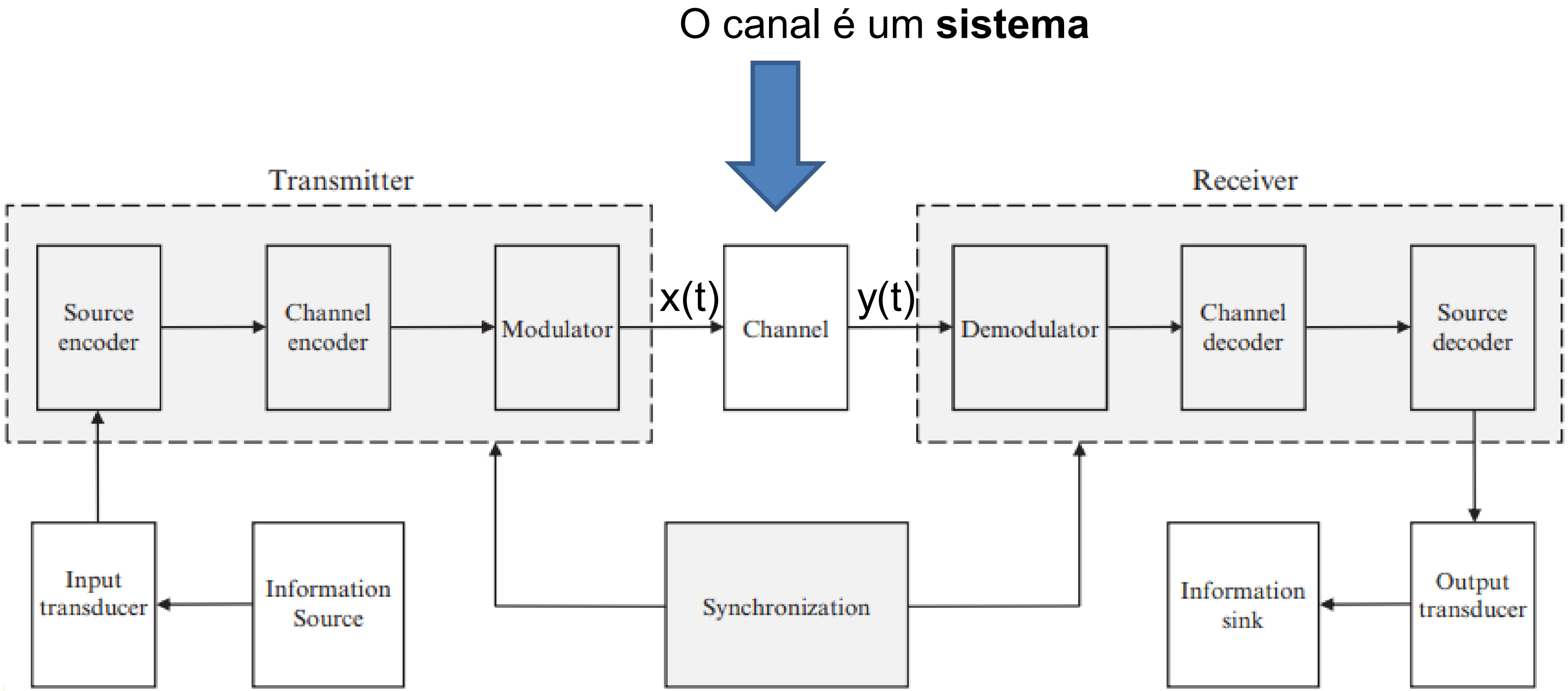
2. Operações sobre a amplitude (variável dependente)

3. Operações sobre o eixo dos tempos (variável independente)

4. Exercícios

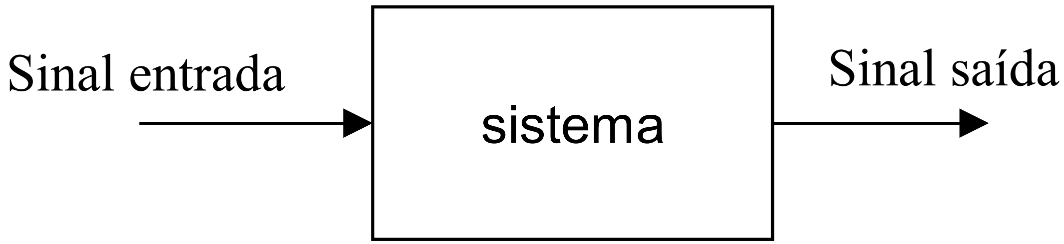
Sistemas de Comunicação

- Diagrama de blocos genérico



1. Operações sobre sinais - sistema

- Define-se **sistema** como um objeto que manipula um ou mais sinais para realizar certa função, produzindo um novo sinal



  - diz-se **contínuo** ou **discreto** conforme o tipo de sinais que manipula

- São exemplos:
  - sistema de identificação por fala
  - sistema de comunicação
  - meio de transmissão

1. Tipos de Operação

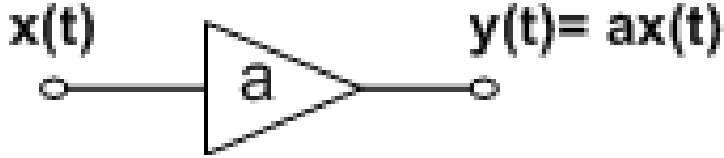
- Tipo 1 - Sobre a variável dependente (**amplitude**)
  1) Amplificação ou atenuação
  2) Adição (subtração)
  3) Multiplicação

- Tipo 2 - Sobre a variável independente (**tempo**)
  1) Escalamento
     - compressão e expansão
     - caso particular: reflexão

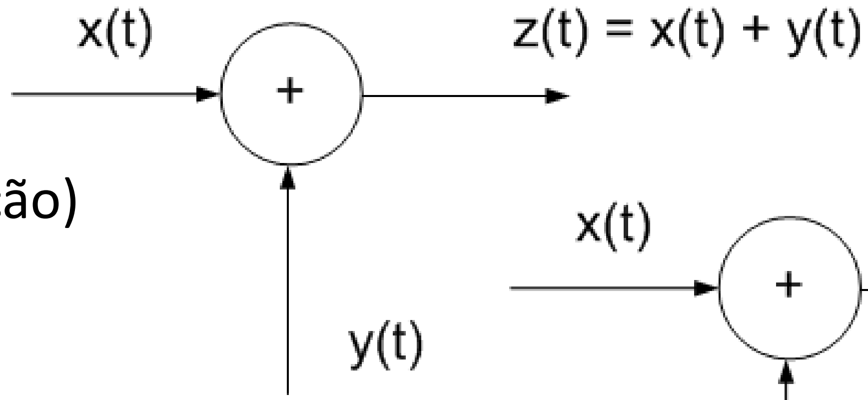
  2) Deslocamento
     - avanço
     - atraso

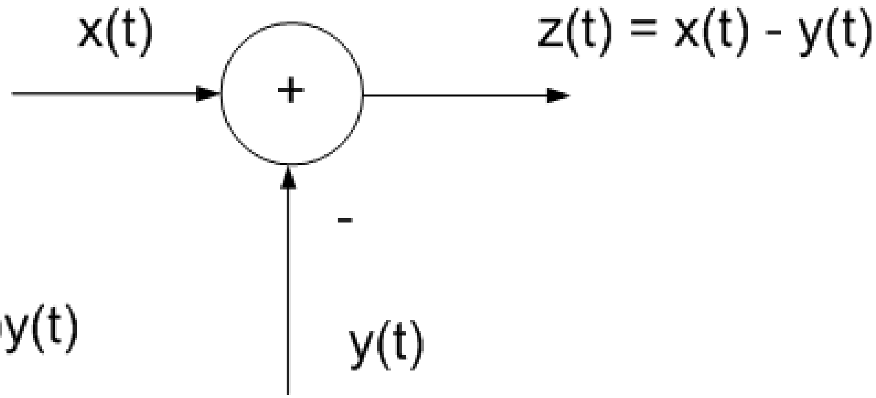
2. Operações sobre a amplitude

- Sobre a variável dependente (**amplitude**)
  1) Amplificação ou atenuação

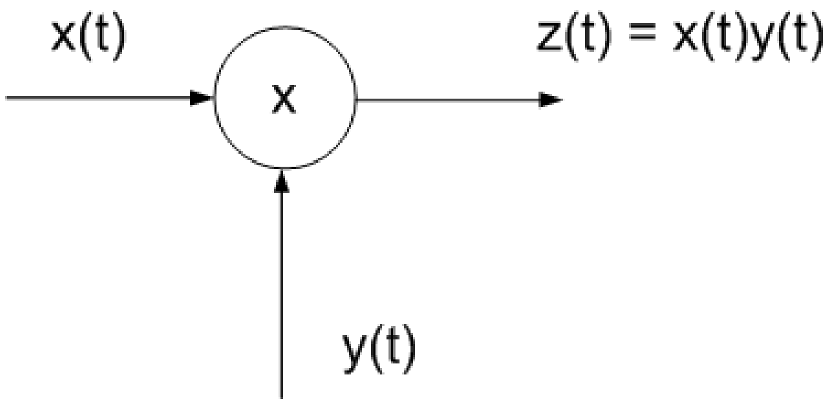


  2) Adição (subtração)



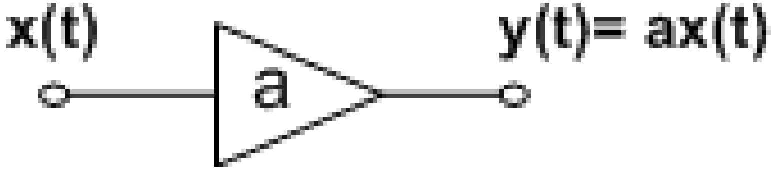


  3) Multiplicação



2. Operações sobre a amplitude

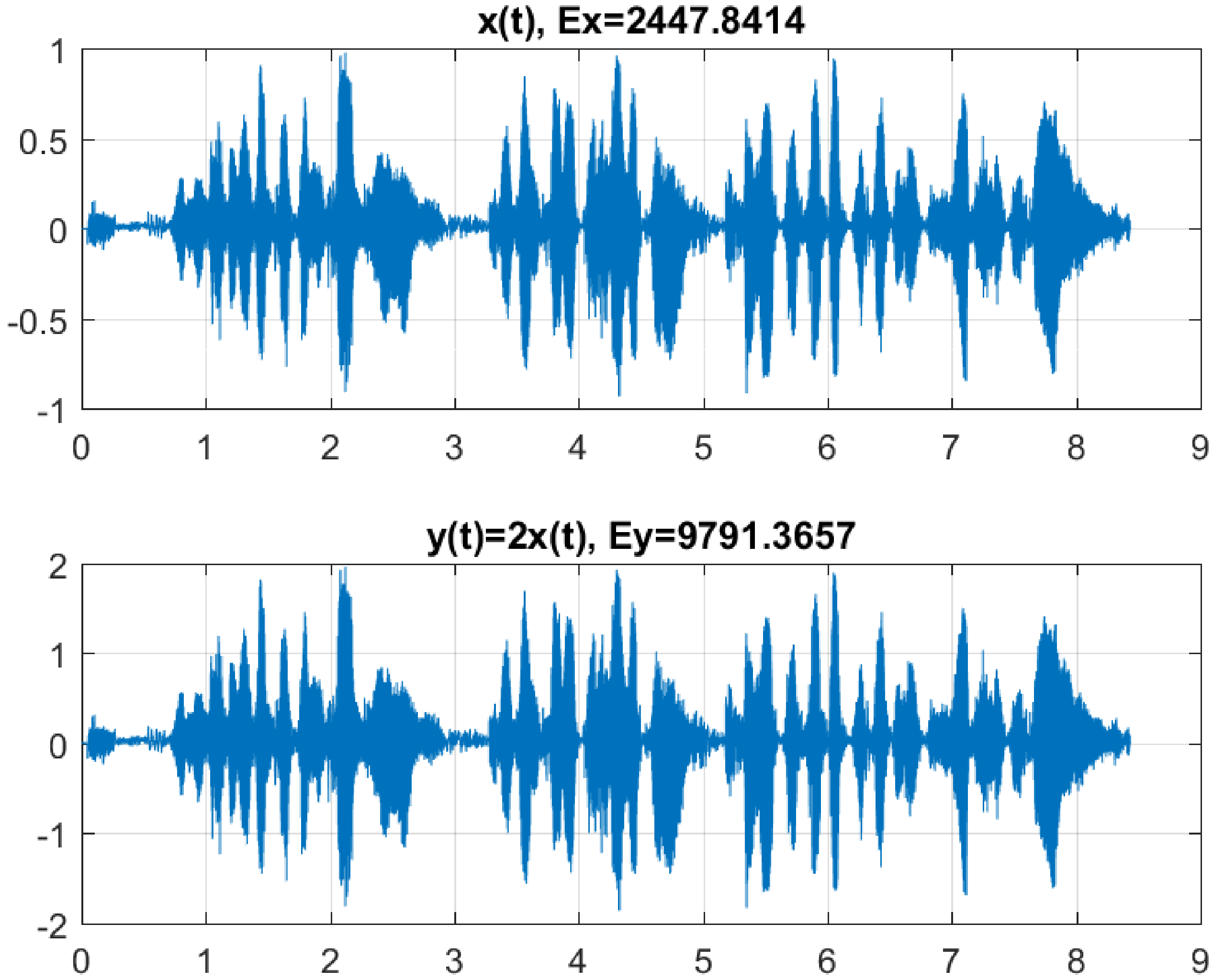
- Amplificação ou atenuação
  - O amplificador tem como símbolo um triângulo
  - O valor inserido no triângulo é a constante de amplificação (se |a| > 1) ou de atenuação (se |a| < 1).
  - A amplificação/atenuação modifica a energia (ou potência) do sinal



$$E_y = \int_{-\infty}^{+\infty} y^2(t)dt = \int_{-\infty}^{+\infty} a^2 x^2(t)dt = a^2 \int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t)dt = a^2 E_x$$

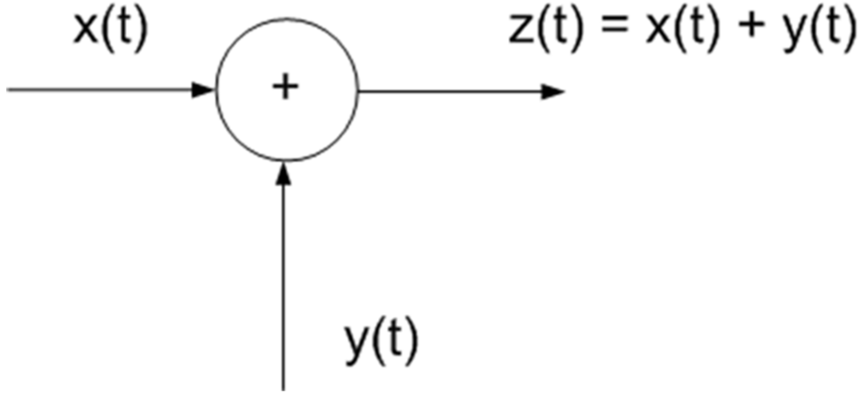
2. Operações sobre a amplitude

- Exemplo de amplificação com fator de 2



2. Operações sobre a amplitude

- Soma – realiza a mistura de dois sinais

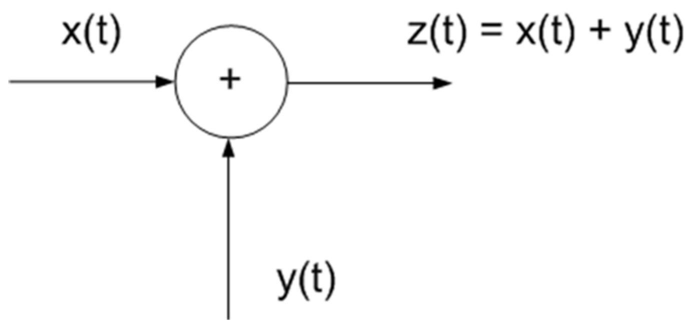


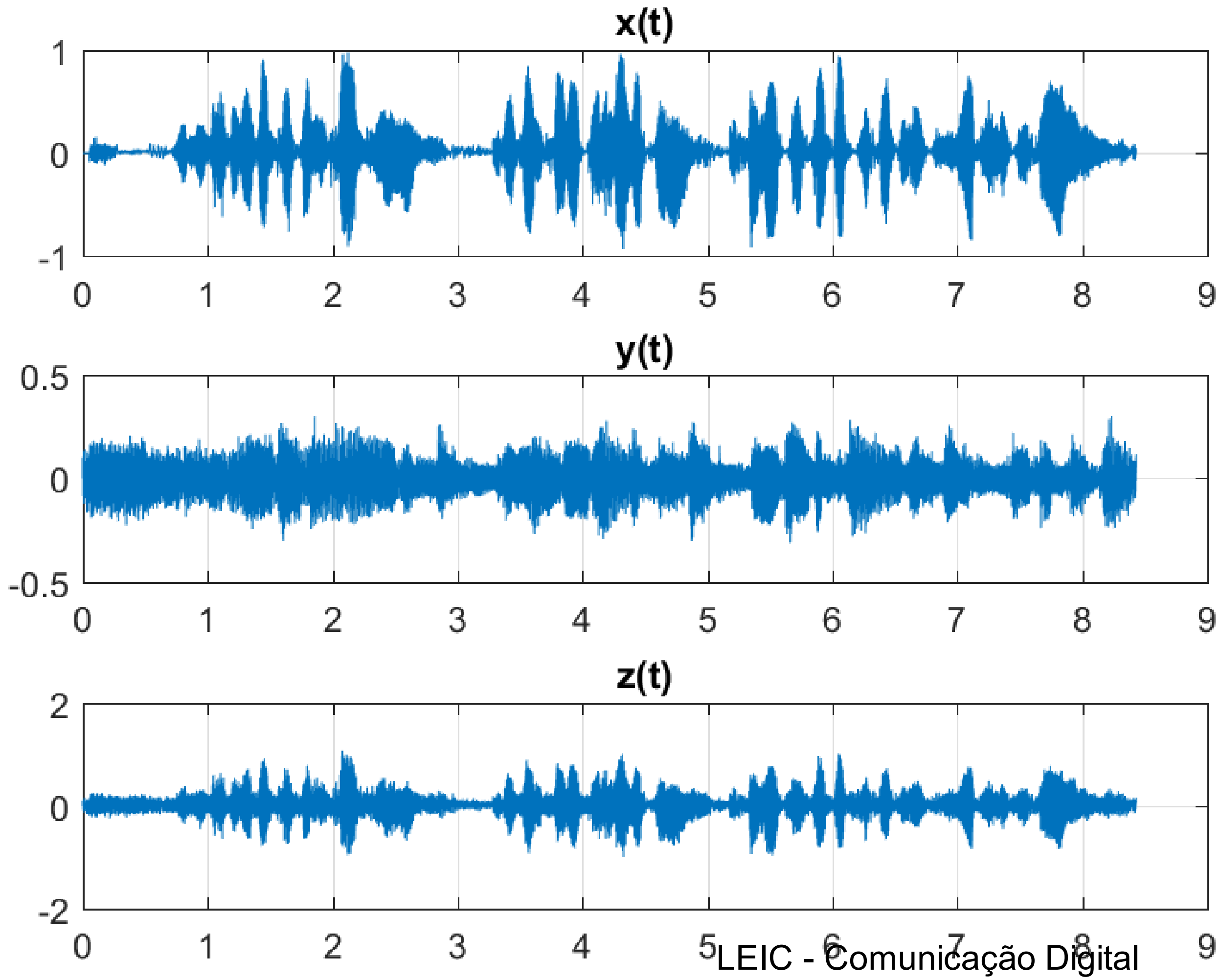
- Tem-se a seguinte relação de energias:

$$E_z = \int_{-\infty}^{+\infty} z^2(t)dt = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t)dt + \int_{-\infty}^{+\infty} y^2(t)dt + 2\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)y(t)dt$$

2. Operações sobre a amplitude

- Soma de dois sinais (fala e música)

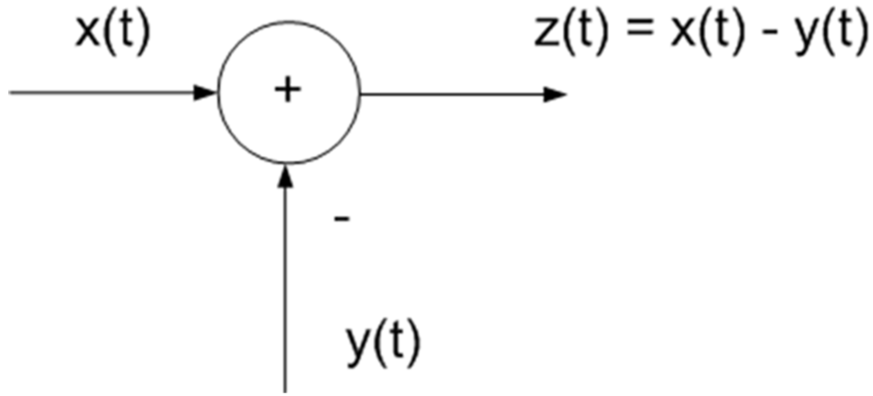




2. Operações sobre a amplitude

- Subtração
- Operação não comutativa
- Subtrai um conteúdo (sinal)

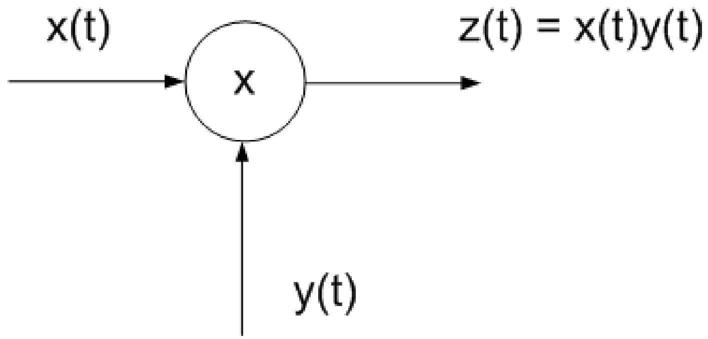
sobre outro conteúdo



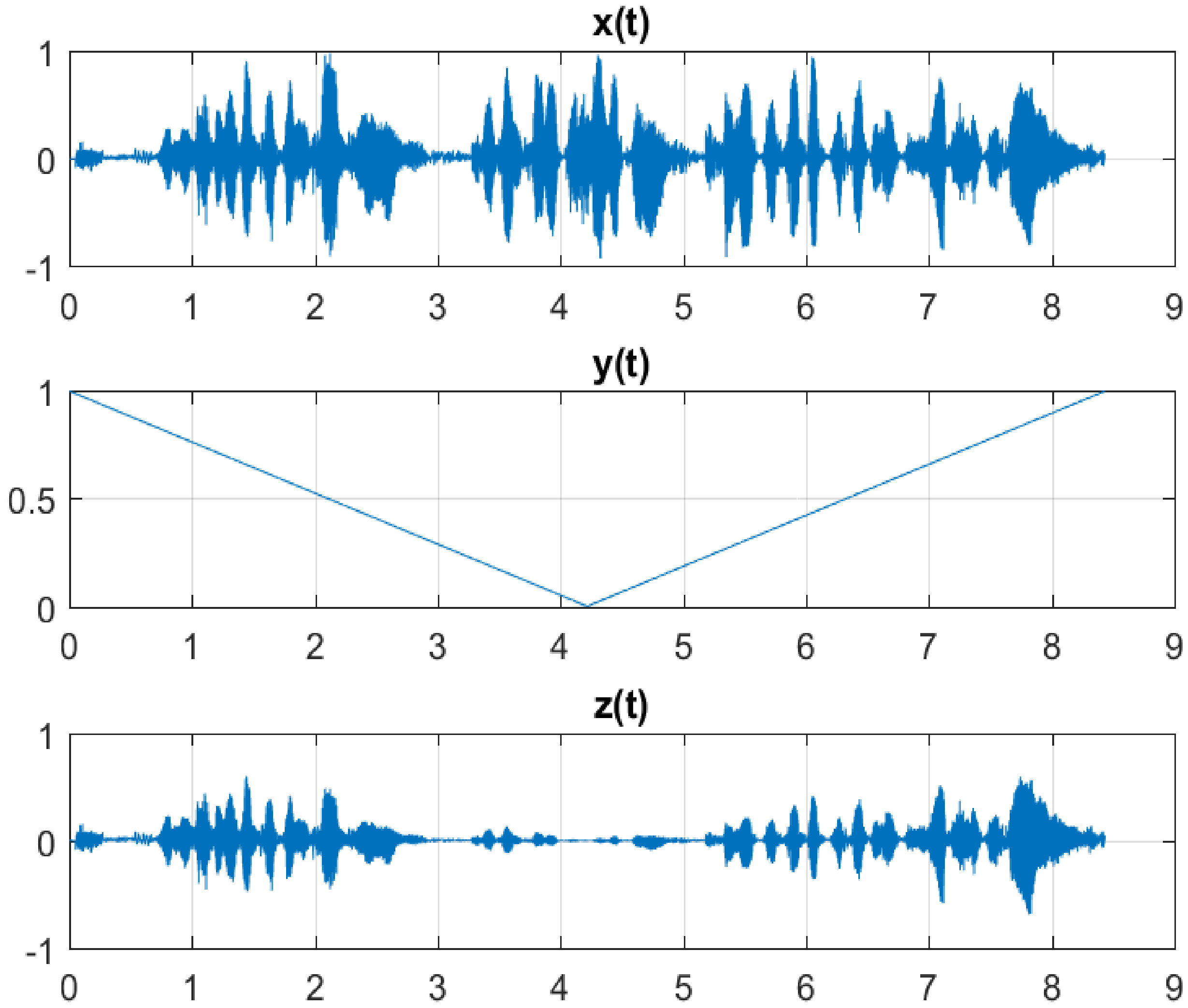
Tem-se a seguinte relação de energias:

$$E_z = \int_{-\infty}^{+\infty} z^2(t)dt = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t)dt + \int_{-\infty}^{+\infty} y^2(t)dt - 2\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)y(t)dt$$

2. Operações sobre a amplitude

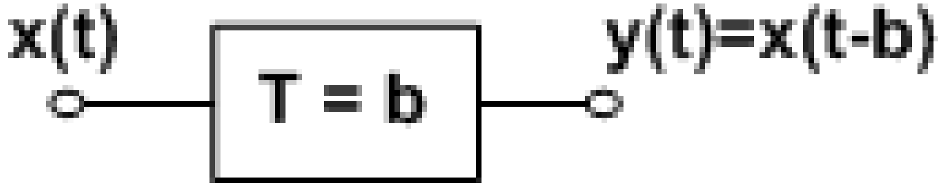


- Produto



3. Operações sobre o eixo dos tempos

- Sobre a variável independente (**eixo dos tempos**)
- Estas operações são da forma $y(t)= x(at – b)$
  - Escalamento $y(t) = x(at)$
    - $|a| > 1$, compressão no tempo
    - $|a| < 1$, expansão no tempo
  - Deslocamento $y(t) = x(t-b)$
    - $b > 0$, atraso temporal
    - $b < 0$, avanço temporal



Existe regra de precedência do deslocamento sobre o escalamento

3. Operações sobre o eixo dos tempos

- Escalamento y(t) = x(at)
- Para sinais do tipo energia temos

$$E_y = \frac{1}{|a|} E_x$$

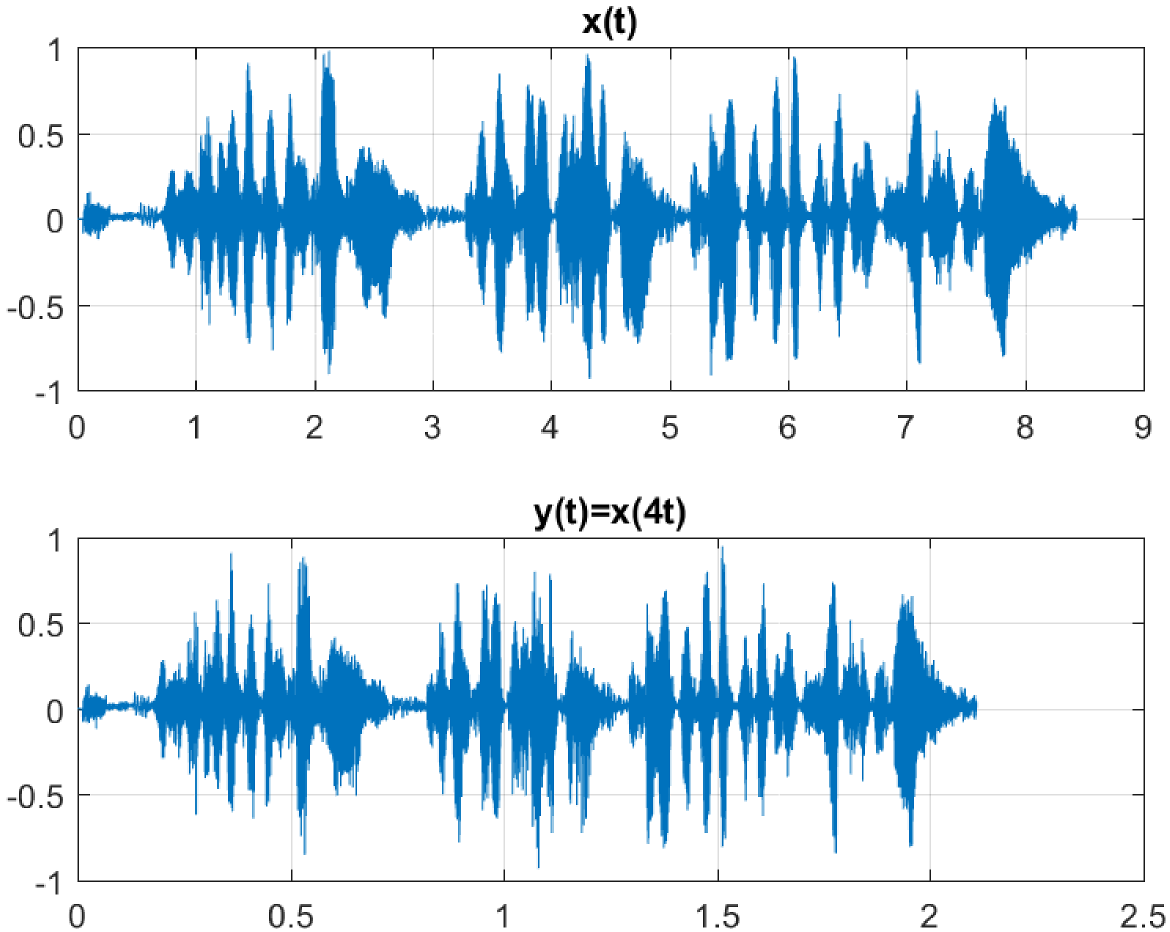
- Para sinais do tipo potência temos

$$P_y = P_x$$

- O escalamento altera a energia, mas não modifica a potência

3. Operações sobre o eixo dos tempos

- Escalamento y(t) = x(4t)

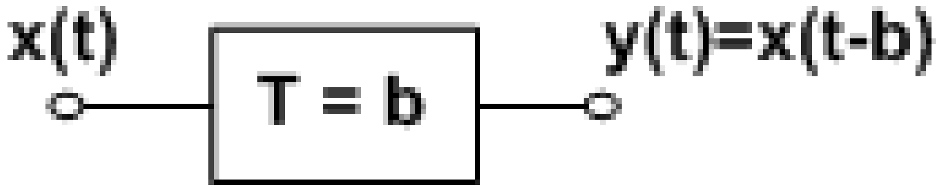


3. Operações sobre o eixo dos tempos

- Deslocamento $y(t) = x(t – b)$
- O deslocamento
  - não altera a energia (para sinais do tipo energia)
  - não altera a potência (para sinais do tipo potência)

3. Operações sobre o eixo dos tempos

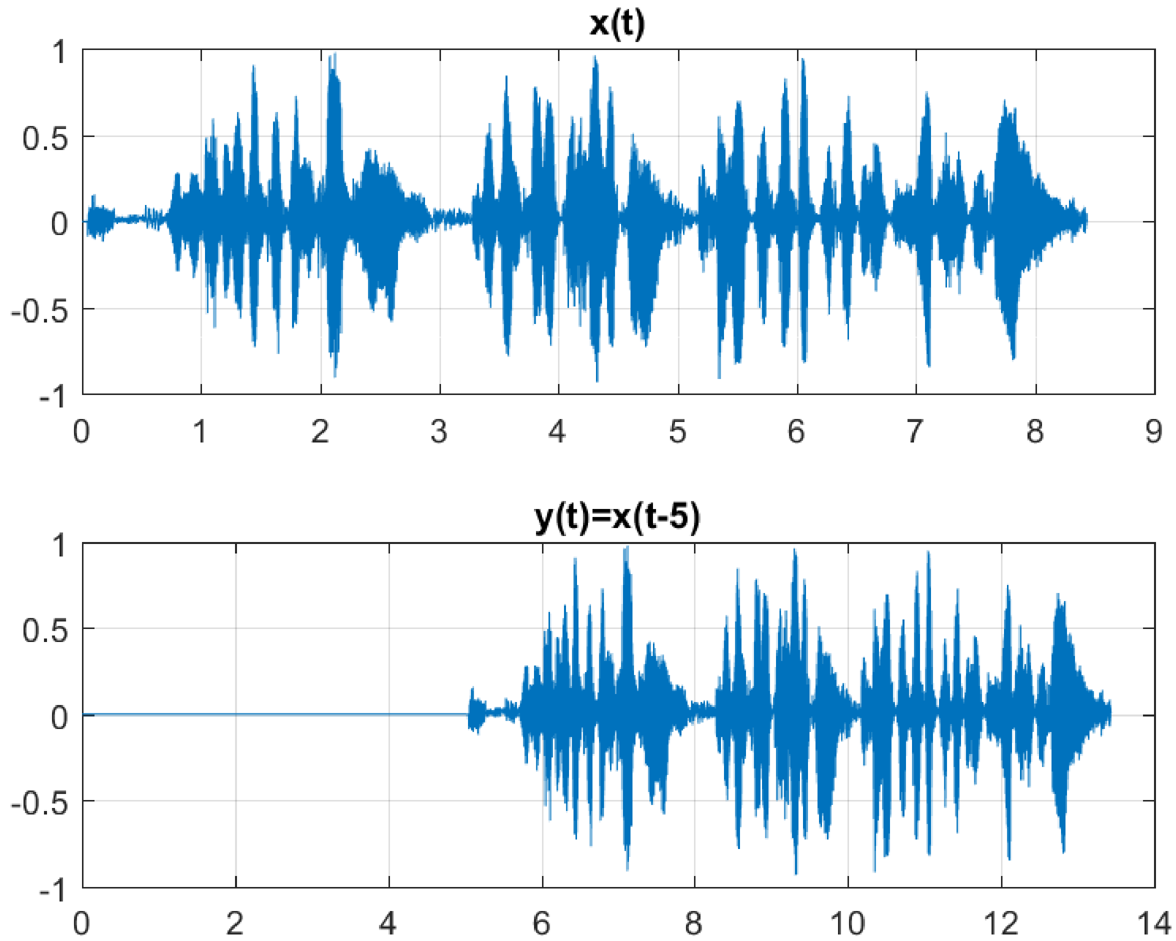
- Sobre a variável independente (**eixo dos tempos**)
- Estas operações são da forma $y(t)= x(at - b)$
  - Escalamento $y(t) = x(at)$
    - $|a| > 1$, compressão no tempo
    - $|a| < 1$, expansão no tempo
  - Deslocamento $y(t) = x(t-b)$
    - $b > 0$, atraso temporal
    - $b < 0$, avanço temporal



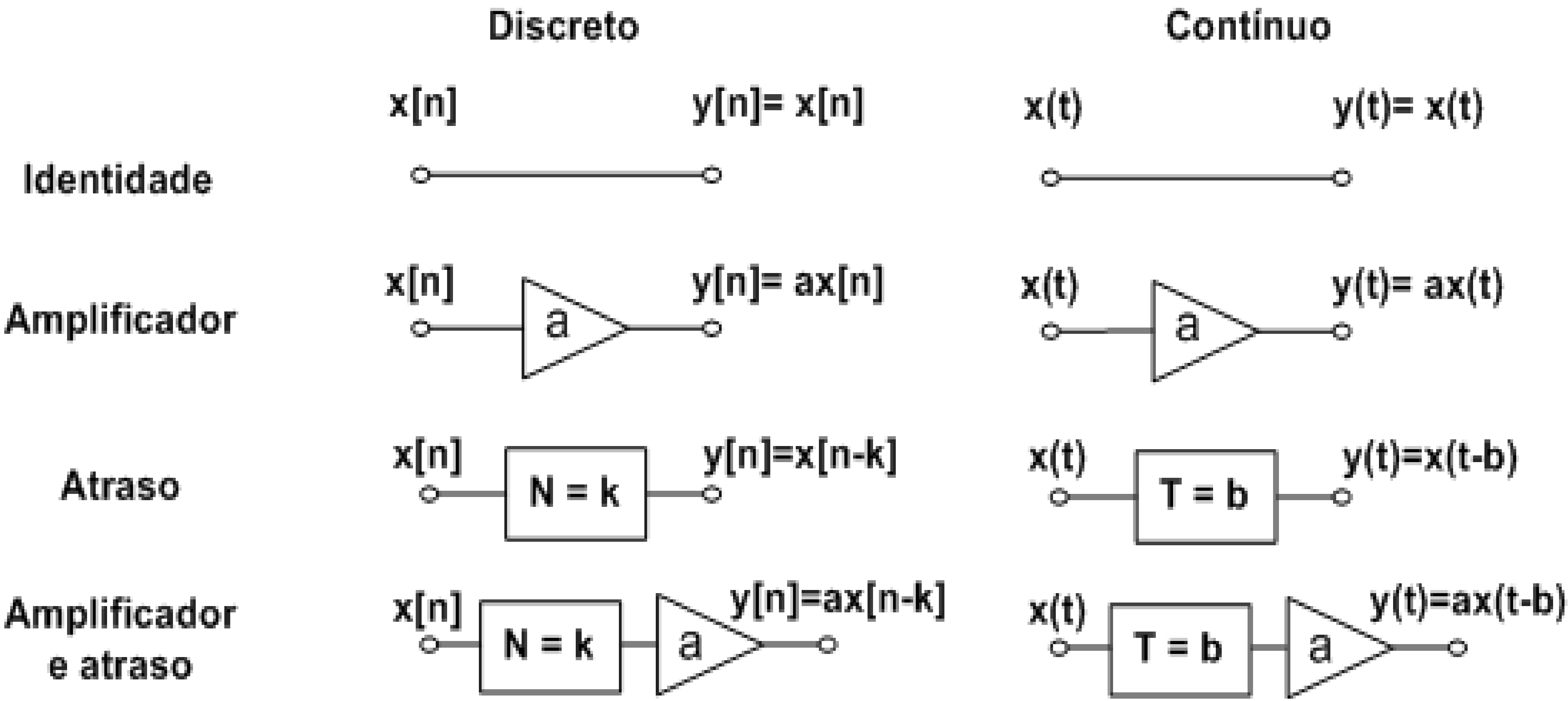
Existe regra de precedência do deslocamento sobre o escalamento. Primeiro realiza-se o deslocamento e depois o escalamento.

3. Operações sobre o eixo dos tempos

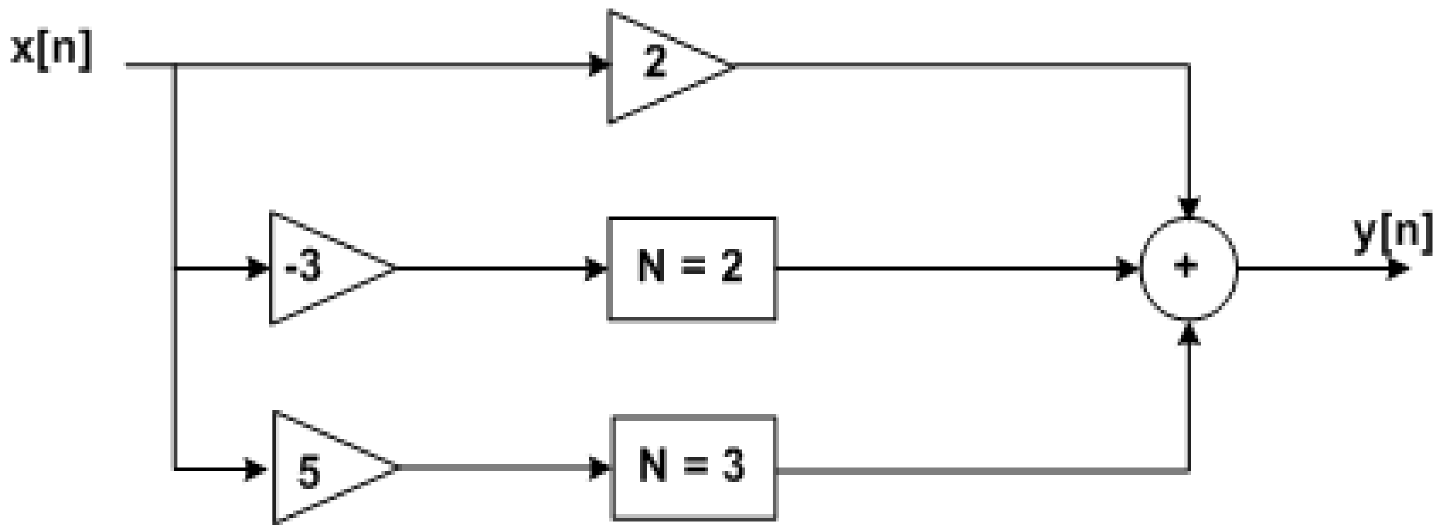
- Deslocamento $y(t) = x(t - 5)$



3. Operações – diagramas de blocos

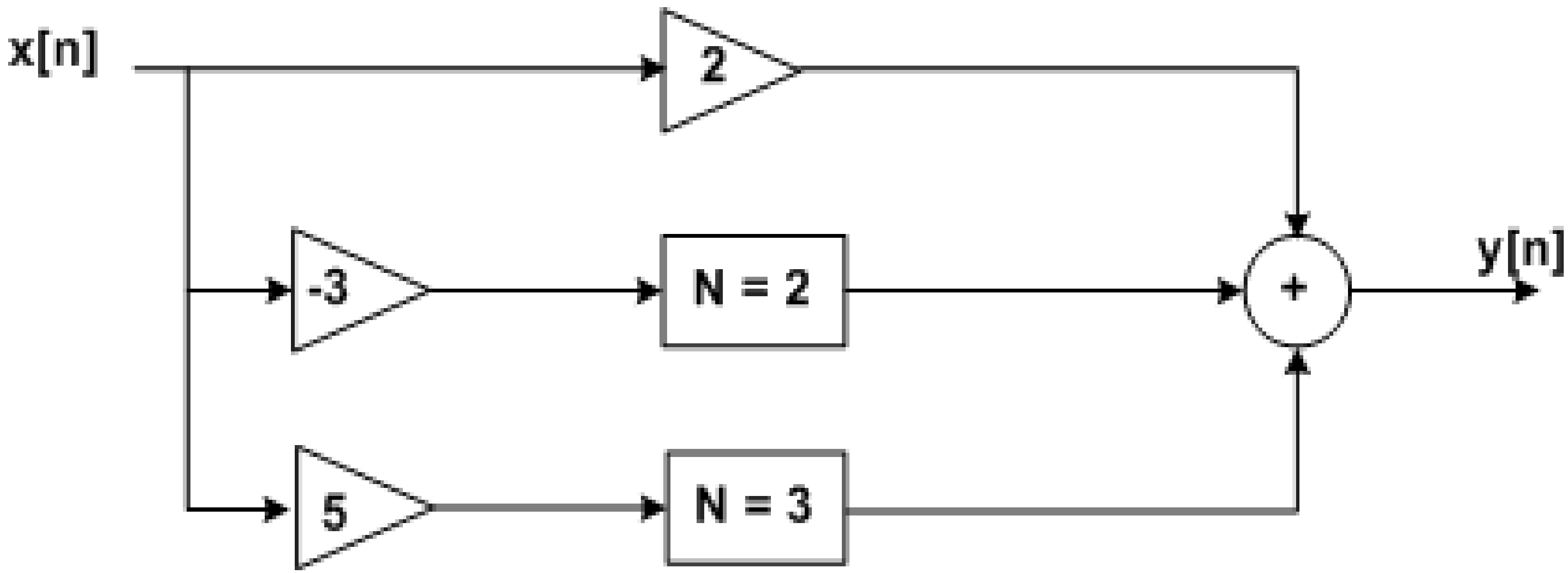


4. Exercícios



Qual a expressão que relaciona y[n] com x[n]?

4. Exercícios



Solução:

$y[n] = 2x[n] - 3x[n-2] + 5\,x[n-3]$

4. Exercícios

Sejam $x(t) = 3\prod\left(\frac{t-10}{5}\right)$

$y(t)=x(t) + 2x(t+20)$ e
$z(t)=x(t) - x(t+20)$.

a) Esboce os sinais $x(t)$, $y(t)$ e $z(t)$
b) Calcule as respetivas energias E_x, E_y e E_z

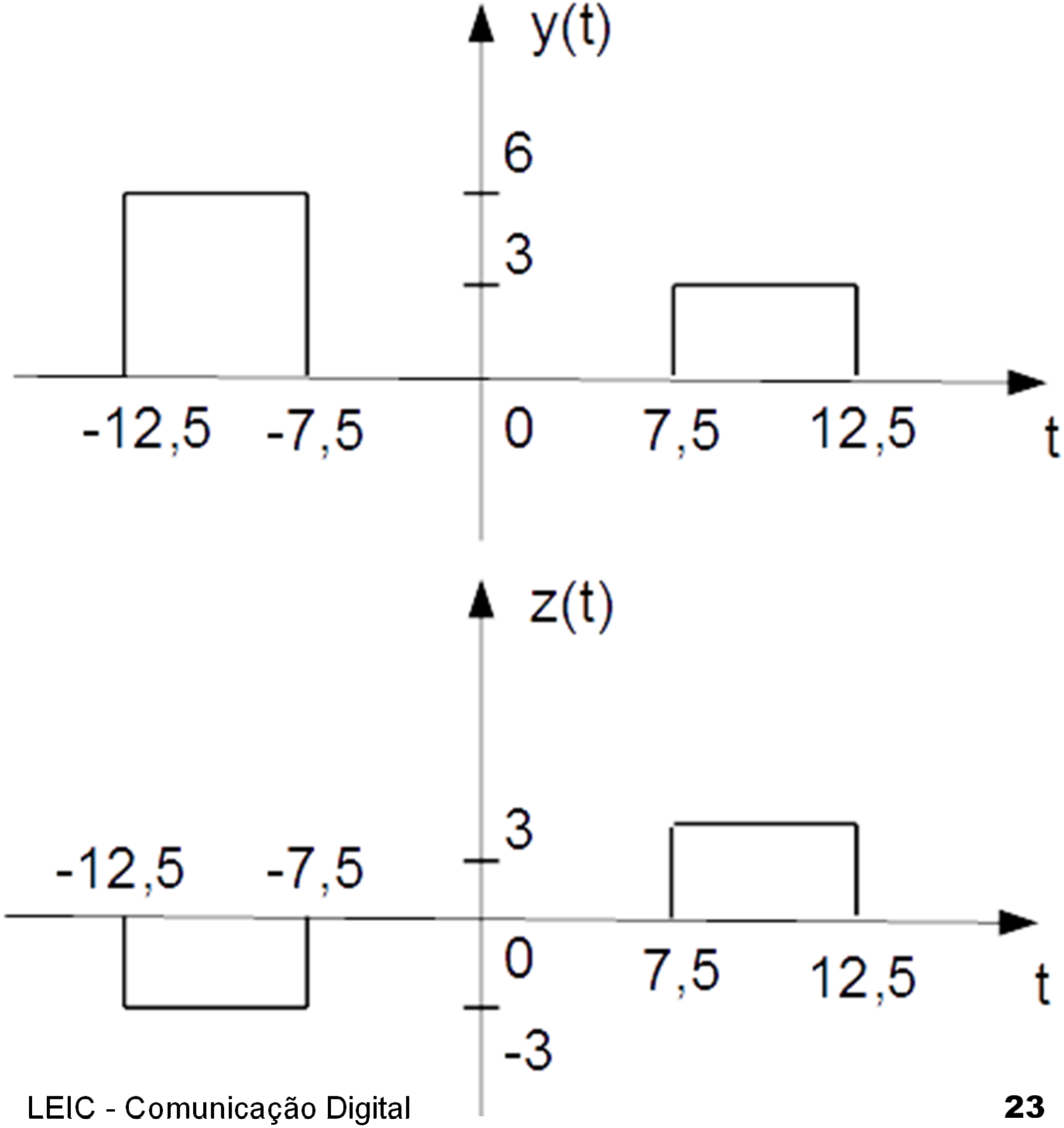
4. Exercícios

Solução

a)

$y(t)=x(t) + 2x(t+20)$

$z(t)=x(t) - x(t+20)$.



b)

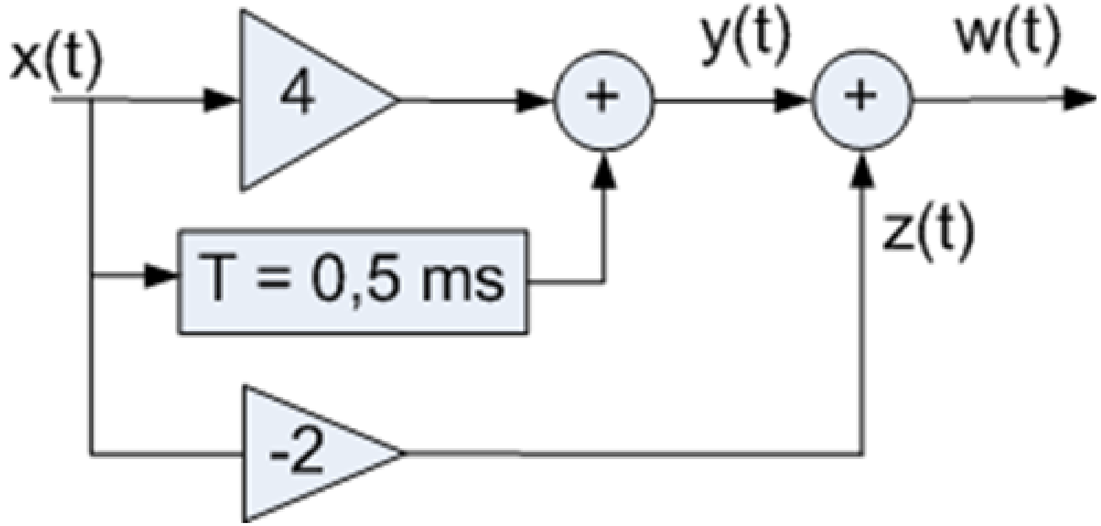
$E_x = 45$ J

$E_y = 225$ J

$E_z = 90$ J

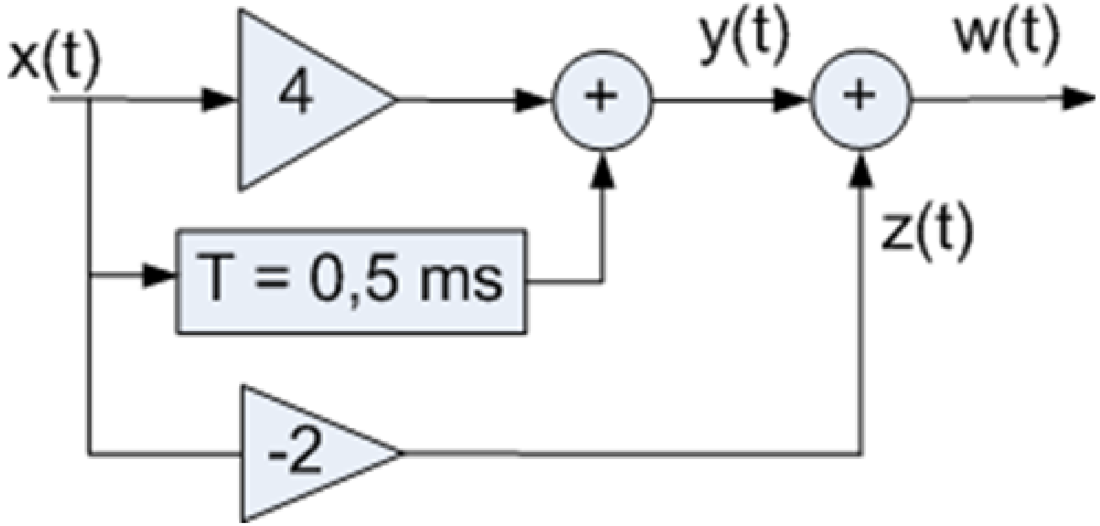
4. Exercícios

Considere o diagrama de blocos da figura



a) Exprima y(t) em função de x(t)
b) Exprima w(t) em função de x(t)

4. Exercícios



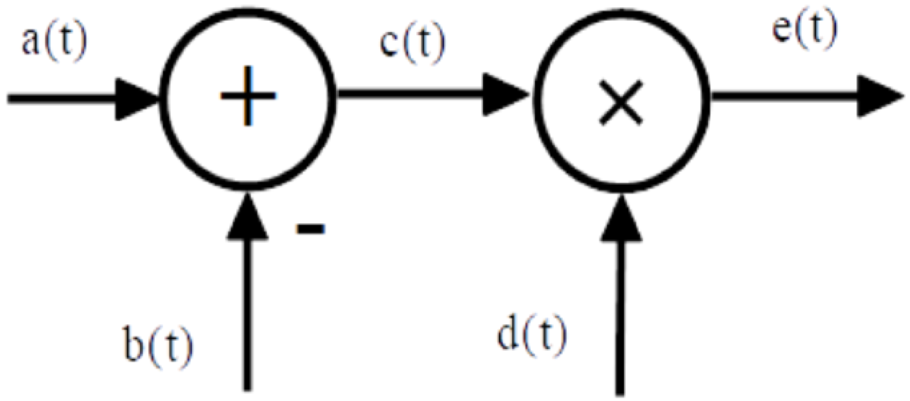
Solução

a) $y(t) = 4x(t) + x(t - 0{,}5x10^{-3})$

b) $w(t) = 2x(t) + x(t - 0{,}5x10^{-3})$

4. Exercícios

Considere o sistema representado na figura em que $a(t) = 4\prod\left(\frac{t-8}{4}\right)+2\prod\left(\frac{t+8}{4}\right)$, $b(t) = 2\prod\left(\frac{t+8}{4}\right)$ e $z(t) = -\cos(2\pi t)$.



(a) $\{1{,}0\}$ Esboce os sinais $a(t)$, $b(t)$ e $z(t)$. Calcule a energia e potência dos sinais $b(t)$ e $z(t)$.

(b) $\{1{,}0\}$ Esboce o sinal $e(t)$ sabendo que $d(t) = -z(0{,}5t)$.

4. Exercícios

Dados os sinais $a(t) = 2\mathrm{rect}\left(\frac{t-2}{2}\right)$, $b(t) = -1 + \cos(2\pi t + \pi)$

(a) $\{1{,}0\}$ Esboce cada um dos sinais e classifique-os quanto ao suporte, periodicidade e energia/potência.

(b) $\{1{,}0\}$ Considere o diagrama de blocos apresentado na figura. Apresente a expressão do sinal $d(t)$ e esboce-o. Determine o valor da energia, potência e valor médio de $d(t)$.