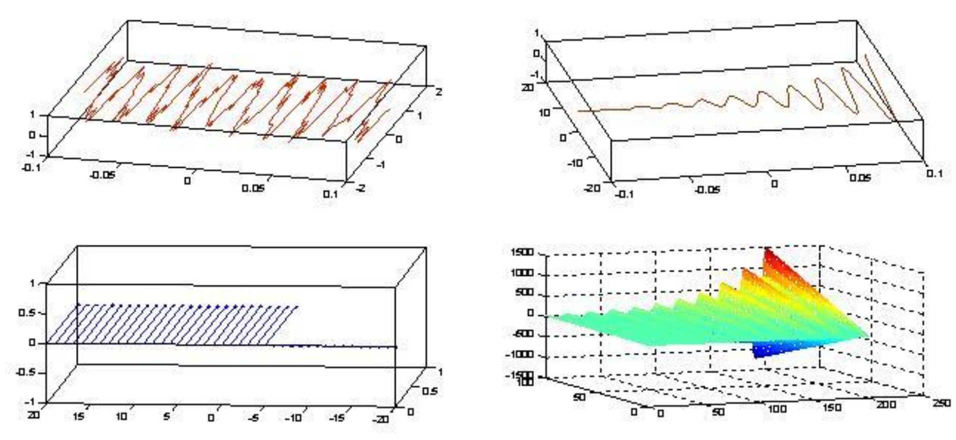
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

# Sinais e Sistemas



*Caderno de Exercícios para as Aulas*

João Paulo Teixeira - JPT

# Introdução ao Matlab

- **1ª aula de Matlab**

1. Falar das variáveis (matrizes)
2. Criar duas variáveis e realizar operações sobre elas. (ver valor das variáveis)
   a. *A=5, B=6, C=A+B,*
   b. *x=[1 2 3 4], y=3; xy=x.*y,*
   c. *t=0:0.001:0.1, c=4*sin(2*pi*50*t),*
   d. *representar c (plot)*
3. Criar um script
   a. *Comentário inicial com identificação do programa, autor e data*
   b. *t=0:0.001:0.1, c=4*sin(2*pi*50*t),*
   c. *representar c*
4. Num script explorar o plot
   a. *t=0:0.001:0.1,*
   b. *x=2*sin(2*pi*50*t)*
   c. *y=2*sin(2*pi*100*t)*
   d. *z=x+y*
   e. *subplot(2,2,1); plot (x)*
   f. *subplot(2,2,2); plot (y)*
   g. *subplot(2,1,2); plot (z)*
   h. *usar o xlabel, ylabel,title,grid.*

- **2ª aula de Matlab**

5. Ciclo for
   a. $N=\sum_{i=5}^{35} i^2$ *- N=0; for i=5:35, N=N+i^2; end; N*
   b. *N=sum(i.^2)*
6. If
   a. *Efectuar o somatório anterior apenas para i impar. (Usar a função mod – resto da divisão, para verificar se i é impar)*
7. while
   a. *Efectuar o somatório de i^2 apenas enquanto o resultado for inferior a 1000.*
8. Criar um ficheiro (fopen) de texto que:
   a. *seja para escrita,*
   b. *faz a leitura da variável a, enquanto a<5, usando a função input,*
   c. *Usar o switch case para:*
      - *Se a=1, lê o primeiro nome e escreve no ficheiro;*
      - *Se a=2 lê o segundo nome e escreve no ficheiro;*

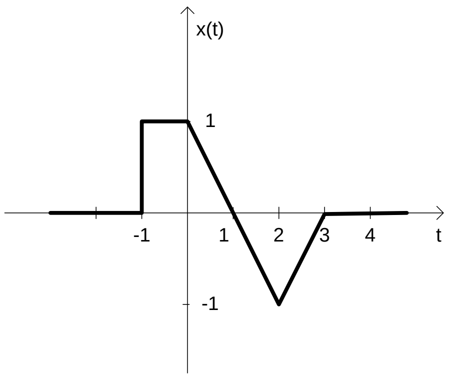
- *Se a=3 lê o primeiro apelido e escreve no ficheiro;*
- *Se a=4 lê o segundo apelido e escreve no ficheiro;*
- *Noutros casos escreve "Adeus" usando a função disp*

d. *Escreve a data no ficheiro (função date);*

e. *Fecha o ficheiro (fclose)*

## Sinais

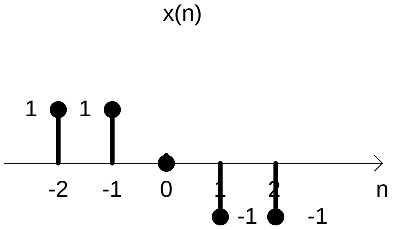
1. Considere o seguinte sinal contínuo x(t):




Represente os seguintes sinais:

a) a(t)=0.5x(t)
b) b(t)=2x(-t)
c) c(t)=2x(t+1)
d) d(t)=x(2t)
e) e(t)=x(2t+1)
f) f(t)=2x(1-t)

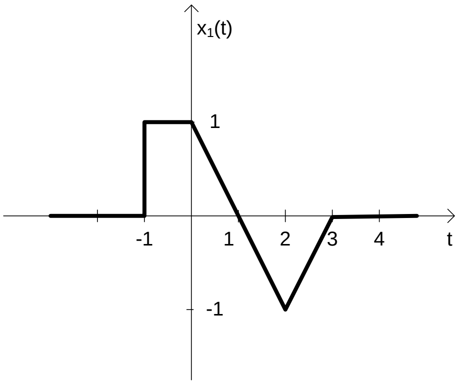
2. Considere o seguinte sinal discreto x(n):

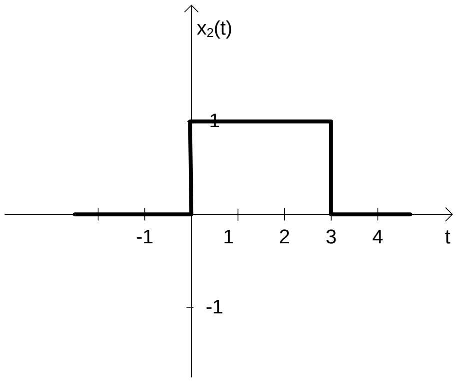


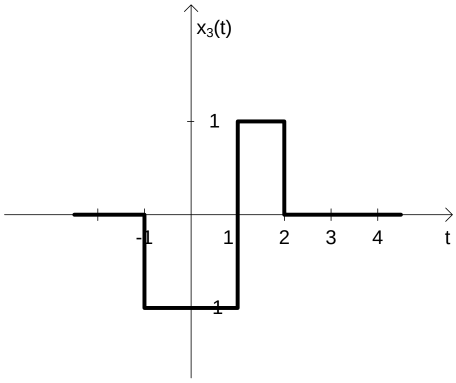

Represente os seguintes sinais:

a) a(n)=2x(n)
b) b(n)=0.5x(-n)
c) c(n)=1.5x(2n)
d) d(n)=x(n-2)
e) e(n)=x(2-n)

3. Considere os seguintes sinais contínuos:




Represente os seguintes sinais:

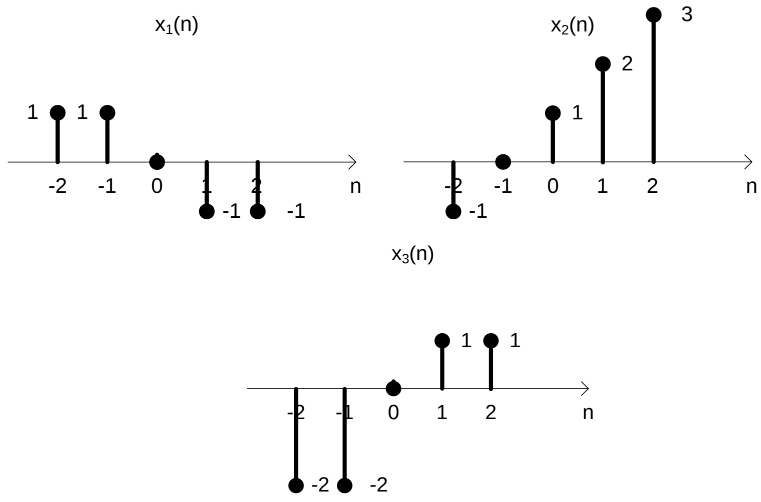
a) $a(t)=x_1(t)+x_2(t)$

b) $b(t)=x_2(t)+x_3(-t)$

c) $c(t)=x_1(t)-x_3(t)$

d) $d(t)=x_2(t)-x_1(t-1)$

4. Considere os seguintes sinais discretos:




Represente os seguintes sinais:

a) $a(n)=x_1(n)+x_2(n)$

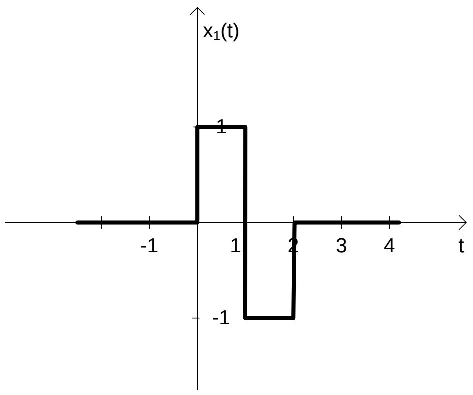
b) $b(n)=x_1(n)+x_3(n)-x_2(n)$

c) $c(n)=x_1(n-1)+x_2(1-n)$

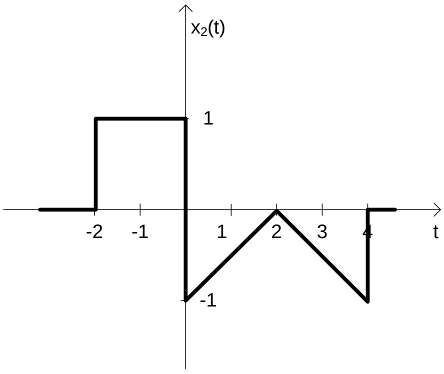
d) $d(n)=x_3(n)-2x_1(-n)$

5. Represente as componentes par e ímpar de cada um dos seguintes sinais:

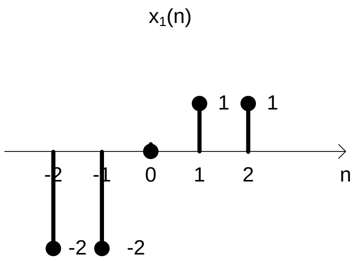
a)



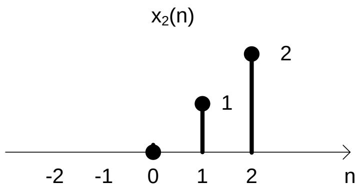
b)




c)




d)



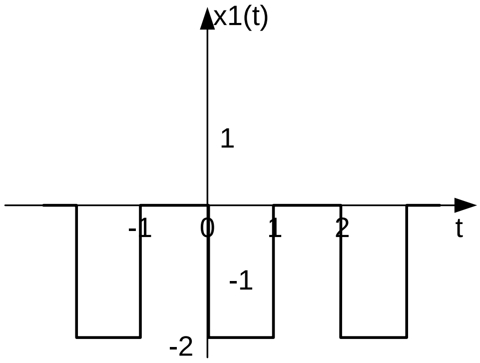

6. Verifique se os seguintes sinais são periódicos, e indique o período para os sinais periódicos:
   a) $a(n)=3sen(12\pi n)$
   b) $b(n)=12cos(4/3\pi n+\pi/4)$
   c) $c(n)=sen(12n)$
   d) $d(n)=e^{j(3/2\pi n)}$

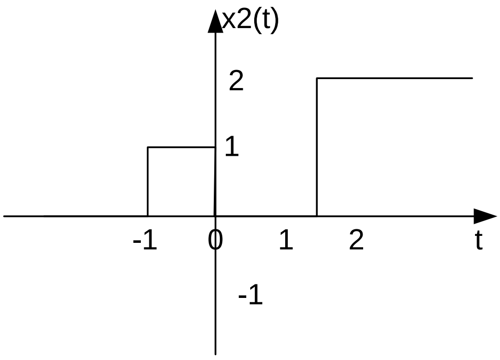
7. Represente os seguintes sinais com t entre 0 e 1 s:
   a) $g(t)=20sen(2\pi t)$
   b) $i(t)=10sen(2\pi t+\pi/2)$
   c) $j(t)=5cos(2\pi t*2*t)$
   d) $l(t)=Re\{e^{j(2\pi t-\pi/2)}\}$
   e) $m(t)=Im\{e^{j(2\pi t-\pi/2)}\}$

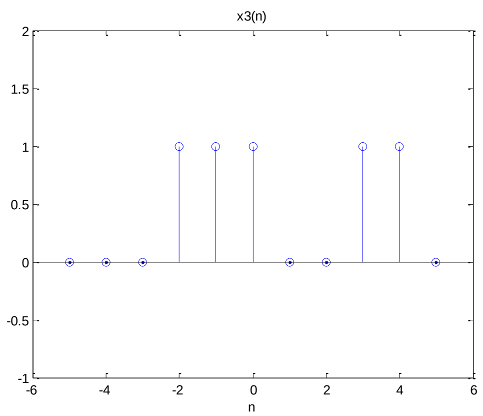
8. Represente os seguintes sinais:
   a) s(t)=u(t+2)-u(t+1)+u(t)-u(t-1)+u(t-2)-u(t-3)
   b) v(t)=3u(2-t)
   c) w(t)=-3u(t)+u(t-1)+u(t-2)+u(t-3)
   d) x(t)=2δ(t-2)-2δ(t)+2δ(t-1.3)
   e) y(t)=t[u(t)-u(t-2)]
   f) z(t)=(t+2)[u(t+2)-u(t)]+(-t+2)[u(t)-u(t-2)]

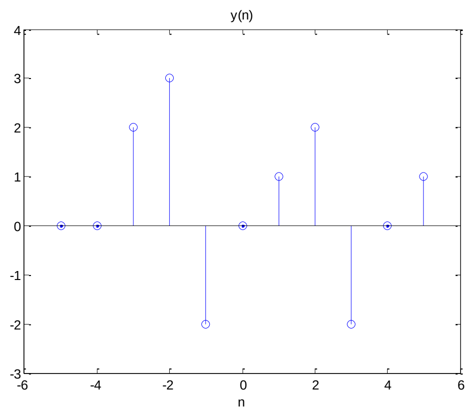
9. Represente os seguintes sinais:
   a) a(n)=u(n+2)-u(n-3)
   b) b(n)=-2u(-3-n)
   c) c(n)=3u(n)-u(n-3)-2u(n-5)
   d) d(n)=2δ(n+2)-2δ(n)+δ(n-1)+δ(n-2)
   e) e(n)=-3δ(n-1)+2δ(n-1)

10. Escreva a expressão para os seguintes sinais:



11. Represente em Matlab os sinais do exercício 7.

12. Represente em Matlab os seguintes sinais com t entre 0 e 1 s (i(t) e j(t) do exercício 7):

a) $n(t)=i(t)+j(t)$

b) $Re\{0.5e^{(-1+j2\pi)t}+0.5e^{(-1-j2\pi)t}\}$

13. Represente em Matlab os seguintes sinais, com t entre -1 e 1 segundos e n entre -20 e 20:

a) $o(t)=2e^{2t}e^{j10\pi t}$

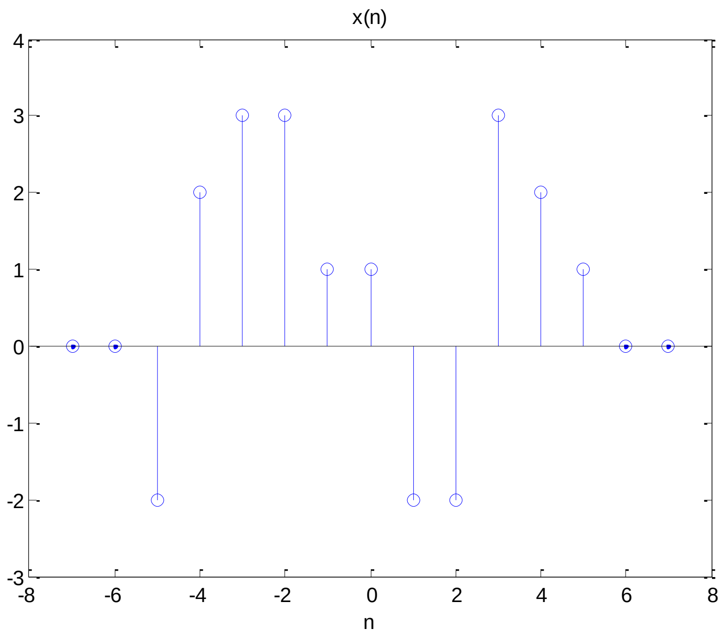
b) $p(t)=2e^{-1.5t}e^{j20\pi t}$

c) $q(n)=3e^{0.1n}e^{j0.2\pi n}$

d) $r(n)=3e^{-0.1n}e^{j0.2\pi n}$

e) $s(n)=3e^{-0.1n}e^{j\pi n}$

14. Crie e represente o sinal x(n) em Matlab:

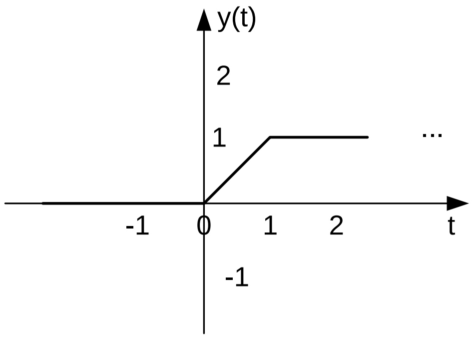



a) Crie e represente o sinal y(n)=x(-n) (recorra à função fliplr)

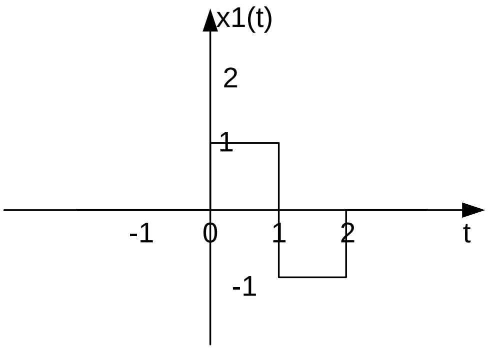
# Sistemas

1. Verifique se os seguintes sistemas são lineares, invariantes no tempo, instantâneos, causais e estáveis:
   a) $T\{x(t)\} = y(t) = 2x(t) + x(t-1)$
   b) $T\{x(t)\} = y(t) = x(\frac{t}{3})$
   c) $T\{x(t)\} = y(t) = x(t)\cos(3t)$
2. Verifique se os seguintes sistemas são lineares, invariantes no tempo, sem memória, causais e estáveis:
   a) $T\{x(n)\} = y(n) = x(-n)$
   b) $T\{x(n)\} = y(n) = |x(n)|$
   c) $T\{x(n)\} = y(n) = 2x(n) + x^2(n)$

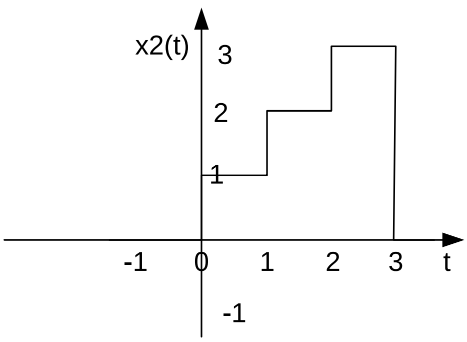
3. Um sistema Linear e Invariante no Tempo responde a um degrau na sua entrada com o sinal da figura:




Determine a resposta do sistema às seguintes entradas:

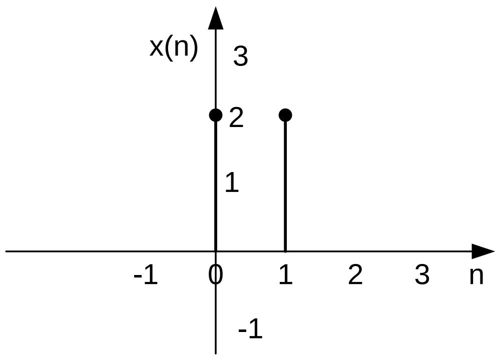


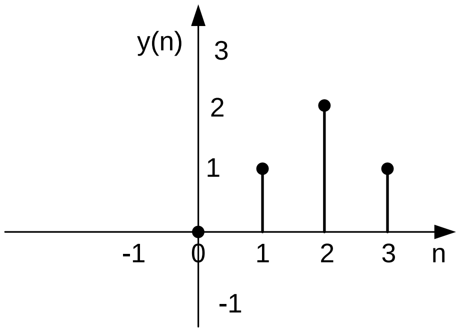

*a)*



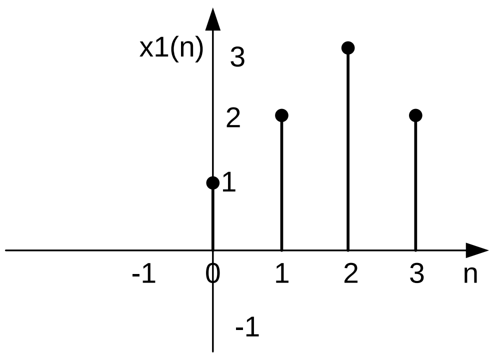

b)

4. O sinal discreto x(n) foi aplicado a um sistema LIT tendo produzido a saída y(n) das figuras:

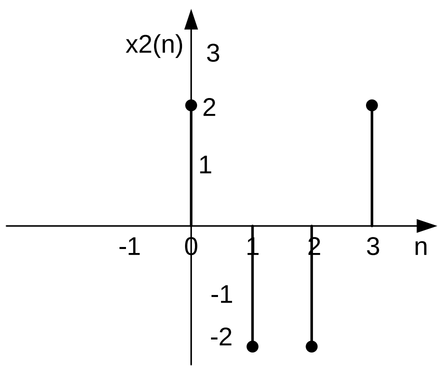



Determine a resposta do sistema às seguintes entradas:




a)




b)

# Sistemas Lineares e Invariantes no Tempo (LIT)

1. Considere um sistema LIT discreto com a resposta impulsional h(n).

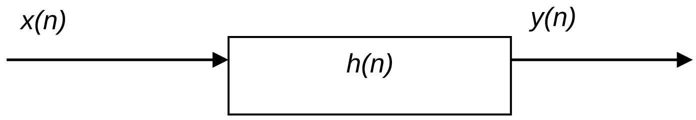
   $$h(n) = 2\delta(n+1) + 2\delta(n-1)$$

   a) Determine a resposta do sistema à entrada $x(n) = \delta(n) + 2\delta(n-1) - \delta(n-3)$
   b) Determine a resposta do sistema à entrada x(n+2).

2. Determine a convolução entre x(n) e h(n) seguintes:

   $$h(n) = u(n+2) - u(n-2) \qquad\qquad x(n) = u(n)$$

3. Considere o sistema LIT dado pela seguinte resposta impulsional:



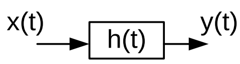

   h(n)=u(n)+u(n-2)-2u(n-4)

   Determine a resposta do sistema à entrada

   x(n)= δ(n+1)-δ(n)+δ(n-1)

4. Considere um sistema contínuo LIT com resposta impulsional h(t)=u(t-1)-u(t-3)

   Determine a resposta do sistema à entrada: x(t)=t.[u(t)-u(t-1)].




5. Determine a convolução entre os seguintes sinais:

   $$h(t) = u(t+1) + u(t-1) - 2u(t-3) \qquad\qquad x(t) = 2u(t) - 2u(t-1)$$

6. Determine e desenhe a convolução entre os seguintes sinais:

$$x(t)=\begin{cases} t+1, & 0\leq \text{t} \leq 1 \\ 2-t, & 1\leq \text{t} \leq 2 \\ 0, & \text{outro valor de t} \end{cases} \qquad h(t)=\delta(t+2)+2\delta(t+1)$$

# Série de Fourier

1. Determine os coeficientes $C_k$ do seguinte sinal periódico.

   $x(t) = \cos 2t + 3\cos 4t$

   a) Usando as propriedades de integração
   b) Usando as fórmulas de Euler

2. Para os seguintes sinais

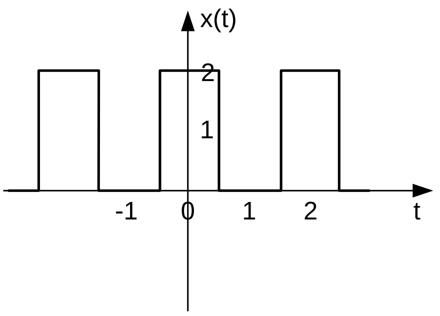
   i) $x(t) = 5 + 2\sin(3t) + 4\cos(9t + \frac{\pi}{4})$

   ii) $y(t) = 5 - 10\cos(10^6 t) + 4\cos(10^7 t) + 2\sin(1.1\times 10^7 t)$

   iii) $z(t) = -2 + 3e^{-j\pi t} + 3e^{j\pi t} + 5e^{j\frac{\pi}{2}}e^{j3\pi t} + 5e^{-j\frac{\pi}{2}}e^{-j3\pi t}$

   a) Determine os coeficientes da forma exponencial. Escreva as expressões da série de Fourier na forma exponencial e na forma trigonométrica combinada do sinal.
   b) Determine os coeficientes da forma trigonométrica.

3. Considere o seguinte sinal




   a) Determine os coeficientes da forma exponencial da série de Fourier.
   b) Determine os coeficientes da forma trigonométrica a partir dos coeficientes $C_k$.
   c) Realiza um pequeno script em Matlab para criar o sinal usando as formas anteriores.

# Transformada de Fourier

1. Determine a transformada de Fourier dos seguintes sinais usando a definição da transformada e usando pares de transformadas conhecidas combinadas com as propriedades da transformada de Fourier:

   a) $a(t) = e^{-2(t-1)}u(t-1)$

   b) $b(t) = \delta(t+1) + \delta(t-1)$

   c) $c(t) = \dfrac{d}{dt}\{u(-2-t) + u(t-2)\}$

2. Determine a transformada inversa de Fourier dos seguintes sinais:

   a) $D(\Omega) = 2\pi\delta(\Omega) + \pi\delta(\Omega - 4\pi) + \pi\delta(\Omega + 4\pi)$

   b) $E(\Omega) = \dfrac{2\sin\left[3(\Omega - 2\pi)\right]}{(\Omega - 2\pi)}$

3. Considerando o par de transformadas x(t)--->X(Ω), exprima a transformada dos sinais seguintes em função de X(Ω) utilizando para isso as propriedades da transformada de Fourier.

   a) $f(t) = x(1-t) + x(-1-t)$

   b) $g(t) = \dfrac{d^2}{dt^2}x(t-1)$

4. Considere o seguinte par de transformadas de Fourier

$$e^{-|t|} \xrightarrow{TF} \frac{2}{1+\Omega^2}$$

   a) Use as propriedades da transformada de Fourier apropriadas para determinar a transformada de Fourier de

$$t.e^{-|t|}$$

   b) Usando o resultado da alínea a), e a propriedade adequada determine a transformada de Fourier de

$$\frac{4t}{\left(1+t^2\right)^2}$$

# Transformada de Laplace

1. Determine a transformada de Laplace dos seguintes sinais:

   a) $x_1(t) = e^{-2t}u(t) + e^{-3t}u(t)$

   b) $x_2(t) = e^{-4t}u(t) + e^{-5t}sen(5t)u(t)$

   c) $x_3(t) = t.e^{-2t}u(t)$

2. Considere os sinais

$$x(t) = e^{-2t}u(t) \qquad\qquad z(t) = e^{-3t}u(t)$$

e

$$y(t) = x(t-2) * z(3-t)$$

Determine a transformada de Laplace de y(t) e a sua ROC, usando as propriedades da TL.

3. Determine a transformada inversa de Laplace para cada um dos sinais.

   a) $X_1(s) = \dfrac{2s^2+4s-6}{s^2+3s+2}, \quad \sigma>-1$

   b) $X_2(s) = \dfrac{s-1}{s^2+5s+6}, \quad -3<\sigma<-2$

   c) $X_3(s) = \dfrac{2s^2+4s-6}{s^2+3s+2}, \quad \sigma<-2$

4. Determine a resposta impulsional h(t) de um sistema causal cuja entrada x(t) e saída y(t) estão relacionadas pelas seguintes equações diferenciais.

   a) $\dfrac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = x(t)$

   b) $\dfrac{d^2y(t)}{dt^2} + 3\dfrac{dy(t)}{dt} + 2y(t) = \dfrac{dx(t)}{dt} + 3x(t)$