

# Processamento Digital de Sinais

Lista de Exercícios – Área I

*Prof. Fabricio Ferrari*, 2009

**1.** Para os sinais contínuos  $x_c(t)$  abaixo, encontre as amostras  $x[n]$  para  $0 \leq n \leq 10$  e para 3 diferentes períodos de amostragem:  $T_a = 0.1$ ,  $T_a = 1$  e  $T_a = 2$

a)  $x_c(t) = \cos(\pi t)$

b)  $x_c(t) = e^{-t/2}$

c)  $x_c(t) = \ln(t + 2)$

**2.** Para as sequências

$$x[n] = [2, 4, 3, 5, 9, 2, 4, 3, 5, 9, 2, 4]$$

$$y[n] = [1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0]$$

calcule e represente graficamente as seguintes operações

a)  $x[n] + y[n]$

b)  $x[n] - 5y[n]$

c)  $x[n] * y[n]$

d)  $\Delta x[n]$

e)  $\Delta y[n]$

f)  $\Delta^2 x[n]$

g)  $\Delta^2 y[n]$

h) acumulação de  $x[n]$

i) acumulação de  $y[n]$

j) período de  $x[n]$  e  $y[n]$

k) período de  $x[n] + y[n]$

**3.** Determine se os sinais abaixo são periódicos ou não e, em caso positivo, calcule seu período.

a)  $x[n] = \cos(n)$

b)  $x[n] = \cos(\pi n)$

c)  $x[n] = n \bmod 3$

d)  $x[n] = n \bmod 10$

e)  $x[n] = (-1)^n$

**4.** Determine se os sinais a seguir, são causal, linear, invariante com o tempo e estável.

a)  $H\{x[n]\} = e^{-n}$

b)  $H\{x[n]\} = x[2n]$

c)  $H\{x[n]\} = x[n - 1]$

d)  $H\{x[n]\} = \frac{1}{n}x[n]$

e)  $H\{x[n]\} = \frac{1}{n^2}x[n]$

f)  $H\{x[n]\} = x^2[n]$

g)  $H\{x[n]\} = \log(x[n])$

**5.** Calcule a convolução de cada um dos pares de sequências a seguir.

a)  $x[n] = [1, 1, 2, 1]$  e  $h[n] = [1, 1, -1, 1]$

b)  $x[n] = [-2, 1, 1]$  e  $h[n] = [0, 0, 1, 1]$

c)  $x[n] = [0, 1, 2, 3, 4, 0, 1, 2, 3, 4]$  e  $h[n] = [0, 1, 1, 0]$

**6.** Qual as principais diferenças entre um sinal analógico e um sinal digital? Explique e dê exemplos?

**7.** Considere o seguinte sinal:

intervalo de amplitude: 0 – 10 Volts

intervalo de frequência: 100 – 1000 Hz

relação sinal ruído: 50.

Determine as características da digitalização (bits e freq. de amostragem) para que o sinal seja apropriadamente amostrado. Justifique suas respostas.

- 8.** Qual o significado da média e do desvio padrão num sinal?
- 9.** Explique a relação sinal ruído. Para que serve?
- 10.** Por que a amostragem ou quantização introduz ruído no sinal?
- 11.** Explique o que é a frequência de amostragem e como afeta o sinal?
- 12.** Explique como a quantidade de bits de amostragem afeta o sinal.
- 13.** Fale sobre a precisão e exatidão (ou acurácia) e qual a sua relevância no sinais digitalizados.
- 14.** Um sistema LIT precisa respeitar as propriedades de *aditividade* e *homogeneidade*. Explique o que são estas propriedades e dê exemplos.
- 15.** Um sinal possui eventos separados por um intervalo  $\Delta t = 5 \cdot 10^{-6}$  s. Qual deve ser a frequência de amostragem deste sinal?

## Em Python:

**OBS:** o código deve ser claro e didático; comentado passo a passo; original do autor.

- I.** Escreva um algoritmo que, para uma sequência de entrada  $x[n]$ , produza como saída a primeira diferença  $\Delta x[n]$ .
- II.** Faça o mesmo para a segunda diferença  $\Delta^2 x[n]$
- III.** Escreva um algoritmo que para duas sequências de entrada  $x[n]$  e  $h[n]$  produza como saída a convolução de uma com outra:

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] h[n - k]$$