

Teste : 90 minutos.

Coloque o número no **canto superior direito** de todas as folhas e o nome na primeira folha, pelo menos. Responda às perguntas individualmente, e de um modo sucinto. Limite primeiramente as respostas aos pontos essenciais, e depois, no final, complete-as. **É permitido utilizar o formulário disponibilizado nas páginas electrónicas da disciplina.**

1. [6 val] Calcule a autocorrelação dos seguintes sinais:

a. $x(t) = A/\sqrt{T} \text{rect}(t/T)$

$$R_x(\tau) = x(\tau) * x^*(-\tau) = \mathcal{F}^{-1}\{A^2 T \text{sinc}^2(fT)\} = A^2 \text{tri}(\tau/T)$$

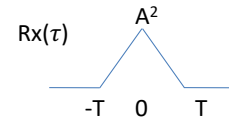
pois $\mathcal{F}\{x^*(-t)\} = X^*(f)$

b. Sinal PAM $y(t) = \sum_k a_k r(t - kT)$ com $a_k = \pm A$ e $r(t) = \text{rect}(t/T)$

$$\overline{a_n} = 0, \overline{a_n^2} = A^2 \Rightarrow S_y(f) = A^2 |R(f)|^2 = A^2 T \text{sinc}^2(fT) \Rightarrow R_y(\tau) = \mathcal{F}^{-1}\{S_y(f)\} = A^2 \text{tri}(\tau/T)$$

c. Sinal $n(t)$ que é o resultado da filtragem dum ruído $w(t)$ branco com PSD $S_w(f) = A^2/T^2$ por um filtro com resposta impulsiva $h(t) = \text{rect}(t/T)$

$$S_n(f) = S_w(f) |H(f)|^2 = A^2 \text{sinc}^2(fT) \Rightarrow R_n(\tau) = \mathcal{F}^{-1}\{S_n(f)\} = A^2 \text{tri}(\tau/T)/T$$



2. [7 val] O sinal $x(t) = A \cos(2\pi t/T)$ é submetido a um filtro com resposta impulsiva $h_1(t) = \text{rect}(t/T)$, seguido dum filtro com resposta impulsiva $h_2(t) = \exp(-t/T)u(t)$, dando origem ao sinal $y(t)$.

a. Qual a resposta em frequência dum filtro equivalente à concatenação de $h_1(t)$ com $h_2(t)$?

$$h(t) = h_1(t) * h_2(t) \Rightarrow H(f) = H_1(f)H_2(f) = T \text{sinc}(fT) \frac{1}{1/T + j2\pi f}$$

b. Calcule $y(t)$.

$$y(t) = A |H(1/T)| \cos(2\pi t/T + \arg(H(1/T))) = 0, \text{ pois } H(1/T) = 0$$

c. Se se alterar $h_2(t)$ o sinal $y(t)$ é alterado? Justifique a resposta.

$$\text{Não, pois } H_1(1/T) = 0 \Rightarrow H(1/T) = 0, \text{ qualquer que seja o } H_2(f)$$

3. [7 val] Um sinal de banda 1MHz é amostrado e quantizado por um quantizador com $2^5=32$ níveis.

a. Qual o menor ritmo binário correspondente?

$$F_a \geq 2B = 5\text{MHz} \Rightarrow R_b \geq 2B \nu = 10\text{Mbps}$$

b. Qual a banda mínima para transmitir o sinal digital correspondente quando se emprega um código de linha binário?

$$\epsilon = \frac{2}{1+\rho} \Rightarrow B_{Tx} = R_b/\epsilon \geq R_b/2 = 5\text{Mbps}$$

c. E se se empregar um código de linha com 32 níveis?

$$32 - \text{PAM} \Rightarrow M = 32 \Rightarrow \epsilon = \frac{2 \log_2(M)}{1+\rho} \Rightarrow B_{Tx} = R_b/\epsilon \geq R_b/2 = 1\text{Mbps}$$