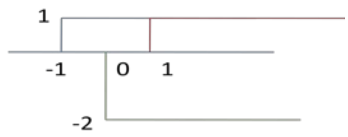
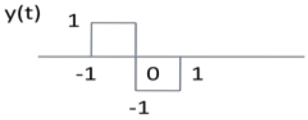
1º Teste 2018/2019

1. Filtro passa banda, pois elimina a componente DC (f=0) e o termo de alta frequência (f=10), deixando passar o termo em f=1.
2. a)





   b) Não causal, pois $h(t)$ começa em $-T$. Não estável, pois $\int_{-\infty}^{+\infty} |h(t)|\,dt = \infty$

3. a) $B = 500kHz \Rightarrow F_a = 2B = 1MHz \Rightarrow T_a = 1/F_a = 1\mu s$

   b) $R_b = F_a \nu \Rightarrow \nu = 10 \Rightarrow L = 2^{\nu} = 1024$

4. a) 0, pois o sinal tem média nula
   b) 0, pois o sinal tem simetria impar.

2º Teste 2018/2019

1. a)

$$y(t) = x(t) * h(t) = \left(\sum\nolimits_n a_n \delta(t-nT)\right) * \overbrace{r(t) * h(t)}^{p(t)} = \left(\sum\nolimits_n a_n \delta(t-nT)\right) * p(t) = \sum\nolimits_n a_n p(t-nT)$$

   b)

$$S_y(f) = S_x(f)\,|H(f)|^2$$

   c)

   Sim, pois $B_y \le B_h = 1MHz \Rightarrow 2MHz \ge F_{a,\min} = 2B_y$

2. a)

$$y(-t) = -y(t) \Rightarrow \mathrm{Re}\{Y(f)\} = 0$$

   b)

$$x(t) \text{ real} \Leftrightarrow X(-f) = X^*(f)$$

$$Y(f) = X(f) - X(-f) = X(f) - X^*(f) = 2j\,\mathrm{Im}\{X(f)\}$$

3. a)

$$x(t) \neq 0, t \in [t_1, t_1 + T_1],\ y(t) \neq 0, t \in [t_2, t_2 + T_2]$$

$$\Rightarrow z(t) = x(t) * y(t) \neq 0, t \in [t_1 + t_2, t_1 + t_2 + T_1 + T_2] \Rightarrow \text{duração } T_1 + T_2$$

   b) Qualquer resposta em frequência de banda limitada B pode ser escrita o producto $H(f)=H_1(f)H_2(f)$ com $H_1(f)=\mathrm{rect}(f/2B)$. Como $h_1(t)=2B\mathrm{sinc}(t2B)$ tem duração ilimiatada é não causal. De a), $h(t)$ também é não causal.

4.

$$x(t) \to X(f) = \frac{1}{2}\left(\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)\right)$$

$$y(t) = \frac{d^3 y(t)}{dt^3} \to Y(f) = (j2\pi f)^3 X(f) = (2\pi)^3 \frac{f^3}{j2}\left(\delta(f - f_c) + \frac{1}{2}\delta(f + f_c)\right) =$$

$$= (2\pi f_c)^3 \frac{1}{j2}\left(\delta(f - f_c) - \frac{1}{2}\delta(f + f_c)\right) \to y(t) = -(2\pi f_c)^3 \sin(2\pi f_c t)$$

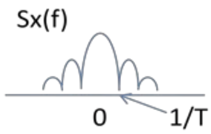
3º Teste 2018/2019

1.

a)

$$\overline{a}_n = 0, \quad R(f) = T\text{sinc}(fT)$$

$$S_x(f) = \frac{\overline{a_n^2}}{T}|R(f)|^2 = \overline{a_n^2}T\text{sinc}^2(fT)$$



b)

$$\frac{1}{T} = \frac{R_b}{\log_2(M)}$$

c)

$$\Delta f = (M-1)Ak_f \to B_{FM} \approx 2(M-1)Ak_f + 2/T$$

d)

$$\text{FM NB} \to B_{FM} \approx 2/T$$

$$\text{FM WB} \to B_{FM} \approx 2(M-1)Ak_f$$

e) $S_y(f) = \frac{1}{4}S_x(f-f_c) + \frac{1}{4}S_x(f+f_c)$

f) Nenhum.

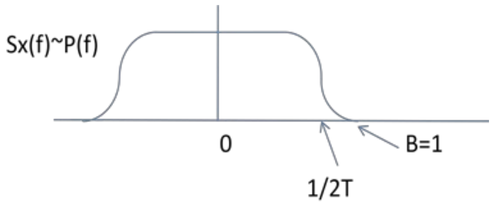
2.

a) Como $B \gg 1/T$, é possivel utilizar um sinal NRZ.

b)

$$\varepsilon = \frac{R_b}{B} = \frac{2}{1+\rho} \Rightarrow R_b \leq 2B = 2Mbps$$

c) $\varepsilon = \frac{R_b}{B} = \frac{2}{1+\rho} = 1.5 \Rightarrow \rho = 0.33$



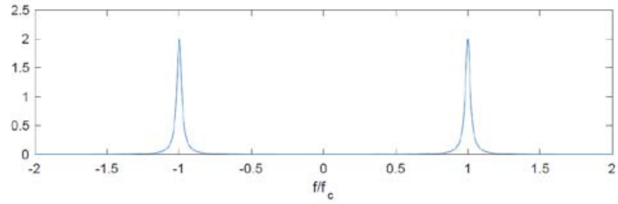
Exame 2018/2019

1. a)

$$X(f) = \frac{2a}{a^2 + (2\pi t)^2}$$

$$Y(f) = \frac{e^{j\alpha}}{2}X(f-f_c) + \frac{e^{-j\alpha}}{2}X(f+f_c)$$

b)



c)

$$B_y = 2B_x$$

d)

$$E_y = E_x/2$$

2. $R_x(\tau) = \text{rect}(\tau) \Rightarrow \psi_x(f) = \text{sinc}(f)$. Como o sinc() tem valores negativos, não é possível.

3.

$$L = 32 = 2^\nu \to \nu = 5 \qquad F_a = 2B = 2MHz, \quad R_b = F_a\nu = 10Mbps$$

4.

a) $z(t+kT) = x(t+kT)y(t+kT) = x(t)y(t) = z(t)$, logo tem período T (ou menos) b)

$x(t)=\sum_n x_n e^{j2\pi nt/T}, \; y(t)=\sum_n y_n e^{j2\pi nt/T}$

$z(t)=\sum_{n'} x_{n'} e^{j2\pi n't/T} \sum_{n''} y_{n''} e^{j2\pi n''t/T} \overset{n=n'+n''}{=} \sum_{n'} x_{n'} e^{j2\pi n't/T} \sum_n y_{n-n'} e^{j2\pi (n-n')t/T} =$

$= \sum_n \sum_{n'} x_{n'} y_{n-n'} e^{j2\pi nt/T} \Rightarrow z_n = \sum_{n'} x_{n'} y_{n-n'}$

(convolução discreta das séries de Fourier)

5.

a) B=1/T

b)

$P_x = \int_{-\infty}^{+\infty} S_x(f)df = A^2/2$

c)

$\varepsilon_{BSPK} = \frac{1}{1+\rho} = \frac{R_b}{1/T} \Rightarrow \frac{1}{T} \geq R_b \Rightarrow$ Não se consegue transmitir este ritmo sem ISI numa banda menor

d)

$x(t) = x_{BB}(t)\cos(2\pi f_c t)$

$a_n = \pm A, r(t) = \mathrm{sinc}(t/T)$

6.

a)

$\varepsilon \frac{4}{1+\rho}$

b)

$S_x(f) \propto \mathrm{rect}((f-f_c)T) + \mathrm{rect}((f+f_c)T)$

c) Não, pois os pontos duma constelação 16QAM têm informação associada à fase, não apenas à amplitude.