# Universidade Federal da Campina Grande
# Departamento de Engenharia Elétrica
# Princípios de Comunicações
# Prof. Edmar Candeia Gurjão
### Aula de Exercícios Data: 25/10/2022

**Problema 1** *Considere o canal* $H(\omega) = (1 + 2\alpha\cos\omega T)e^{-j\omega T}$.

*a) Seja* $x(t) = \Pi\left(\frac{t}{\tau}\right)$ *com* $\alpha = 1/2$. *Esboce* $y(t)$ *para* $\tau = 2T/3$ *e* $4T/3$.

*b) Sob que condições é possível fazer transmissão sem distorção nessa canal?*

## Solução:

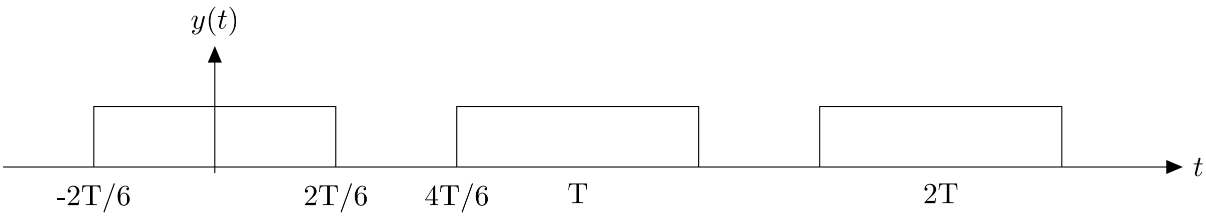
a) Podemos escrever $H(\omega) = e^{-j\omega T} + 2\alpha\cos\omega T e^{-j\omega T}$ e aplicando a transformada inversa de Fourier chega-se a

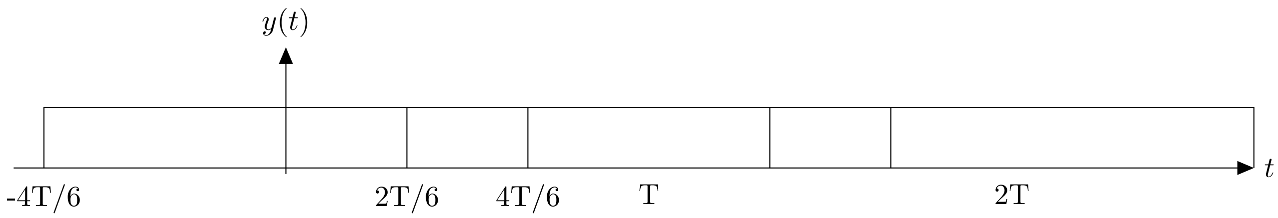
$$h(t) = \delta(t - T) + 2\alpha\pi[\delta(\omega) + \delta(\omega - 2T)]$$

e como $y(t) = x(t) * h(t)$ teremos que

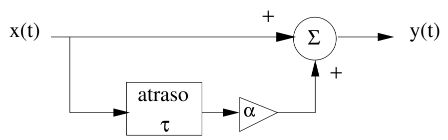
$$y(t) = \Pi\left(\frac{t-T}{\tau}\right) + 2\pi\alpha\Pi\left(\frac{t}{\tau}\right) + 2\pi\alpha\Pi\left(\frac{t-2T}{\tau}\right)$$

Para $\tau = 2T/3$: Para $\tau = 4T/3$:



**Problema 2** *Um modelo para um canal com multipercurso com dois raios está ilustrado na Figura abaixo. Encontre a resposta em frequência* $H(\omega)$ *e desenhe* $\mid H(\omega) \mid$ *para* $\alpha = 1$ *e* $\alpha = 0,5$.




**Solução:**

$y(t) = x(t) - \alpha x(t-\tau)$ e $Y(\omega) = X(\omega) - \alpha X(\omega)e^{-j\omega\tau}$ então

$$H(\omega)\frac{Y(\omega)}{X(\omega)} = 1 + \alpha e^{-j\omega\tau}$$

de onde temos que

$$H(\omega) = 1 + \alpha\cos\omega\tau + j\alpha\sin\omega\tau$$

então

$$\begin{aligned}
|H(\omega)|^2 &= (1+\alpha\cos\omega\tau)^2 + (\alpha\sin\omega\tau)^2 \\
&= 1 + 2\alpha\cos\omega\tau + \alpha^2\cos^2\omega\tau + \alpha^2\sin\omega\tau \\
&= 1 + 2\alpha\cos\omega\tau + \alpha^2(\cos^2\omega\tau + \sin^2\omega\tau) \\
&= 1 + \alpha^2 + 2\alpha\cos\omega\tau
\end{aligned}$$

Para $\alpha = 1$: $|H(\omega)|^2 = 2 + 2\cos\omega$ FIGURA
Para $\alpha = 0,5$: $|H(\omega)|^2 = 5/4 + \cos\omega/2$

**Problema 3** *Qual a influência no espectro dos sinais transmitidos se utilizarmos pulsos no formato de sinc ao invés de pulsos quadrados.*

**Problema 4** *Considere um sistema cuja entrada é* $x(t)$*, a saída é* $y(t)$ *função de transferência é* $h(t)$*. Que sinal deve ser colocado em* $x(t)$ *para que* $y(t) = kh(t)$*? Demonstre (matematicamente) como isso é feito.*

**Problema 5** *A distorção por multipercurso em sistemas de rádio é causada por dois ou mais percursos de propagação entre o transmissor e o receptor. Suponha que a saída do canal seja dada por*

$$y(t) = k_1 x(t-t_1) + k_2 x(t-t_2),$$

*onde* $x(t)$ *representa a entrada do canal e* $k_1$ *e* $k_2$ *sejam constantes. O que acontece com o sinal de saída do canal* $y(t)$ *se este passar por um* equalizador *com função de transferência*

$$H_{eq}(w) = \frac{1}{1 + ke^{-j\omega t_0}},$$

*onde* $k = k_2/k_1$ *e* $t_0 = t_2 - t_1$*?*

**Problema 6** *Considere o sistema mostrado na Figura abaixo. Encontre a resposta ao impulso* $h(t)$ *e sua resposta em frequência* $H(\omega)$.

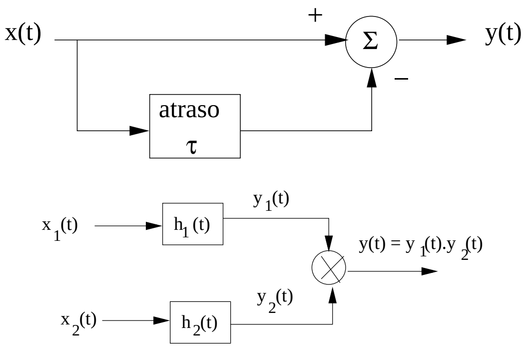



Figura 1: Figura do Problema 7

**Problema 7** *Sejam os sinais* $x_1(t) = 10^4\ sinc(10^4\pi t)$ *e* $x_2(t) = \delta(t)$ *aplicados ao sistema representado na Figura 1 com* $H_1(\omega) = rect(\omega/40.000\pi)$ *e* $H_2(\omega) = rect(\omega/5.000\pi)$. *Qual o sinal* $y(t)$.

**Problema 8** *Calcule e desenhe a Densidade Espectral de Potência de cada dos sinais:*

*a)* $x(t) = 2\cos(1000\pi t - \pi/2) - \cos(1850\pi t + \pi/4)$;

*b)* $y(t) = [1 + \sin(200\pi t)]\cos(2000\pi t)$;

**Problema 9** *Suponha que a resposta em frequência de um sistema de transmissão está desenhada na Figura 2. Determine em que regiões do espectro haverá ou não distorção e desenhe a reposta em frequência (módulo e fase) de um equalizador ideal para que as distorções sejam removidas.*

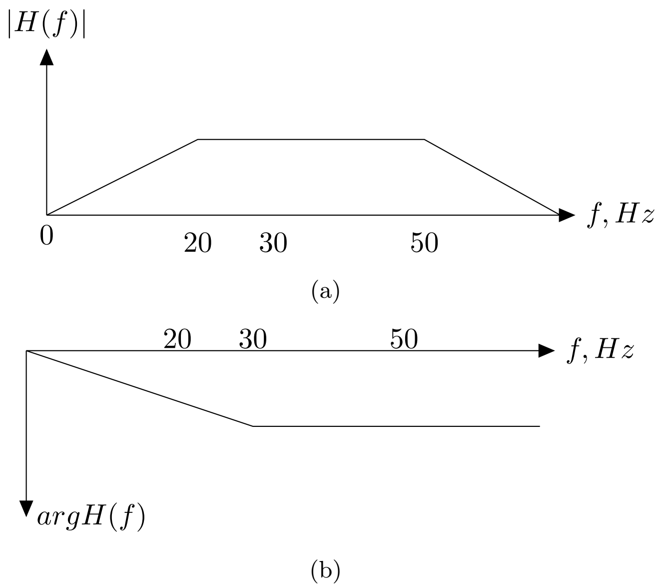
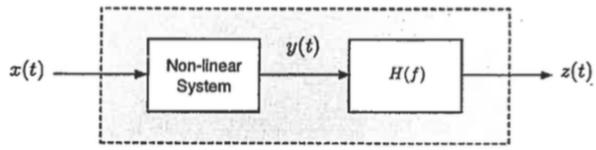



Figura 2: Resposta em frequência do Problema 9.

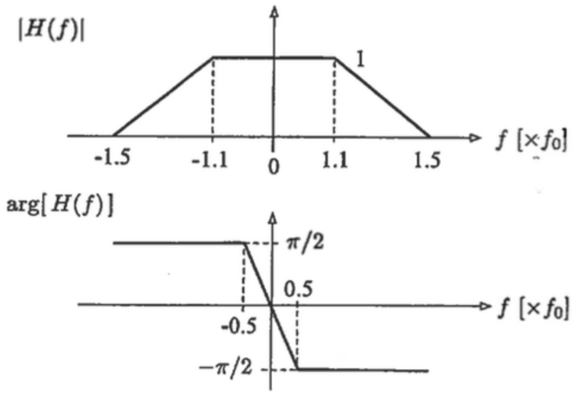
**Problema 10** *Considere que o sinal transmitido pela antena chega ao telefone móvel chegar por dois percursos. Justifique porque ao mudar a posição do telefone o sinal pode aumentar ou diminuir sua amplitude.*

**Problema 11** *Se $g(t)$ tem Densidade Espectral de Potência (DEP) $S_g(\omega)$, qual a DEP de $(k+1)g(t)$? Demonstre matematicamente.*

**Problema 12** *Seja $x(t) = 2\cos 2\pi f_0 t$ a entrada do sistema mostrado na figura a) abaixo . O sistema não linear é caracterizado pela relação entrada-saída $y(t) = x(t) + x^2(t)$. $H(f)$ é um filtro passa-baixas com resposta em frequência mostrado na parte b) da figura.*




(a)




(b)

*a) Determine e esboçe $X(f)$ e $Y(f)$.*

*b) Esboce $Z(f)$ e determine $z(t)$.*

*c) Observando a entrada e saída do sistema, ele é com ou sem distorção? Justifique sua resposta.*

**Problema 13** *Seja o sinal $g(t) = \frac{2a}{t^2+a^2}$. Determine a largura de faixa essencial $B$ de $g(t)$ de modo que as componentes espectrais de $g(t)$ abaixo de $B$ representem 99% de enegia do sinal.*

**Problema 14 (2,5 pontos)** *Sinais limitados em $B$ Hz são transmitidos em canais adjacentes com largura $B + \Delta B$ Hz, sendo $\Delta B$ uma fração da largura de banda $B$, sendo $\Delta B/2$ acrescido a cada lado do canal. Se o meio que transmites esses canais for não linear, do tipo $y(t) = a_1 x(t) + a_2 x^2(t) + ...$, para que não haja interferência entre canais adjacentes qual pode ser:*

*a) $\Delta B$ quando $n = 2$*

*b) $n$ quando $\Delta B = 3$*

*c) Os valores relativos de $a_1$, $a_2$, ... para que independente de $n$, com $\Delta B = 2$.*

*Justifique suas respostas.*