

EE - 881: Princípios de Comunicações I  
Prova P3 - 14 de dezembro de 2009

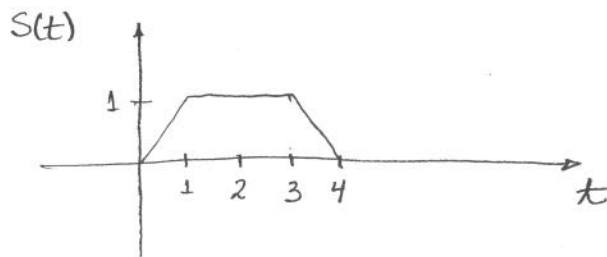
1. (2,0) Ao sinal  $s(t)$  da Figura 1 foi adicionado ruído branco com densidade espectral de potência  $10^{-2}$  Watt/Hz.
  - a) Projete o filtro casado para este sinal.
  - b) O que podemos afirmar sobre a razão sinal-ruído na saída do filtro ? Justifique sua resposta.
2. (1,0) Considere o uso da modulação FM para transmissão de voz. Para uma potência da portadora suficientemente grande, podemos afirmar que um aumento da largura de faixa do sinal FM transmitido irá melhorar a qualidade da voz detectada ? Justifique sua resposta.
3. (2,5) Considere um sistema de transmissão digital que emprega símbolos binários. As amostras na recepção na ausência de ruído assumem os valores  $-A, A$ . Considere símbolos independentes e equiprováveis.
  - a)(1,5) Deduza a probabilidade de erro de símbolo,  $P_e$ , na recepção, considerando a presença de ruído gaussiano de média nula e variância  $\sigma^2$ .
  - b)(0,5) Calcule  $P_e$  para  $A = 1$  V e  $\sigma = 250$ mV .
  - c) (0,5) Qual ganho adicional deve ser inserido no transmissor para que  $P_e$  seja  $10^{-12}$  ?
4. (2,5) Considere a Figura 2 em anexo.  $R$  é a taxa de transmissão de informação em bits por segundo,  $W$  é a largura de faixa de transmissão em Hz e  $P_M$  é a probabilidade de erro de símbolo.
  - a) Explique como foram obtidos os valores  $R/W$  para as modulações especificadas na Figura .
  - b) Qual a modulação da curva que não está especificada ? (região  $R/W > 1$ ).
  - c) Explique como foi obtido  $\gamma_b$  para as curvas.
  - d) Justifique o valor numérico de  $\gamma_b$  para a modulação 2-PSK.
  - e) Há um erro de digitação na Figura. Descreva-o.

5. (2,0) Um sistema FSK coerente utiliza os sinais  $\{\cos[2\pi(f_c \pm \Delta/2)t], 0 \leq t \leq T_b\}$ .  
Assuma que a energia dos sinais é igual a  $T_b/2$ .

a) Qual o menor valor de  $\Delta$  para que os sinais sejam ortogonais ?

b) Qual o valor de  $\Delta$  que minimiza a probabilidade de erro ?

FIGURA 1.



OBS: Probabilidade de erro para recepção coerente com decisão binária

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b(1-\rho)}{2N_0}} \right)$$

$E_b$ , energia dos sinais

$\rho$ , coeficiente de correlação

$$\rho = \frac{1}{E_b} \int_0^{T_b} S_0(t) S_1(t) dt$$

FIGURA 2.

