

Nota T	Nota P
--------	--------

Aluno(a): _____ Matrícula _____.

- Prova sem consulta, com duração de 1h40min.
- A interpretação é parte integrante das questões.
- Solucione as questões de forma organizada.
- É proibido portar quaisquer aparelhos eletrônicos de comunicação e de gravação de sons e imagens, bem como óculos escuros, protetor auricular ou quaisquer acessórios de chapelaria durante a realização dessa avaliação. O aluno que desrespeitar essa determinação terá nota zero e será penalizado de acordo com o Artigo 63 do Regimento do Inatel.

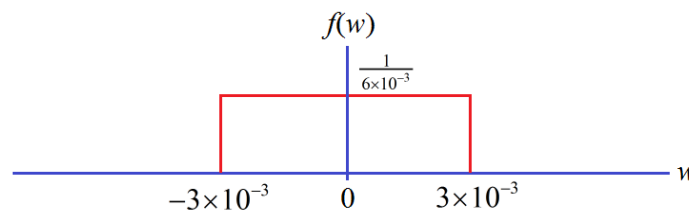
1ª questão (20+20+20+40 pontos)

Seja um sistema de comunicação digital com sinalização antipodal e símbolos equiprováveis operando a 1 Mbit/s em um canal cujo ruído $w(t)$ que contamina a variável de decisão tem função densidade de probabilidade uniforme com média nula e potência $N_0/2 = 3 \times 10^{-6}$ watts. **Dado:** uma variável aleatória uniforme com valores entre a e b tem variância $(b - a)^2/12$.

a) Desenhe a função densidade de probabilidade do ruído. Insira todos os valores e identificações pertinentes.

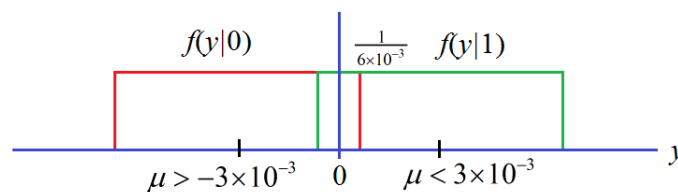
Solução

Como o ruído tem média nula, tem-se que $N_0/2 = (-a - a)^2/12 \Rightarrow a = 3 \times 10^{-3}$.



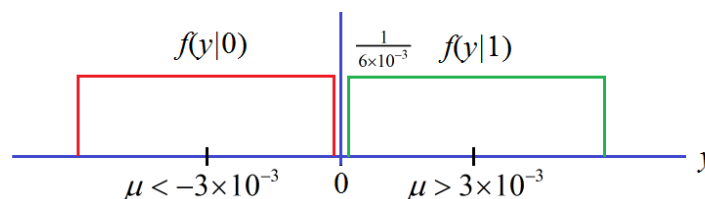
b) Desenhe as funções de verossimilhança condicionais da variável de decisão y em qualquer situação em que a probabilidade de erro de bit NÃO SEJA nula. Insira todos os valores e identificações pertinentes.

Solução



c) Desenhe as funções de verossimilhança condicionais da variável de decisão y em qualquer situação em que a probabilidade de erro de bit SEJA nula. Insira todos os valores e identificações pertinentes.

Solução



d) Sabendo que a expressão para cálculo da probabilidade de erro de bit para este sistema é $BER = 1/2 - \sqrt{E_b/6N_0}$, determine a potência de transmissão necessária para fazer com que a BER seja nula, considerando atenuação de potência do canal igual a 3 dB.

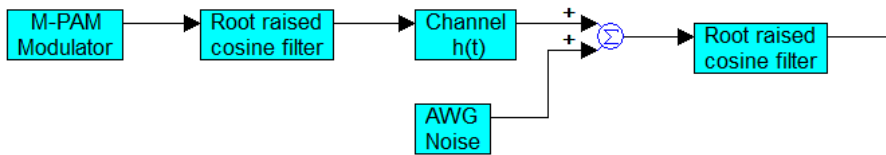
Solução

$0 = 1/2 - \sqrt{E_b/6N_0} \Rightarrow E_b/N_0 = 1,5$. Como $N_0 = 6 \times 10^{-6}$, tem-se $E_b = 9 \times 10^{-6}$ joule. Então, $P_{RX} = E_b/T_b = 9 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^6 = 9$, ou seja, a potência de transmissão deverá ser maior que 18 watts.

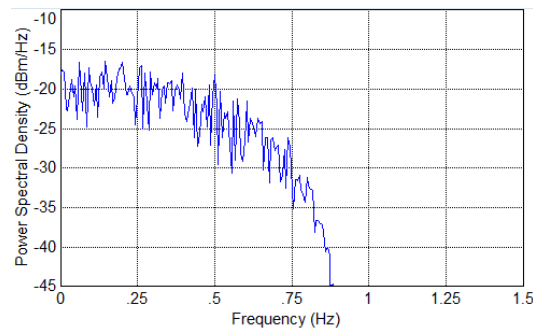
2ª questão (20 pontos cada item)

As figuras a seguir se referem ao sistema de comunicação M-PAM estudado em laboratório em uma configuração em que o ruído está desabilitado. No espectro mostrado, considere desprezível qualquer componente de frequência abaixo de -45 dBm/Hz. **Dado:** $B = B_{\min}(1 + \alpha)$.

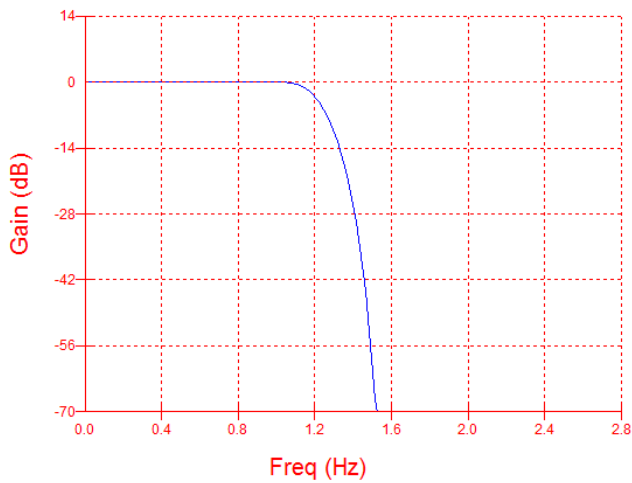
Diagrama do sistema



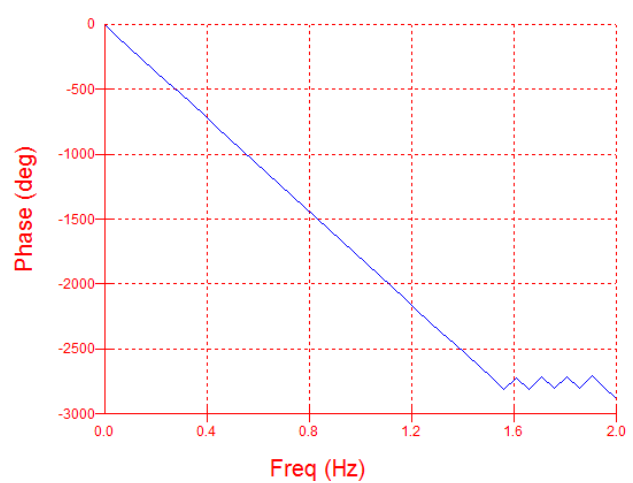
Sinal transmitido



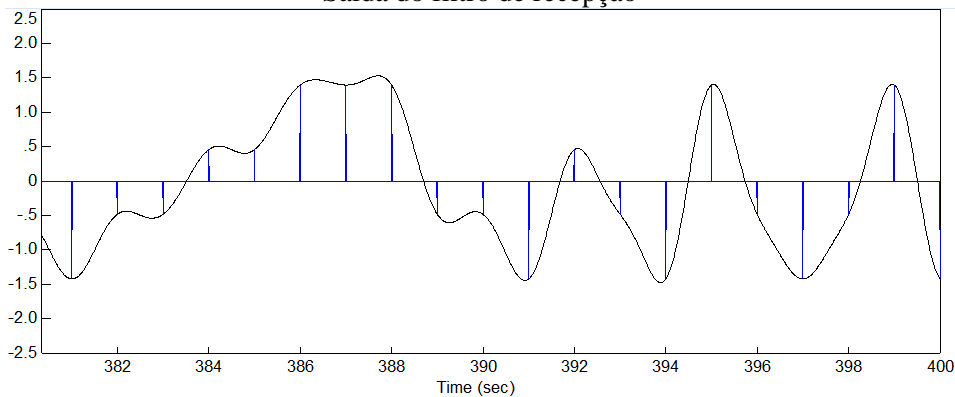
Canal



Canal



Saída do filtro de recepção



a) Escreva a expressão da resposta em frequência do canal até a frequência de 1 Hz.

Solução

Dos gráficos referentes ao canal, tem-se $|H(f)| = 0 \text{ dB} = 1$ e $\theta(f) = -1800f = -10\pi f$ para $0 \leq f \leq 1$. Então $H(f) = |H(f)| e^{j\theta(f)} = 1e^{-10\pi f}$.

b) Calcule o atraso de propagação do canal.

Solução

$10\pi f = 2\pi f\tau \Rightarrow$ para $f = 1$, por exemplo, $\tau = 5$ segundos (para qualquer frequência de 0 a 1 Hz).

c) Verifique se há ou não distorção no sinal transmitido ao atravessara o canal, justificando.

Solução

Observando o espectro do sinal transmitido verifica-se que o mesmo tem largura de faixa menor que 1 Hz, dentro da faixa de ganho constante e fase linear do canal, portanto não havendo distorção.

d) Calcule o fator de forma (*roll-off*) do filtro de transmissão.

Solução

Pela forma de onda de saída do filtro de recepção nota-se que a taxa de símbolos é de 1 símbolo/s, levando a $B_{\min} = 1/2T = 0,5$ Hz. Observando o espectro do sinal transmitido verifica-se que o mesmo tem largura de faixa $B \approx 0,85$ Hz. Então, como $B = B_{\min}(1+\alpha) \Rightarrow 0,875 = 0,5(1+\alpha) \Rightarrow \alpha \approx 0,75$.

e) Qual o valor de M na transmissão M-PAM simulada? Justifique.

Solução

Como o ruído está desabilitado e são observadas 4 amplitudes distintas das amostras na saída do filtro de recepção, então trata-se de um sistema 4-PAM.
