

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. Considere o sinal unipolar RZ $x(t) = \sum_n a_n r(t - nT)$ com $a_n = A$ ou 0, consoante o bit a transmitir é 1 ou 0, e $r(t) = \text{rect}(2t/T)$. Esse sinal é transmitido num canal ideal AWGN em que o ruído tem densidade espectral de potência $S_w(f) = N_0/2$. O sinal recebido é submetido a um filtro adaptado com resposta impulsiva $h(t) = r(-t) = r(t)$ e amostrado nos instantes nT .
 - a. Qual a potência e energia média por bit?
 - b. Mostre que a potência do ruído na saída do filtro de detecção é $P_n = \sigma^2 = N_0 T / 4$. [Sugestão: Recorra à fórmula de Raileigh da energia.]
 - c. Mostre que as amostras da componente de sinal são $y_n = y(nT) = a_n T / 2$.
 - d. Calcule a probabilidade de erro média e exprima-a em função de E_b / N_0 . [Nota: a probabilidade duma Gaussiana de média nula e variância σ^2 ultrapassar o valor D é $Q(D/\sigma)$.]
2. Considere a combinação dum código de linha polar baseado em impulsos $r(t) = \text{sinc}(t/T)$ com uma modulação DSB.
 - a. Mostre que o sinal obtido é um sinal BPSK
 - b. Calcule a densidade espectral de potência e largura de banda do sinal transmitido.
3. Considere um um sinal $m(t)$ com banda B e $-A_M \leq m(t) \leq A_M$, o qual é submetido a modulador FM com sensibilidade k_f . A fórmula de Carlson para a largura do sinal FM resultante assume que $-A_M \leq m(t) \leq A_M$. Generalize esta fórmula para o caso em que $-A_1 \leq m(t) \leq A_2$ (i.e., os limites superior e inferior não são simétricos). Justifique a resposta. Qual a largura de banda no caso de FM de banda estreita e de banda larga.