



Responda às perguntas individualmente, e de um modo sucinto. Limite primeiramente as respostas aos pontos essenciais, e depois, no final, complete-as. **É permitido levar o formulário da disciplina.**

Duração: 90 minutos

1. Considere o sinal 4-PAM dado por $x(t) = \sum_n a_n r(t - nT)$, $a_n = \pm A; \pm 3A$.

- Qual a sua densidade espectral de potência?
- Mostre que é possível ter uma transmissão sem interferência inter-simbólica com uma banda $B = R_b / 4$, em que R_b representa o ritmo binário.
- Mostre que a banda mínima para transmitir um sinal com ritmo 1Mbps para um factor excesso de banda $\rho \geq 0.2$ é $B = 300\text{kHz}$. Faça um esboço da densidade espectral de potência dos sinais transmitidos.

2. O sinal do problema anterior, mas baseado em impulsos rectangulares, tem banda B e $|x(t)| \leq 3A$. Esse sinal pode ser transmitido recorrendo a técnicas AM, FM ou DSB.

- No caso de se querer modular em AM, qual o valor da sensibilidade do modulador k_a de forma compatível com uma detecção de envolvente?
- Qual a banda do sinal AM transmitido em função de B ?
- Considere agora que se vai usar FM, com sensibilidade do modulador k_f tal que $\beta \ll 1$. Qual a banda do sinal transmitido em função de A e/ou B .
- Se a banda praticamente não depender de B está-se na presença dum FM de banda estreita ou de banda larga? Justifique.
- Considere finalmente que se vai usar DSB. Qual a banda do sinal modulado?
- Que valores pode tomar a amplitude e a fase do sinal DSB?