

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: Exame: 180 minutos. repescagem dos testes: 90 minutos

**[Exame e Repescagem do 2º Teste]**

1. Considere o sinal  $x(t) = \frac{2}{1+(2\pi t)^2} \cos(2\pi f_c t)$

- Calcule a transformada de Fourier do sinal. Faça um esboço do espectro de amplitude.
- Qual a sua energia.
- Calcule a banda a 3dB do sinal.
- Calcule a banda que contém 90% da energia do sinal.
- O sinal  $x(t)$  é submetido a um filtro com resposta impulsiva  $h(t) = \text{sinc}(t/T)$  dando origem ao sinal  $y(t)$ . Qual o valor de  $Y(f)$ ? Qual o valor de  $y(t)$  quando  $f_c T \gg 1$ ?

2. Um sinal com banda 50kHz é amostrado e submetido a um quantizador com 32 níveis. Qual a frequência de amostragem mínima e o ritmo binário necessário para transmitir o sinal?

3. Mostre que a derivada dum sinal de energia tem área nula.

**[Exame e Repescagem do 3º Teste]**

1. Considere a transmissão de dois sinais analógicos, cada um com banda 10kHz. Qual a banda total necessária quando se recorre às seguintes técnicas:

I – Modulações AM

II – Modulações DSB

III – Modulações QAM

IV – Modulações FM com  $\Delta f = 90\text{kHz}$

2. Cada um dos sinais do problema anterior é amostrado e quantizado, dando origem a dois sinais, cada um com ritmo binário 160kbps.

a) Qual a banda mínima necessária para a transmissão do conjunto dos dois sinais quando se recorre às seguintes técnicas:

V – Transmissão em banda-base recorrendo a PAM binário

VI – Transmissão em banda base recorrendo a 8-PAM

VII – Transmissão BPSK

VIII – Transmissão 16-QAM

b) Os espectros dos sinais transmitidos nos casos V e VI são iguais, assim como os espectros nos casos VII e VIII. Faça um esboço desses espectros

3. Considere um sinal FSK obtido pela combinação dum sinal M-PAM do tipo polar NRZ com uma modulação FM de banda larga. Mostre que a largura de banda aproximada cresce linearmente com M.