

**Ciclo de Estudos Integrado em Engenharia de Comunicações**  
**UC de Codificação da Informação - Módulo de Codificação e Transmissão**

**3º Teste – 2012/2013**  
**I - Parte (50%, sem consulta)**

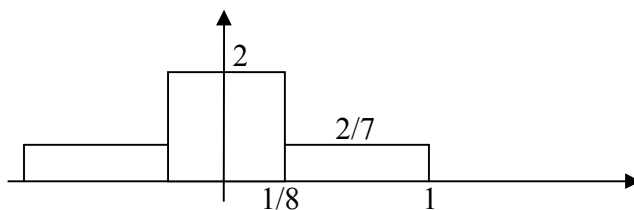
I-1. Considere a forma geral de representação de um sinal modulado em portadora e quadratura dada por  $x_p(t) = A_p [x_i(t) \cos(w_p t + \theta) - x_q(t) \sin(w_p t + \theta)]$ . Considere ainda a forma geral de um sinal modulado em PSK dada por  $x_p(t) = A_p \sum_k \cos(w_p t + \theta_k) p_D(t - kD)$ . Determine as componentes em fase e em quadratura deste sinal.

Considere a fórmula geral da densidade espectral  $G_i(f) = \frac{1}{A^2} |P(f)|^2 + (m_a r)^2 \sum_{n=-\infty}^{+\infty} |P(nr)|^2 u(f - nr)$ . Determine a densidade espectral de um sinal modulado em PSK.

I-2. Diga o que entende por espalhamento espectral em modulação linear. Qual a principal utilidade desta técnica. Represente em termos de diagrama de blocos, um espalhador espectral em DSB. Represente em termos de diagrama de blocos um sistema capaz de fazer a recuperação da mensagem em DSB. Mostre que o efeito da chave é completamente anulado no receptor.

I-3. Explique em que consiste a multiplexação com portadora em quadratura (QAM) e quais as sua(s) vantagem(s) relativamente ao ASK. Represente as componentes em fase e quadratura de um sistema 32-QAM para a sequência binária 01110010110100110101.

I-4. Considere um sinal aleatório dado pela fdp representada na figura, que se pretende transmitir em PCM. Determine o número mínimo de níveis de quantificação a partir do qual a potência do ruído de quantificação não pode ser melhorada com quantificação não uniforme.



I-5. Considere o efeito do ruído aleatório na transmissão PCM. Mostre que a potência média deste ruído é dada por  $4/3v$ , sendo  $v$  o número de bits que constituem a palavra binária.

I-6. Explique o que entende por modulação delta. Determine o mínimo valor de delta que garante o “slope tracking” para um sinal de áudio comercial (LB de 5 KHz) com amplitude unitária à maior frequência e amostrado à taxa de Nyquist. Qual a largura de banda necessária para transmitir este sinal.

**Ciclo de Estudos Integrado em Engenharia de Comunicações**  
***UC de Codificação da Informação - Módulo de Codificação e Transmissão***

**3º Teste - 2012/2013**  
II - Parte (50%, com consulta)

II-1. Considere que pretende transmitir em tempo real um sinal de fala normalizado, amostrado a 8kHz, numa rede analógica usando modulação ASK. Assuma uma conversão em 256 níveis (8 bits) e calcule:

- a) A largura de banda necessária e a velocidade de transmissão binária. Justifique.
- b) A densidade espectral de potência do sinal emitido. Justifique.
- c) A eficiência espectral deste sistema. Justifique.
- d) Se usar a modulação AM em quadratura (8-QAM) qual a taxa de transmissão requerida, a largura de banda necessária e a densidade espectral de potência do sinal emitido.
- e) Apresente, no âmbito da alínea anterior, uma constelação à sua escolha. Com base nessa constelação represente as componentes em fase e em quadratura para a sequência binária 100111101001. Justifique.
- f) Repita a alínea anterior para o caso de usar modulação de fase 8-PSK.

II-1. Considere a transmissão de um sinal de voz normalizado com conteúdo espectral compreendido entre 200 Hz e 4 kHz em modulação do código do impulso (PCM) e determine:

- a) A velocidade mínima de transmissão necessária para garantir uma relação sinal ruído superior a 40 dB admitindo que o ruído de desmodulação é nulo.
- b) O aumento da largura de banda necessário à transmissão deste sinal que garante que as condições da alínea anterior são satisfeitas quando a potência do ruído de decodificação é a mesma que a potência do ruído de quantificação. Justifique.
- c) Nas condições da alínea anterior qual a probabilidade de numa palavra obter 1 bit errado. Justifique.
- d) Se a largura de banda de transmissão for 8 vezes a largura de banda da mensagem qual o mínimo valor do número de símbolos do código de numeração a usar. Justifique.