**Ciclo de Estudos Integrado em Engenharia de Comunicações**

***UC de Codificação da Informação - Módulo de Codificação e Transmissão***

**Recurso - 2008**

**I - Parte** *(50%, sem consulta)*

**Nome:**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **Nº** \_\_\_\_\_\_\_

*Apresente as respostas às seguintes questões nestas folhas do questionário.*

*Se for necessário pode juntar outras folhas.*

I-1. 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 a densidade espectral de potência da mensagem enviada atendendo a que a sequência de autocorrelação da chave é uma função triangular de largura D, sendo D a largura de pulso da chave. Escreva a expressão do sinal emitido.

I-2. 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.

3

1/3

1/16

1

I-3. Mostre que num sistema de comunicação que usa modulação delta se o erro granular está uniformemente distribuído (em amplitude)entre –Δ e +Δ, então a sua potência média é 

I-4. Explique para que servem os códigos de linha e em que consiste o código AMI (Alternate Mark Inversion) e a vantagem deste código sobre o polar RZ.

I-5. Mostre que a probabilidade de erro num sistema M-ário com símbolos equiprováveis simétrico com diferença de níveis A, em banda base é dada por:



Qual a probabilidade de erro por bit para estes sistemas?

**Ciclo de Estudos Integrado em Engenharia de Comunicações**

***UC de Codificação da Informação - Módulo de Codificação e Transmissão***

**Recurso - 2008**

**II - Parte** *(50%, com consulta)*

**Nome:**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **Nº** \_\_\_\_\_\_\_

*Apresente as respostas às seguintes questões nestas folhas do questionário.*

*Se for necessário pode juntar outras folhas.*

II-1. Considere a transmissão de um sinal de vídeo normalizado com largura de banda de 5 MHz acompanhado pelo respectivo canal de voz de alta fidelidade também normalizado com largura de banda de 16 KHz. Suponha que o canal de áudio foi modulado em AM com uma portadora de 5,5 MHz e adicionado ao vídeo. Pretende-se transmitir o conjunto em modulação do código do impulso (PCM). Determine:

a) A velocidade mínima de transmissão necessária para garantir uma relação sinal ruído superior a 55 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 descodificação é o triplo da potência do ruído de quantificação. Justifique.

c) Nas condições da alínea anterior qual a probabilidade de numa palavra obter 3 bits errados. Justifique.

d) Se a largura de banda de transmissão for 4 vezes a largura de banda da mensagem qual o mínimo valor do número de símbolos do código de numeração a usar. Justifique.

e) Se utilizasse, em alternativa a modulação delta qual o débito binário necessário para transmitir este sinal ? Justifique

f)Nas condições da alínea anterior qual deverá ser o valor de delta que minimiza o erro granular se o sinal tiver uma variação máxima de 3mV/µs.

II-2. Um sinal normalizado *xm(t)* com largura de banda de *25 kHz*, é Modulado em fase com modulação multi-simbólica 16-PSK.

1. Para obter uma relação sinal ruído superior a 10 milhões, qual o número mínimo de símbolos por amostra, com quantificação linear?
2. A que frequência deverá ser amostrado o sinal e qual será o seu débito binário? Justifique.
3. Qual o débito (palavras/s) observado na interface do modulador? Justifique.
4. Apresente uma possível constelação e escreva a expressão do sinal modulado para a sequência 1001.
5. Qual a eficiência espectral desta modulação e a largura de banda necessária à transmissão deste sinal.
6. Repita a alínea anterior para o caso de usar modulação em amplitude e quadratura 16-QAM.