

Se quiser efectuar o Teste 1 ou o Teste 2 indique tal no início das folhas de prova.

Duração dos testes: 1h30 (Exame: 3h – tolerância incluída); **Justifique as suas respostas;**

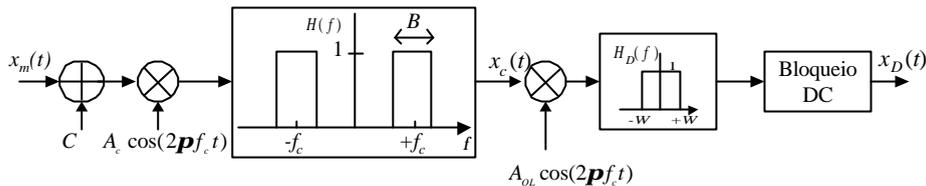
Coloque a identificação nas folhas de resolução dos problemas;

Coloque a identificação na página do enunciado de escolha múltipla.

Problemas da Parte I (7,5 valores) / 1º Teste (15 valores)

1-(3,5 valores)

Considere o seguinte esquema onde o sinal a transmitir, $x_m(t)$, é uma onda quadrada com amplitude $A=3V$ e período $T=62,5 \text{ ns}$. Tem-se $A_c=A_{OL}=\sqrt{2} \text{ V}$ e $C=2 \text{ V}$. O sinal é modulado numa portadora $f_c=160 \text{ kHz}$.

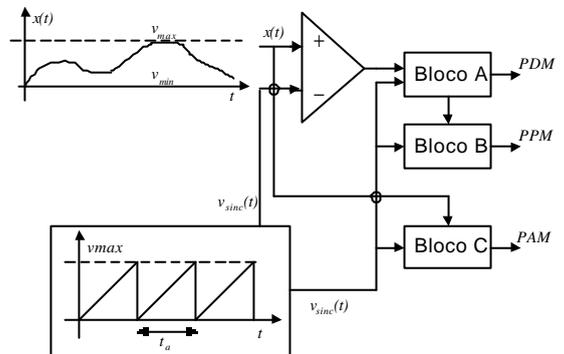


- Represente graficamente o sinal $x_m(t)$ e o espectro do sinal modulado, $X_c(f)$. (1,5 valores)
- Qual a potência em dBm do sinal $x_c(t)$ se não existisse o filtro passa banda? (1 valor)
- Qual a largura de banda do filtro de emissão por forma a que pelo menos 80% da potência de $x_m(t)$ seja recuperada em $x_D(t)$ [Lembre-se que cada coeficiente c_n está associado a uma sinusóide de amplitude $2c_n$] (1 valor)

2- (2,5 valores)

Um sinal de teste $x(t)$ é convertido numa placa de demonstrações de modulação por impulsos que gera os 3 tipos de sinais indicados na figura.

- Com base nos sinais e ligações da figura, descreva o que cada um dos blocos A, B e C deve realizar por forma gerarem os sinais indicados. (1,5 valor)
- Se o sinal de teste for $x(t)=\text{sinc}(200t)+\text{sinc}^2(200t) \text{ [V]}$, dimensione o tempo t_a para que se possa reconstruir o sinal a partir de cada um dos sinais gerados? (1 valor)



3- (1,5 valores)

Um sinal $x_m(t)=2\cos(2\pi 50t) \text{ [V]}$ é a modulante de um sinal $x_c(t)$ em rádio-freqüência que é da forma $x_c(t)=5\cos[w_c t + \Delta_f x_m(t)] \text{ [V]}$, com $w_c=2\pi f_c$, $\Delta_f = \text{p rad/V}$ e $f_c=100 \text{ kHz}$.

- Que tipo de modulação se trata e qual a potência deste sinal em rádio-freqüência? (0,5 valores)
- Qual a freqüência instantânea deste sinal em $t=15 \text{ ms}$? (1 valor)

Formulário Parte I / Teste 1:

Coefficientes de Fourier de uma onda quadrada

$$\cos^2(a) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cos(2a)$$

de amplitude $A=1$ com simetria ímpar:

$$c_n = \begin{cases} \frac{2}{jn\pi}, & n \text{ ímpar} \\ 0, & n \text{ par} \end{cases}$$

$$P = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |c_n|^2$$

$$TF\{\text{sinc}(2Wt)\} = \frac{1}{2W} \text{rect}\left(\frac{f}{2W}\right)$$

$$TF\{\text{sinc}^2(2Wt)\} = \frac{1}{2W} \text{tri}\left(\frac{f}{2W}\right)$$

Se quiser efectuar o Teste 1 ou o Teste 2 indique tal no início das folhas de prova.

Duração dos testes: 1h30 (Exame: 3h – tolerância incluída); **Justifique as suas respostas;**

Coloque a identificação nas folhas de resolução dos problemas;

Coloque a identificação na página do enunciado de escolha múltipla.

Problemas da Parte II (7,5 valores) / 2º Teste (15 valores)

1-(2,5 valores)

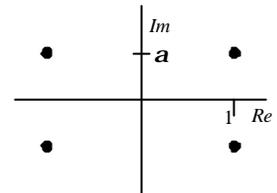
Pretende-se efectuar uma transmissão M -PAM com ritmo binário $R_b = 160$ kbps num canal com largura de banda $W_C = 50$ kHz, dispondo de uma relação S/N de 13 dB.

- Projecte o sistema usar (M -aridade e formatação de impulso). Nessas condições qual a eficiência espectral da transmissão e qual a sua probabilidade de erro? (1 valor)
- Qual a densidade espectral de potência de ruído bilateral, $N_0/2$, nesse sistema, quando $s=100$ V²? (1 valor)
- Redimensione o esquema de transmissão para um canal com largura de banda $W_C = 30$ kHz e indique a nova probabilidade de erro. Para manter a mesma probabilidade de erro anterior o que se deveria adicionar ao sistema? (0,5 valores)

2- (2,5 valores)

Na figura ao lado apresenta-se uma constelação de QPSK não balanceada, que será usada no UMTS (*universal mobile telecommunications system*). No ramo em fase é transmitido um canal de dados e no ramo em quadratura o canal de controlo. O parâmetro a (com $a < 1$) condiciona a relação de potência em cada ramo, sendo ajustado dinamicamente consoante as necessidades.

- Represente o esquema de um modulador possível. (0,5 valores)
- Qual a energia média de bit quando quando $a=0,46$? (1 valor)
- Obtenha uma aproximação para a sua probabilidade de erro, P_b , quando $a=1/\sqrt{2}$. [Lembre-se que a transmissão nos ramos é independente] (1 valor)

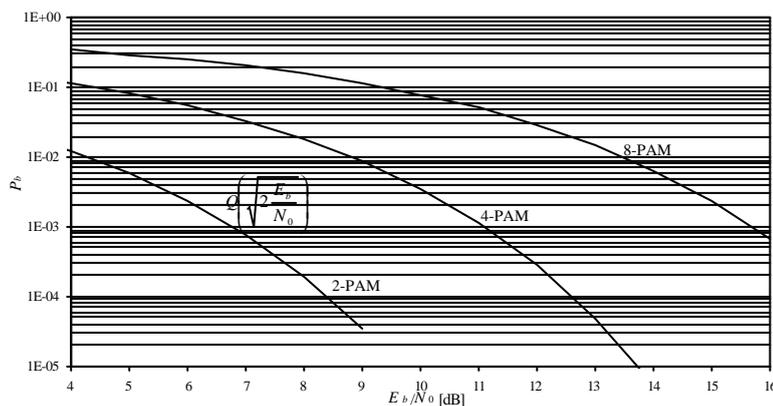


3- (2,5 valores)

Uma fonte quaternária emite símbolos A, B, C ou D a uma taxa de 1000 símbolos por segundo. As probabilidades de ocorrência dos símbolos são 0,55, 0,25, 0,1 e 0,1, respectivamente.

- Será possível, com codificação adequada, transmitir esta fonte num canal com uma capacidade de 1600 bits/s? (1 valor)
- Qual seria o ritmo mínimo exigido ao canal se se utilizasse uma codificação de Huffman (1ª extensão)? (1 valor)
- E com codificação de Shannon-Fano? Comente e aponte outras alternativas. (0,5 valores)

Formulário para a parte II/ Teste 2: Representam-se 3 curvas de BER para M -PAM em função de E_b/N_0 :



Identificação do aluno

Nome: _____

Nº _____

Perguntas de escolha múltipla da Parte I (2,5 valores) / 1º Teste (5 valores)

Para responder às perguntas de escolha múltipla, faça **apenas uma cruz** no quadrado junto da resposta que achar mais correcta. Cada questão vale 0,5 valores (no teste 1,0) mas cada resposta incorrecta desconta 0,125 valores (no teste 0,25)

1. Relativamente às técnica de desmodulação de amplitude pode dizer-se que
 - a detecção de envolvente requer a presença de um oscilador local síncrono com o oscilador utilizado no emissor para gerar o sinal modulado em amplitude.
 - a detecção de envolvente requer que a modulação no emissor tenha sido realizada sem a utilização de um oscilador local de modo que não haja necessidade de sincronismos no receptor.
 - qualquer delas, quer a detecção de envolvente quer a detecção síncrona, podem ser implementadas para desmodular um sinal AM *standard*.
 - a detecção de envolvente é mais simples que a detecção síncrona embora exija que haja sobremodulação para que a detecção da envolvente seja possível.

2. uma das vantagens dum sistema via satélite em FDM face a um sistema equivalente em TDM é
 - o sincronismo do sistema ser ligeiramente mais fácil de conseguir.
 - em FDM a minimização da interferência entre canais (*crosstalk*) ser mais fácil de garantir.
 - a possibilidade de uma fácil acomodação dinâmica da largura de banda associada a cada canal.
 - permitir sempre uma menor largura de banda.

3. A função do filtro passa baixo num desmodulador síncrono é
 - Recuperar a envolvente do sinal de modulado.
 - Eliminar a portadora.
 - Eliminar a componente de alta frequência que surge após a multiplicação pelo oscilador local.
 - Eliminar a componente que surge na banda de base após a multiplicação pelo oscilador local.

4. O receptor super-heterodino é usado
 - porque é mais eficiente em termos de relação sinal ruído no sinal desmodulado.
 - para poder eliminar as frequência imagem do que surgem após o oscilador local.
 - para eliminar mais facilmente os canais adjacentes logo no andar de conversão para a frequência intermédia.
 - porque é tecnologicamente difícil realizar filtros passa banda ideais centrados nas frequências das portadoras em RF.

5. A largura de banda equivalente de ruído num receptor.
 - não pode ser definida para modulações analógicas.
 - é independente da modulação usada.
 - é definida conhecendo apenas o valor da característica de transferência na frequência central do filtro de recepção.
 - é directamente dependente da largura de banda do sinal recebido.

Identificação do aluno

Nome: _____

Nº _____

Perguntas de escolha múltipla da Parte II (2,5 valores) / 2º Teste (5 valores)

Para responder às perguntas de escolha múltipla, faça **apenas uma cruz** no quadrado junto da resposta que achar mais correcta. Cada questão vale 0,5 valores (no teste 1,0) mas cada resposta incorrecta desconta 0,125 valores (no teste 0,25)

1. Numa constelação 64-QAM

- a energia de símbolo é a mesma para todos os símbolos de canal.
- cada símbolo de canal é distinguível pela sua amplitude e frequência.
- todos os símbolos de canal possuem uma energia de símbolo distinta de todos os restantes.
- cada símbolo de canal tem uma amplitude e uma fase que o caracteriza e o distingue dos outros.

2. A formatação com impulsos de Nyquist permite efectuar uma transmissão digital 4-PAM

- em que o padrão de olho é igual ao de um sinal com formatação rectangular.
- sem interferência inter-simbólica, usando uma largura de banda limitada.
- que maximiza a relação sinal-ruído num dado instante do tempo de bit.
- que minimiza a interferência inter-simbólica quando se reduz o factor de excesso de banda.

3. Acerca dos códigos de linha para uma transmissão digital em banda base pode dizer-se que

- o valor de cada símbolo de canal pode ser dependente dos símbolos anteriores.
- a forma do sinal depende apenas do impulso suporte.
- o filtro adaptado depende da M -aridade do código.
- é necessário que a sua componente contínua seja nula.

4. A energia de símbolo, E_s , de uma transmissão 8PSK com um ritmo binário $R_b=32$ kbps sobre uma portadora sinusoidal de amplitude 3V é

- $E_s = 46,88 \text{ mV}^2\text{s}$.
- $E_s = 140,6 \text{ mV}^2\text{s}$.
- $E_s = 421,9 \text{ mV}^2\text{s}$.
- $E_s = 187,5 \text{ mV}^2\text{s}$.

5. Numa cadeia de m secções de transmissão digital via rádio (por exemplo feixe-hertziano)

- o número de bits errados é crescente após cada secção percorrida, independentemente do processamento feito no receptor no fim das secções.
- a probabilidade de erro em cada troço tem de ser sempre a mesma.
- após o i -ésimo regenerador a probabilidade de erro é superior à da saída do regenerador $i-1$, se apenas existirem blocos de regeneração de sinal.
- a largura de banda usada na transmissão em cada uma das secções tem de ser a mesma.