

Duração: 2h30; **Justifique as suas respostas;**

Coloque a identificação quer nas folhas de resolução dos problemas quer na página de escolha múltipla.

Recorde que a nota da época de frequências será obtida através de $N=0,25 \cdot N_{\text{Trab}}+0,75 \cdot N_{\text{Freq}}$.

Problemas (15 valores)

1-(4 valores)

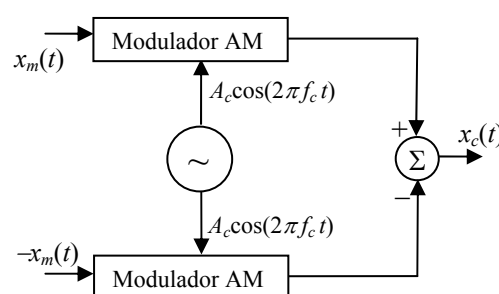
Considere um sinal de informação que é $x_m(t)=0,4+0,6\text{sen}(2000\pi t)$ [V]. Pretende-se enviar este sinal AM *standard* sobre uma portadora $x_p(t)=A_c\cos(2\pi f_c t)$, com um índice de modulação $\mu=0,2$, sendo $f_c=300$ kHz.

- Exprima analiticamente o espectro do sinal modulado e represente-o em módulo e fase. (1 valor)
- Qual a potência do sinal radiado, $x_c(t)$? (1 valor)
- Qual a percentagem da potência de b) que está associada ao sinal desmodulado $x_D(t)$ num receptor de envolvente (sem bloqueio DC)? [Se não fez b) indique apenas a potência do sinal $x_D(t)$] (0,5 valores)
- Existindo um filtro passa-banda ideal (com ganho unitário) no receptor com uma largura de banda B que é a mínima que permite passar todo o sinal $x_c(t)$, qual a relação sinal-ruído na saída do desmodulador quando o sinal é afectado por ruído branco gaussiano (AWGN) com DEP: $G_n(f) = 2 \times 10^{-10} \text{ V}^2/\text{Hz}$? (1,5 valores)

2- (4 valores)

O esquema da figura representa o denominado *modulador balanceado*.

- Mostre que o sinal emitido, $x_c(t)$, é sempre um sinal modulado em *DSB* (1 valor)
- Avalie o efeito de se desmodular esse sinal com um receptor síncrono com erro de frequência f_Δ , isto é, com um oscilador local com frequência $f_{or}=f_c+f_\Delta$ (1 valor)
- Se o sinal modulante, $x_m(t)$, for sinusoidal, determine o sinal desmodulado no receptor síncrono com erro de frequência f_Δ , referido em b). Ilustre graficamente o resultado obtido e interprete-o. (2 valores)



3-(4 valores)

Considere um sinal digital binário (com bits equiprováveis) transmitido em OOK com formatação rectangular com um ritmo binário $R_b=250$ kbit/s e com uma energia de bit $E_b = -40$ dBW.

- Represente graficamente o sinal radiado para a sequência $\{1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\}$ indicando a escala temporal e as amplitudes. [Lembre-se que a potência de um troço de sinusóide de amplitude A é $C=A^2/2$ e que metade dos bits são zeros.] (1,5 valores)
- Esboce o diagrama de olho obtido em banda base, após o filtro adaptado. (1 valor)
- Qual a largura de banda deste sinal? Qual a largura de banda mínima que considera necessária para o transmitir? (0,5 valores)
- Existindo ruído branco gaussiano (AWGN) com DEP: $G_n(f) = 4 \times 10^{-8} \text{ V}^2/\text{Hz}$, determine a relação C/N [dB] após um filtro de recepção passa-banda ideal (com ganho unitário) com a largura de banda B escolhida em c). (1 valor)

4- (3 valores)

Uma fonte discreta emite de forma independente 5 mensagens s_1, s_2, s_3, s_4 e s_5 , sendo a probabilidade de sair cada um deles dada por $P(s_1)=60\%$, $P(s_2)=10\%$, $P(s_3)=10\%$, $P(s_4)=10\%$ e $P(s_5)=10\%$.

- Qual a entropia desta fonte? (0,5 valores)
- Qual seria a eficiência de codificação alcançada com uma codificação uniforme? (0,5 valores)
- Efectue uma codificação de Huffman para esta fonte e indique a eficiência de codificação conseguida. Comente a distribuição de palavras de código que obteve. (2 valores)

Identificação do aluno (Teste A)

Nome: _____

Nº _____

Perguntas de escolha múltipla (5 valores)

Para responder às perguntas de escolha múltipla **leia-as com muita atenção e faça apenas uma cruz no quadrado junto da resposta que considerar correcta**. Cada questão vale 0,5 valores mas cada resposta incorrecta desconta 0,125 valores.

1. Um bloco de detecção de envolvente pode tipicamente surgir nos receptores de

- AM *standard* e nos de SSB
- DSB e nos de FM
- AM *standard* e FM
- SSB e FM

2. Um receptor de FM suportado num discriminador

- desmodula com $(S/N)_D$ superior as baixas frequências
- desmodula com igual $(S/N)_D$ todas as frequências
- não pode ser feito em montagem super-heterodínica
- só pode ser feito em montagem super-heterodínica

3. Sendo o espectro (unilateral) de um sinal em RF:

$$X_c(f) = \frac{A_c}{2} [\delta(f - f_c)] + \frac{A_c}{2} \left[\text{rect} \left(\frac{f - f_c - 5\text{kHz}}{10\text{kHz}} \right) \right], \text{ para } f > 0$$

- A modulação usada foi a AM *standard*
- A modulação usada foi a DSB
- A modulação usada foi a SSB de banda superior
- A modulação usada foi a VSB

4. Os sinais das rádios em FM estéreo padrão

- incluem o sinal L e o sinal R pré-modulados em SSB
- incluem o sinal L-R pré-modulado em DSB
- incluem uma sub-portadora para ser mais fácil desmodular o sinal L+R
- não podem ser desmodulados num rádio de FM só com o sistema mono

5. Numa codificação por impulsos PAM, o uso de *sample & hold* em vez de só amostragem permite recuperar mais facilmente o sinal original após o passa-baixo

- porque o sinal fica melhor representado no tempo
- devido ao decaimento espectral na envolvente do espectro do sinal de amostras
- porque o sinal transmitido fica contínuo no tempo
- porque se elimina o decaimento espectral na envolvente do espectro do sinal de amostras

6. A largura de banda de um sinal PSK

- é independente do ritmo de símbolo
- é independente do ritmo binário
- depende da formatação e da *M*-aridade
- depende da formatação mas não da *M*-aridade

7. a forma do padrão de olho depende directamente

- do ritmo binário
- da largura de banda usada
- do limiar de decisão
- da frequência da portadora

8. O ruído desmodulado que afecta a detecção de um sinal em BPSK é

- o mesmo daquele que afectaria um sinal em 4-ASK
- o mesmo daquele que afectaria um sinal em 4-FSK
- metade daquele que afectaria um sinal em 4-ASK
- metade daquele que afectaria um sinal em 4-FSK

9. Um filtro adaptado possui sempre

- um circuito correlador equivalente
- uma largura de banda equivalente de ruído infinita
- uma resposta impulsional causal
- uma resposta impulsional anti-causal

10. Um sinal modulado em 16-QAM

- transporta em cada símbolo 16 bits
- é um sinal com uma fase sempre constante
- transporta em cada bit 8 símbolos
- é um sinal com uma envolvente que não é constante

Identificação do aluno (Teste B)

Nome: _____

Nº _____

Perguntas de escolha múltipla (5 valores)

Para responder às perguntas de escolha múltipla **leia-as com muita atenção e faça apenas uma cruz no quadrado junto da resposta que considerar correcta**. Cada questão vale 0,5 valores mas cada resposta incorrecta desconta 0,125 valores.

1. Sendo o espectro (unilateral) de um sinal em RF:

$$X_c(f) = \frac{A_c}{2} [\delta(f - f_c)] + \frac{A_c}{2} \left[\text{rect} \left(\frac{f - f_c + 5 \text{ kHz}}{10 \text{ kHz}} \right) \right], \text{ para } f > 0$$

- A modulação usada foi a SSB de banda superior
- A modulação usada foi a AM *standard*
- A modulação usada foi a VSB
- A modulação usada foi a SSB de banda inferior

2. Um bloco de detecção de envolvente pode tipicamente surgir nos receptores de

- SSB e FM
- AM *standard* e nos de SSB
- AM *standard* e FM
- DSB e nos de FM

3. Um receptor de FM suportado num discriminador

- não desmodula com igual $(S/N)_D$ todas as frequências
- só pode ser feito em montagem super-heterodínica
- não pode ser feito em montagem super-heterodínica
- desmodula com $(S/N)_D$ superior as altas frequências

4. Os sinais das rádios em FM estéreo padrão

- não podem ser desmodulados num rádio de FM só com o sistema mono
- não fazem uma pré-modulação do sinal L+R
- incluem uma sub-portadora para ser mais fácil desmodular o sinal L+R
- incluem o sinal L e o sinal R pré-modulados em DSB

5. Numa codificação por impulsos PAM, o uso de *sample & hold* em vez de só amostragem permite recuperar mais facilmente o sinal original após o passa-baixo

- porque o sinal transmitido fica contínuo no tempo
- porque o sinal fica melhor representado no tempo
- porque se elimina o decaimento espectral na envolvente do espectro do sinal de amostras
- devido ao decaimento espectral na envolvente do espectro do sinal de amostras

6. a forma do padrão de olho depende directamente

- da largura de banda usada
- do limiar de decisão
- do ritmo binário
- da frequência da portadora

7. A largura de banda de um sinal PSK

- depende da formatação e da M -aridade
- depende da formatação mas não da M -aridade
- é independente do ritmo de símbolo
- é independente do ritmo binário

8. Qualquer sinal modulado em 16-QAM

- transporta em cada bit 8 símbolos
- transporta em cada símbolo 16 bits
- é um sinal com uma envolvente que não é constante
- é um sinal com uma fase que é constante

9. O ruído desmodulado que afecta a detecção de um sinal em BPSK é

- metade daquele que afectaria um sinal em 4-FSK
- metade daquele que afectaria um sinal em 4-ASK
- o mesmo daquele que afectaria um sinal em 4-ASK
- o mesmo daquele que afectaria um sinal em 4-FSK

10. Um filtro adaptado possui sempre

- um circuito correlador equivalente
- uma largura de banda equivalente de ruído infinita
- uma resposta impulsional causal
- uma resposta impulsional anti-causal