ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2013

Toute documentation permise Les calculatrices programmables, les calculatrices communicantes et les ordinateurs sont interdits Durée de l'examen : 3 heures

07-ÉLEC-B3 Systèmes de communications numériques

Question 1 : **(20 points)**

Les équations de parité d'un code bloc linéaire systématique $\mathcal{C}(8,4)$ sont données par :

$$\begin{aligned} c_0 &= m_1 \oplus m_2 \oplus m_3 \\ c_1 &= m_0 \oplus m_1 \oplus m_2 \\ c_2 &= m_0 \oplus m_1 \oplus m_3 \\ c_3 &= m_0 \oplus m_2 \oplus m_3 \end{aligned}$$

a) Donnez la matrice génératrice $\mathbf{G}$ de ce code. (4 points)

b) Déterminez sa matrice de contrôle $\mathbf{H}$. (4 points)

c) Écrivez la liste des mot-codes. (8 points)

d) Quelle est sa distance minimale du code ? (2 points)

e) Quelle est la capacité de correction de ce code ? (2 points)

Question 2 : **(15 points)**

On désire multiplexer 6 signaux audio échantillonnés à 192 kHz chacun en utilisant la modulation PCM.

a) Les 6 signaux sont multiplexés en temps (multiplexage TDM). Dessinez la trame temporelle en indiquant clairement la position et la durée des échantillons multiplexés. (5 points)

b) On forme des mot-codes PCM de 24 bits en utilisant un quantificateur uniforme. Quel est le nombre de niveaux de quantification L ? (5 points)

c) Quel est le débit binaire R_b du signal PCM multiplexé ? (5 points)

Question 3 : **(20 points)**

Une source d'information génère des bits avec un débit $R_b = 750$ Mbits/s. La séquence binaire est modulée en bande passante à une fréquence porteuse $f_c = 38$ GHz en modulation 64QAM et filtré avec un filtre à cosinus surélevé.

a) Est-il possible de transmettre ces symboles 64QAM en bande passante avec une largeur de bande $B_T = 200$ MHz ? Justifiez votre réponse. Si oui, quelle est la valeur du facteur α (*roll-off factor*) ? (10 points)

b) Quelle est la largeur de bande de transmission minimale en modulation 64QAM si on peut faire varier le facteur α ? (10 points)

Question 4 : **(20 points)**

Une source d'information génère des bits aléatoires avec un débit $R_b = 1.2$ Mbits par seconde.

a) Calculez la fonction d'autocorrélation $R_{NRZ-bi}(k)$ et la densité spectrale de puissance $\mathcal{P}_{NRZ-bi}(f)$ pour un code de ligne NRZ bipolaire avec $A = 8$ V. (10 points)

b) Calculez $R_{RZ-uni}(k)$ et $\mathcal{P}_{RZ-uni}(f)$ pour un code de ligne RZ unipolaire avec $A = 8$ V et une durée d'impulsion $\tau = 0.35T_b$. (10 points)

Question 5 : **(25 points)**

La densité spectrale de puissance du bruit thermique à l'entrée d'un récepteur $\mathcal{P}_{as}(f) = \frac{k}{2}T_i$ [Watt/Hz] sur une largeur de bande de $B = 20$ [MHz]. La température ambiante $T_i = 290$ [Kelvin] et la constante de Boltzmann $k = 1.38 \times 10^{-23}$ [Joule/Kelvin].

a) Quelle est la puissance du bruit thermique, P_{as} [Watt], à l'entrée du récepteur ? (5 points)

b) Le gain en puissance du récepteur $G_a(f) = 100$ sur les 20 MHz de largeur de bande. Quelle serait la densité spectrale de puissance du bruit à la sortie du récepteur, $\mathcal{P}_{ao}(f)$ [Watt/Hz], si le récepteur était idéal et n'introduisait pas de bruit additionnel ? (5 points)

c) Quelle serait alors la puissance du bruit P_{ao} [Watt] à la sortie du récepteur ? (5 points)

d) Maintenant, si la puissance du bruit mesurée à la sortie du récepteur est plutôt $P_{ao} = 10^{-10}$ [Watt], quelle est la température effective T_e [Kelvin] de bruit du récepteur ? (5 points)

e) Toujours pour une puissance du bruit mesurée $P_{ao} = 10^{-10}$ [Watt], quelle est la figure de bruit F_{dB} [dB] (en décibels) du récepteur ? (5 points)