

Partie I : Codage et Compression (07 points)

A.

1. Coder le mot "Mississippi" en utilisant l'algorithme de Huffman en traçant l'arbre de Huffman associé.
2. Quel est le nombre de bits qu'il faut pour coder le mot "Mississippi" ?
3. Trouver la moyenne de bits par caractère.

B.

Soit le code linéaire $C(6,3)$ dont le vecteur d'information V associe le mot de code C tel que :
 $V=(v_1, v_2, v_3)$ et $c=(v_1 v_2 v_3 c_4 c_5 c_6)$ avec $c_4=v_1+v_3$, $c_5=v_1+v_2$ et $c_6=v_2+v_3$.

1. Donner la matrice génératrice et la matrice de contrôle du code.
2. Soit $V=(1 \ 1 \ 0)$, quel est le mot de code associé ?

$$C = V \cdot G \Rightarrow G = V^{-1} C = [v_3 \ v_2 \ v_1]$$

$$V^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Concours d'accès au Doctorat (D/ LMD)

Épreuve : Communications et Réseaux

Partie II : Réseaux mobiles et sans fil

Exercice 1

Soit un opérateur GSM disposant d'une bande de fréquence de 8,4 MHz (UL, DL).

1. En supposant qu'il utilise un motif cellulaire de taille 7, déterminez le nombre de fréquences porteuses et le nombre théorique maximum de communications simultanées par cellule.
2. En réalité parmi les time-slots dont dispose l'opérateur, un (1 T.S) est réservé pour le contrôle commun et la diffusion, deux (2 T.S) pour fournir des canaux de signalisation point à point, et le reste pour les canaux de trafic utilisateur.
 - a. Si le contrôle d'un utilisateur requiert 2% d'un canal de signalisation, combien de mobiles peuvent être actifs dans la cellule ?
 - b. Quel est le nombre maximum de communications téléphoniques simultanées par cellule ?
 - c. Si un abonné téléphone en moyenne 18 minutes pendant les six heures de pointe de la journée, quel est le nombre moyen de communications téléphoniques simultanées ?

Exercice 2

Soit un réseau Wi-Fi travaillant à la vitesse de 11 Mbit/s. Les cartes d'accès ainsi que le point d'accès peuvent moduler leur puissance d'émission. Si l'on diminue la puissance du point d'accès :

1. Quelle est la conséquence sur la taille de la cellule ?
2. Montrer qu'il faut beaucoup plus de points d'accès pour recouvrir un même territoire.
3. Quelle est la conséquence sur la capacité globale du réseau ?
4. Qu'en est-il de la mobilité ?

Partie I : Communications Numériques Avancées (12pts)

A/ Soit le schéma bloc d'un émetteur CDMA (Code Division Multiple Access) représenté sur la figure 1. On suppose que le générateur de données émet N symboles de durée T avec un débit D , les symboles seront notés $\{b_k\}_{k \in [0, N-1]}$. Après étalement par un code, la séquence aura pour expression $\{c_n\}_{n \in [0, N_c-1]}$ où N_c est le nombre de chips obtenus avec un débit D_c . Le facteur d'étalement sera noté SF (Spreading Factor). Le générateur de codes pseudo-aléatoires donne des séquences $\{d_n\}_{n \in [0, SF-1]}$ de période T .



Figure 1

1. Quel est le débit chip en fonction du SF et de T ?
2. Donner l'expression de l'opération d'étalement de spectre.
3. Écrire les formes d'ondes $b(t)$, $d(t)$ et $c(t)$ avec $u_T(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq t < T \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$
4. Montrer qu'il est possible de percevoir l'opération d'étalement de spectre comme un filtrage linéaire en considérant une suite de Dirac $b'(t)$ à l'entrée d'un filtre G dont la réponse impulsionnelle $g(t)$ sera égale à une période de $d(t)$. Schématiser le résultat trouvé.

B/ Il est demandé dans cette partie de réaliser la technique d'étalement de spectre CDMA (Code Division Multiple Access) pour la transmission de symboles.

1. Construire une matrice d'Hadamard (16).
2. A partir de la matrice d'Hadamard (8), prendre la troisième ligne comme code de Walsh et étaler le symbole (1001) de durée bit T_b .
3. Si on suppose que la durée des chips est T_c , représenter l'ensemble du processus d'étalement par des formes d'onde au niveau de l'émetteur (prendre pour le 0 logique -1 et 1 logique +1).
4. L'opération de désétalement de spectre est réalisée au niveau du récepteur. Représenter cette opération pour retrouver le symbole émis.

C/ La modulation 16 PSK (Phase Shift Keying) utilisant le code de Gray est mise en place dans un modem afin de réaliser une transmission.

1. Représenter la constellation (diagramme spatial) correspondant à ce type de modulation.
2. Calculer le débit possible dans ce cas pour une fréquence de 4 méga-symboles/s.
3. Expliquer la raison pour laquelle une modulation de type QAM (Quadrature Amplitude Modulation) est mieux adaptée dans ce cas.
4. Dans le but de rendre le modem plus rapide, une autre variante de démodulation a été mise en place. Cette technique repose sur la modulation TCM 32 (Treillis Coded Modulation). Donnez la représentation spatiale qui lui correspond.

Partie II : Cryptographie et Sécurité Réseaux (6 points)

Exercice :

Alice et Bob échangent des messages en se basant sur le chiffrement RSA. Alice change sa clé RSA privée tous les 17 jours. Quant à Bob lui change sa clé tous les 37 jours. Sachant qu'Alice change sa clé aujourd'hui et que Bob a changé sa clé il y a six jours.

1. Déterminer quand sera la prochaine fois qu'Alice et Bob changeront leurs clés le même jour. λ
2. En utilisant le fait que $\phi(N) = 160$ et $N = 187$, retrouver la factorisation de $N=p \times q$, du protocole RSA utilisé par Alice et calculer ses clés privée et publique.
3. En supposant que l'exposant $e=3$, chiffrer le message $m=15$ avec la clé de Alice.

$$\begin{aligned} 17n & \quad ; \quad 17n \equiv 37n \pmod{31} \\ 37n & \pmod{31} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} 20n &= 31 \\ n &= \frac{31}{2} \end{aligned}$$

$$(X - 16) + n37 = X +$$

Concours d'accès au Doctorat (D/ LMD)

Epreuve : Traitement de l'Information

Partie III : Traitement avancé du signal (7 points) ✓

Exo III

Soit un système *LIT* causal de fonction de transfert

$$H(z) = \frac{2}{(z - 0.1)(z + 0.5)^2}$$

1. Calculer sa réponse impulsionnelle
2. Dédire l'équation aux différences
3. Donner les coefficients du système, puis proposer un schéma de réalisation

Signal discret	TZ
$\delta(n)$	1
$u(n)$	$\frac{z}{z-1}$
n	$\frac{z}{(z-1)^2}$
n^2	$\frac{z(z+1)}{(z-1)^3}$
a^n	$\frac{z}{z-a}$
$n \cdot a^n$	$\frac{a \cdot z}{(z-a)^2}$