

GEL4200: Communications numériques **2010 Examen final**

*Mercredi le 28 avril 2010; Durée: 13h30 à 15h20
Documentation fournie; une calculatrice permise*

Problème 1 (20 points sur 100)

- A. (5 points) Pour quelle raison est-ce que nous avons besoin d'une boucle de verrouillage (PLL)?
- La détection cohérente est basée sur une concordance entre la phase de la porteuse de transmission et l'oscillateur locale au récepteur pour enlever la porteuse. Le PLL sert à garder les deux phases en synchronisation.
- B. (10 points) Donnez les trois méthodes de génération des références de phase pour une boucle de verrouillage (PLL).
- A) tonalité ou pilote
 - B) ré-modulation
 - C) mettre signal reçu au carré (puissance quatre, etc.)
- C. (5 points) Donnez un avantage/désavantage pour chaque méthode.
- A) tonalité ou pilote – simple, mais gaspille l'énergie
 - B) ré-modulation – plus complexe, mais plus performant
 - C) mettre signal reçu au carré (puissance quatre, etc.) – simple, mais bruité et sujet aux instabilités

Problème 2 (20 points sur 100)

matrice de contrôle

$$H = \left(\begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{array} \right)_{4,8}$$

matrice génératrice

$$G = \left(\begin{array}{cccc|cccc} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)_{4,8}$$

A. (10 points) Donnez la distance minimale du code.

message	Mots de code	poids
0000	00000000	0
0001	11100001	4
0010	11010010	5
0011	00110011	4
0100	10110100	4
0101	01010101	4
0110	01100110	4
0111	10000111	4
1000	01111000	4
1001	10011001	4
1010	10101010	4
1011	01001011	4
1100	11001100	4
1101	00101101	4
1110	00011110	4
1111	11111111	8

poids minimale = 4
 \Rightarrow distance minimale = 4

B. (10 points) Donnez la table des syndromes.

Table standard: 2^n par $2^{n-k} \Rightarrow 2^1$ par $2^{8-4} \Rightarrow 16 \times 16$

\Rightarrow 16 vecteurs d'erreur que nous pouvons corriger

	e	eH^T
1 bit en erreur	00 000001	0001
	00 000010	0010
	00 000100	0100
	00 001000	1000
	00 010000	1110
	00 100000	1101
	01 000000	1011
	10000000	0111
2 bits	00 000011	0011
	00 000110	0110
	00 001100	1100
	00 011000	0110
	00 110000	0011
	01100000	0110
	11000000	1100
	10000001	0110

00011000	0110
00110000	0011
01100000	0110
11000000	1100
10000001	0110

rejetés: syndrome déjà dans la table

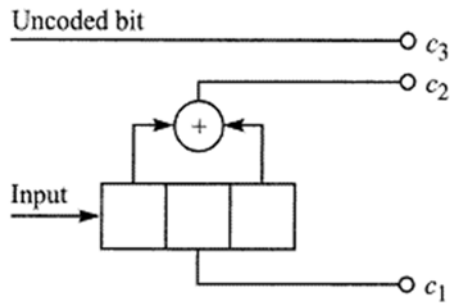
Syndrômes pas pris encore

0000101	0101
00001001	1001
01000001	1010
00010001	1111

→ patrons avec ces syndrômes →

Problème 3 (10 points sur 100)

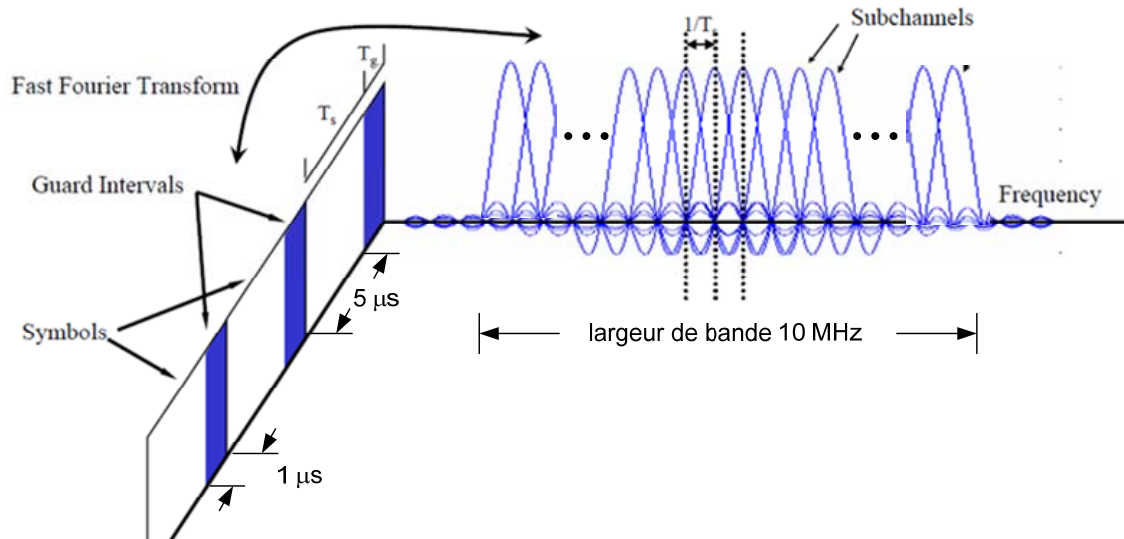
Voici un encodeur TCM.



- A. (5 points) Donnez les mots de codes indiqués dans le diagramme en treillis.
- B. (5 points) Considérez pour le 8 PSK les deux correspondances suivantes entre les symboles logiques et les coordonnées I/Q. Laquelle des deux correspondances sera la plus performante pour le TCM, et pourquoi?

Option A

Option B

Problème 4 (15 points sur 100)

Nous utilisons 32 QAM avec ce système OFDM (multiplexage orthogonal par fréquence).

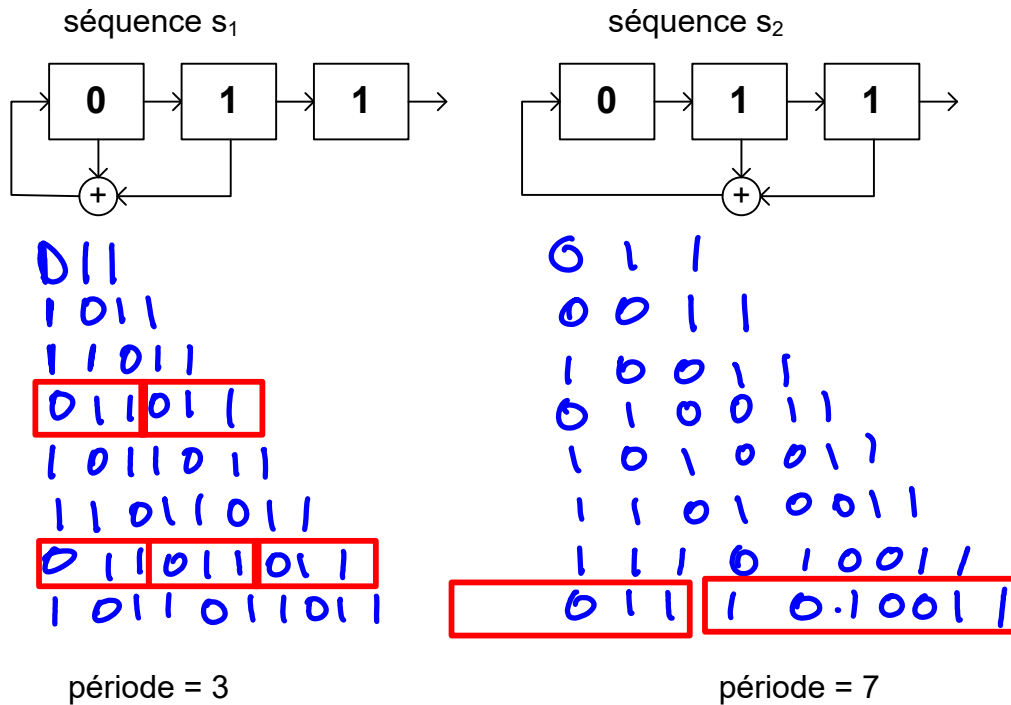
A. (5 points) Combien de porteuses faut-il?

B. (5 points) Quel est le taux binaire maximal de transmission?

Problème 5 (25 points sur 100)

Deux générateurs de séquence (3 registres à décalage), avec état initial 0 1 1.

A. (10 points) Trouvez le période de chaque séquence de sortie, soit $p(s_1)$ et $p(s_2)$.



B. (5 points) Lequel des énoncés est vrai?

- seulement s_1 est une séquence- m
- seulement s_2 est une séquence- m
- s_1 et s_2 sont toutes les deux des séquences- m
- ni s_1 ni s_2 est une séquence- m

Une séquence- m , ou une séquence maximale, avec m registres à décalage a un période de $2^m - 1 = 2^3 - 1 = 7$. Donc l'énoncé ii est vrai.

- C. (10 points) Donnez une esquisse des fonctions d'autocorrélation des deux séquences. Vous **ne** devez **pas** normaliser la fonction d'autocorrélation par le période de la séquence.

$R(\tau)$ = nombre de bits pareils - nombre de bits différents à un délai de τ

période = 3

$$R(0) = \begin{array}{ccc} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{array} = 3$$

$$R(1) = \begin{array}{ccc} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array} = -1 + 1 + 1 = 1$$

$$R(2) = \begin{array}{ccc} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{array} = -1$$

période = 7

$$R(0) = \text{période} = 7$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \quad R(1) = 3 - 4 = -1$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \quad R(2) = 3 - 4 = -1$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \quad R(3) = 3 - 4 = -1$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \quad R(4) = 3 - 4 = -1$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \quad R(5) = 3 - 4 = -1$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \quad R(6) = 3 - 4 = -1$$

Esquisse

