GEL10280: Communications numériques
2004 Examen Partiel

Mercredi le 10 mars 2004; Durée: 8h30 à 10h20
Une feuille documentation permise; une calculatrice permise

Problème 1 (40 points sur 100)

A. (5 points) Donnez la définition d'une impulsion Nyquist.

B. (5 points) Quelle est l'impulsion Nyquist la plus efficace en largeur de bande?

C. (10 points) Expliquez l'origine de l'interférence inter symbole et pourquoi nous utilisons les impulsions Nyquist.

D. (20 points) Voici l'équation pour l'impulsion Nyquist « Raised Cosine »

$$v(t) = \frac{\sin(\pi t/T_s)}{\pi t/T_s} \frac{\cos(r\pi t/T_s)}{1-4r^2t^2/T_s^2}$$

et sa transformée de Fourier

$$V(f) = \begin{cases} 1 & 0 < |f| < \dfrac{1-r}{2T_s} \\ \cos^2\left[\dfrac{\pi T_s}{2r}\left(f - \dfrac{1-r}{2T_s}\right)\right] & \dfrac{1-r}{2T_s} < |f| < \dfrac{1+r}{2T_s} \\ 0 & ailleurs \end{cases}$$

Quelles sont les implications dans le domaine du temps et de fréquence de choisir $r \in \{0, .3, 1\}$? Décrivez les situations où l'on choisirait chacune de ces valeurs pour r.

Problème 2 (30 points sur 100)

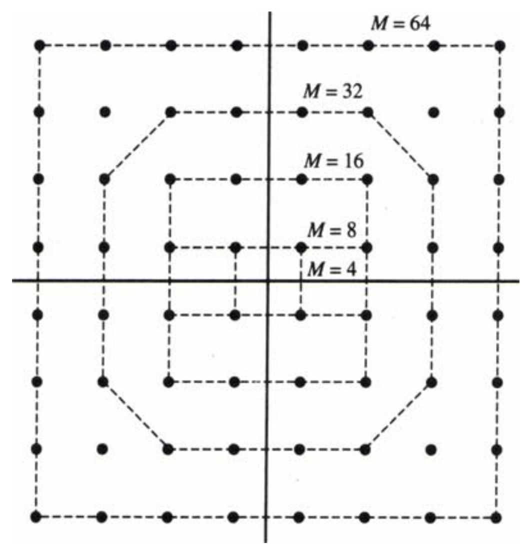
64 QAM rectangulaire

A. (15 points) Trouvez la distance minimale (Dmin) pour 64QAM rectangulaire en fonction de Es, l'énergie moyenne par symbole. Vous devrez remplir la table fournie pour vous aider dans vos calculs. N'oubliez pas de mettre cette table dans votre cahier bleu.

B. (5 points) Trouvez la distance minimale normalisée (dmin) pour 64QAM rectangulaire.

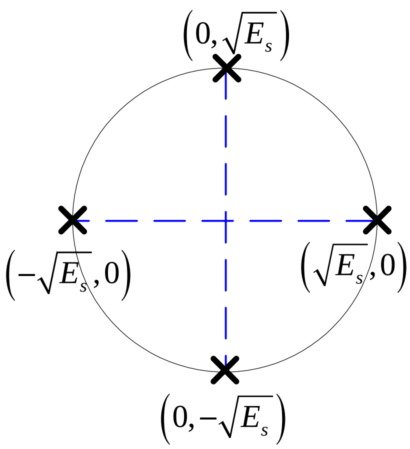
C. (10 points) Trouvez la probabilité d'erreur en fonction de E_b/N_0 pour 64QAM rectangulaire en utilisant l'estimé provenant de la borne de l'union.

$\left(a_n^I, a_n^Q\right)$	# de points	$distance^2$ de l'origine	Sous-total
(±1, ±1)			
(±1, ±3) (±3, ±1)			
(±3, ±3)			
(±1, ±5) (±5, ±1)			
(±5, ±5)			
(±1, ±7) (±7, ±1)			
(±7, ±7)			
(±3, ±5) (±5, ±3)			
(±3, ±7) (±7, ±3)			
(±5, ±7) (±7, ±5)			
$\sum_{i=1}^{M}\left[\left(a_n^I\right)^2+\left(a_n^Q\right)^2\right]$			



Problème 3 (30 points sur 100)

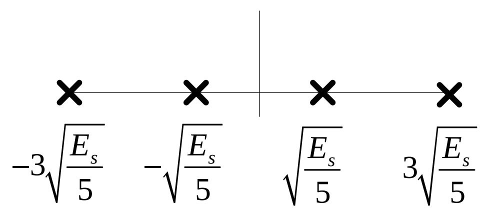
A. (10 points) Pour la détection cohérente et les impulsions de Nyquist idéales, donnez l'efficacité spectrale pour les trois constellations suivantes :



QPSK

$$s_1 = [1 \quad 0 \quad 0 \quad 0]\sqrt{E_s}$$
$$s_2 = [0 \quad 1 \quad 0 \quad 0]\sqrt{E_s}$$
$$s_3 = [0 \quad 0 \quad 1 \quad 0]\sqrt{E_s}$$
$$s_4 = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]\sqrt{E_s}$$

4FSK



4PAM

B. (10 points) Indiquez pour chaque constellation

a. Si un code de Gray sera pertinent.

b. Si oui, indiquez un code de Gray pour la constellation.

C. (10 points) Comparez le QPSK et 4PAM en termes d'efficacité spectrale et de probabilité d'erreur.