

## TD2-Modulations numériques

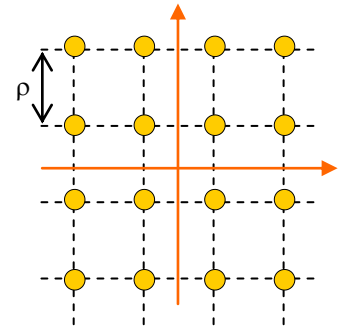
INSA

Département Télécommunications, Services & Usages

4 TC ; 2007-2008

### I. Modulations linéaires

On considère le schéma de modulation 16-QAM, dont la constellation est donnée par la figure ci-jointe.



#### I.1. Etude et mise en forme des impulsions

- 1) Proposez le schéma simplifié d'un codeur 16-QAM : codage des symboles, génération du signal d'enveloppe complexe et synthèse du signal RF. Vous choisirez une répartition des symboles permettant de minimiser le taux d'erreur de transmission.
- 2) Donnez mathématiquement l'expression du signal RF en fonction des mots codes, notés  $d(n)$ .
- 3) Déterminez la valeur  $\rho=\rho_0$ , qui rend unitaire la puissance moyenne du signal (en supposant les symboles équiprobables).

#### I.2. Taux d'erreur de transmission dans un canal AWGN

Le canal est assimilé à un canal AWGN.

- 1) A partir d'un schéma de récepteur bande base I/Q, déterminez l'expression du bruit complexe sur I/Q.
- 2) En utilisant l'expression de l'inter-corrélation des processus, démontrez que les bruits de la partie réelle et de la partie imaginaire sont décorrélés.
- 3) Déterminez la probabilité d'erreur en fonction du rapport signal à bruit, pour chacun des bits transmis. Vous utiliserez la fonction  $\text{erfc}(x)$  donnée par :

$$\text{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-x^2} dx$$

- 4) Calculez l'expression du TEB moyen.

*Approfondissement:*

Sous Matlab, tracez le TEB moyen en fonction du rapport signal à bruit RSB. Donnez la valeur de RSB permettant d'atteindre une erreur de  $10^{-4}$ .