

TP 03 : Simulation de chaîne de communication numérique passe-bande

1- Objectifs

- Création d'un modèle d'une chaîne de communication numérique passe-bande.
- Calcul du taux d'erreur par bits BER ou par symboles SER.

2- Chaîne de transmission en modulation QPSK passe-bande

Le modèle traité contient les éléments les plus fondamentaux d'un système de communication : la source pour le signal numérique, un modulateur en bande de base QPSK, un canal AWGN, un démodulateur QPSK en bande de base et un moyen de détection des erreurs causées par le bruit.

3- Sélection de blocs pour le modèle à QPSK passe-bande

- Générateur de nombres aléatoires : (Communication Blockset – Comm Sources – Random Data Sources – **Random Integer Generator**).
- Modulateur QPSK en bande de base : (Communication Blockset – Modulation – Digital Baseband Modulation – PM – **QPSK Modulatetor Baseband**).
- Démodulateur QPSK en bande de base : (Communication Blockset – Modulation – Digital Baseband Modulation – PM – **QPSK Demodulatetor Baseband**).
- Canal AWGN: (Communication Blockset – Cannels – **AWGN Channel**).
- Détecteur des erreurs : (Communication Blockset – Comm Sinks – **Error Rate Calculation**).
- Affichage: (Signal Preccessing Blockset – Signal Preccessing Sinks– **Display**).
- (Simulink –Sinks– **To Workspace**)

Raccorder ces différents blocs suivant le schéma bloc d'une chaîne de communication passe-bande.

4- Paramètre des blocs

Modifiez les paramètres suivants en cliquant dans le champ à côté du paramètre, la suppression de la valeur par défaut, et en entrant le nouveau paramètre à sa place :

- Bloc **Random Integer Generator:**
 - M-ary à 4.
 - Initial Seed 12345.
 - Sample time à 10^{-3} s.
 - Sampels per frame à 500.
 - Output data type à double.

- Bloc **Modulateur/Démodulateur :**
 - Main
 - Phase offset à $\pi/4$.
 - Constellation ordering à Gray.
 - Input type à Integer.
 - Data type
 - Double.

- Bloc **AWGN Channel :**
 - Input processing à Inherited.
 - Initial seed à 54321.
 - Mode à Signal to noise ratio E_s/N_0 .
 - E_s/N_0 (dB) à **EsNo**.
 - Input signal power à 1.
 - Symbol period (s) à 10^{-3} s.

- Bloc **Error Rate Calculation:**
 - Receive delay à 0.
 - Computation delay à 0.
 - Computation mode à Entire frame.
 - Output data
 - Port.
 - Cocher sur Stop simulation.
 - Target number of errors: **maxNumErrs**.
 - Target number of symbols: **maxNumBits**.

- Bloc **To Workspace:**
 - Variable name.
 - SERQPSK.
 - Limit data points to last à 1.
 - Decimation à 1.
 - Sample time (-1 for inherited) à -1
 - Save format: Array.

5- Programme de simulation Matlab

- Précisez la valeur des variables **maxNumErrs** et **maxNumBits** respectivement à 200 et 10^5 .
- Donnez la variation du rapport un vecteur E_s/N_0 : **EsNoVec = -6:1:8**.

- Précisez la boucle d'exécution du modèle simulink. Utilisez la fonction *sim* pour exécuter le modèle simulink.
- Tracez l'évaluation de SER simulé et théorique en fonction du rapport E_s/N_0 en *semilogy*.
- Tracez l'évaluation de SER simulé et théorique en fonction du rapport E_s/N_0 en *semilogy*.
- Tracez l'évaluation de BER simulé et théorique en fonction du rapport E_b/N_0 en *semilogy*.

On donne l'expression de la probabilité d'erreur par symbole (SER théorique) pour la modulation QPSK comme suit :

- Pour k (le nombre de bits) est paire :

$$P_S = 1 - \left(1 - 2 \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{M}} \right) \cdot Q \left(\sqrt{\frac{3}{M-1} \cdot \frac{E_s}{N_0}} \right) \right)^2.$$

- Pour k (le nombre de bits) est impaire :

$$P_S = 4 \cdot Q \left(\sqrt{\frac{3}{M-1} \cdot \frac{E_s}{N_0}} \right).$$

Avec :

$$Q(x) = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{\sqrt{2}} \right) \right).$$

Raccordez Les différents blocs du modèle simulink QPSK suivant le schéma bloc d'une chaîne de communication en bande de base. Exécutez le modèle créé à partir du programme Matlab. Comparez les deux résultats : SER et BER QPSK théorique et simulé.