

Travaux Dirigés

Communications numériques avec modulation

L'objectif de ce TD est d'illustrer le cours CN4, en étudiant une transmission utilisant une modulation QAM, sur un canal idéal ajoutant un simple bruit additif blanc gaussien. Pour cela, vous utiliserez le logiciel WinIQSIM qui sert normalement à contrôler les générateurs de signaux Rohde&Schwarz.

Lancez le logiciel en environnement Windows. Cherchez pour cela l'exécutable WinIQSim.

Partie 1 : Etude de l'effet du filtrage sur une transmission avec modulation QPSK (=PSK4)

Remplissez les différents schémas blocs du système de transmission de manière à simuler une transmission à 10 Mbauds, avec une modulation QPSK (= modulation de phase à 4 états ou PSK-4), sur un canal sans bruit. Vous choisirez pour commencer un filtre d'émission et un filtre de réception en racine de Nyquist, avec un coefficient d'arrondi de 0,5.

La figure suivante montre les différents paramètres à choisir :

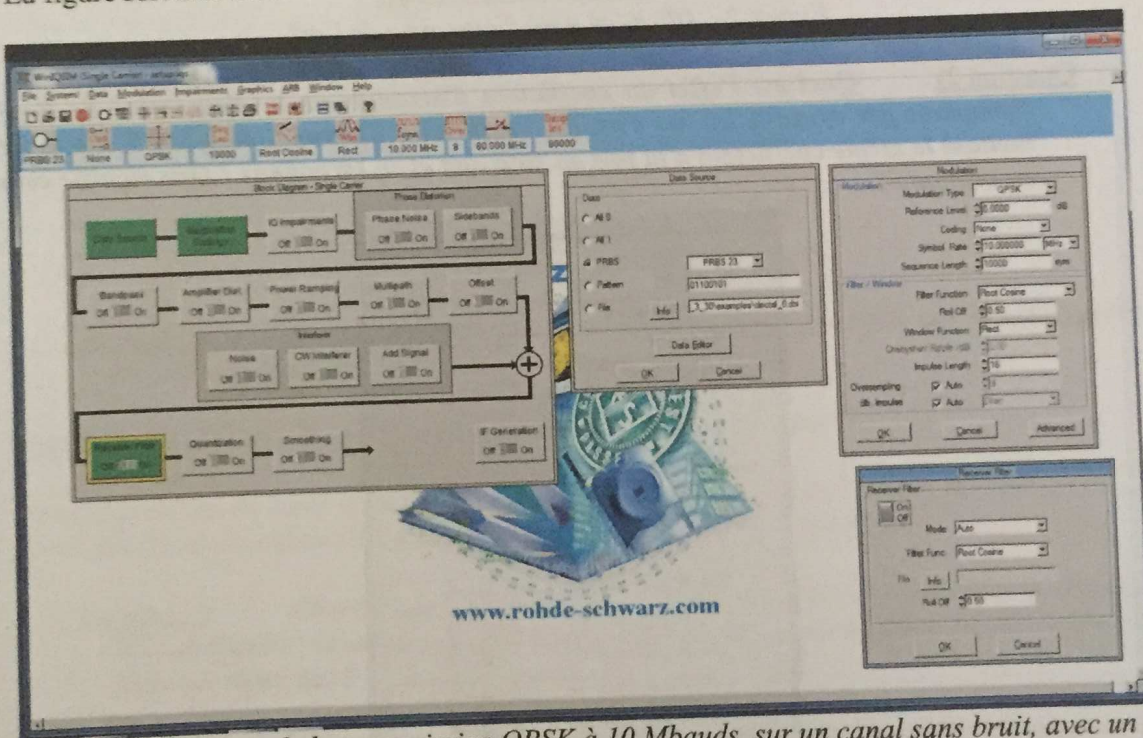


Figure 1 : Schéma de la transmission QPSK à 10 Mbauds, sur un canal sans bruit, avec un filtrage global de Nyquist de coefficient d'arrondi égal à 0,5.

Question 1) Affichez le diagramme de l'œil (reportez-vous à la figure 2 pour voir les paramètres à choisir, puis lancez la commande 'Show Graphic' dans le menu 'Graphics'). Montrez que l'interférence entre symboles est supprimée seulement lorsque les conditions de filtrage de Nyquist sont respectées. Que se passe-t-il en

effet si l'on choisit par exemple un coefficient d'arrondi de 0,2 côté filtre de réception avec un coefficient 0,5 côté émission ?

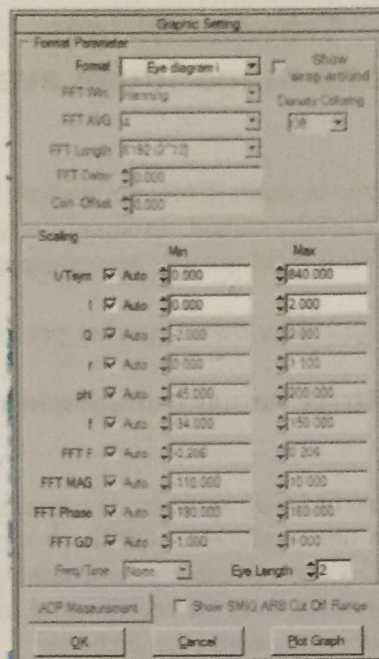


Figure 2 : Affichage d'un diagramme de l'œil

Question 2) Quel est l'effet du coefficient d'arrondi sur le diagramme de l'œil (comparez par exemple les cas avec des coefficients d'arrondi de 0,2, 0,5 et 0,8, en mettant le même coefficient à la fois en émission et en réception) ? Que signifie cela en pratique ?

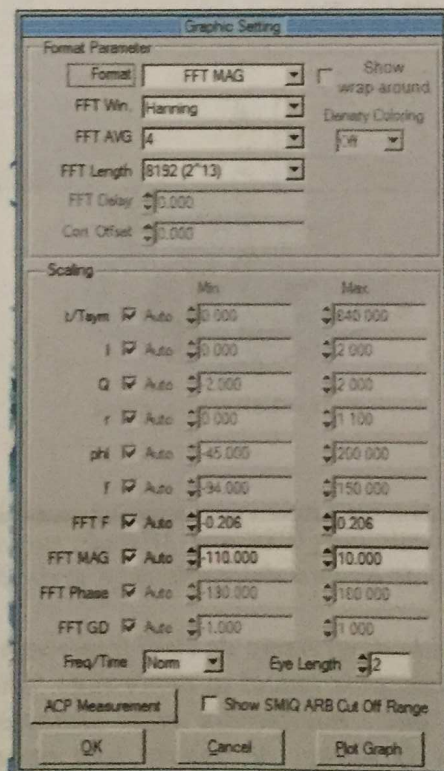


Figure 3 : Affichage d'un spectre

Question 3) Affichez le spectre occupé dans les différents cas de filtrage définis en question 2 (voir figure 3). Montrez que l'on retrouve graphiquement la formule liant le spectre occupé par le signal émis, les conditions de filtrage et le débit symbole.

Question 4) Concluez sur l'importance de réaliser un filtrage de Nyquist et sur le compromis à trouver lors du choix de son coefficient d'arrondi.

Question 5) Etudions maintenant le cas d'un canal ajoutant du bruit avec E_b/N_0 égal à 10 dB (voir figure 4). On se place dans les conditions de suppression des interférences entre symboles. Quel est l'effet du bruit sur le diagramme de l'œil ? Quel rapport E_b/N_0 faut-il avoir pour voir l'œil se fermer ? Cela est-il normal ?

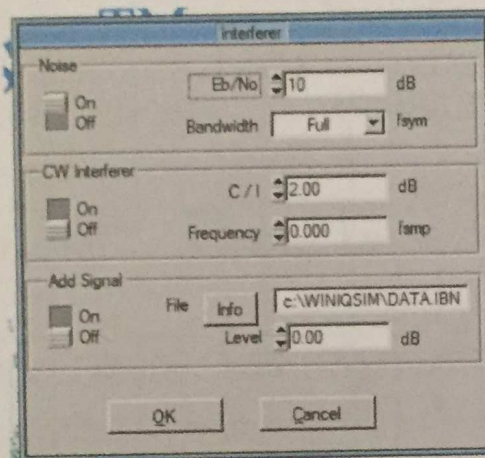


Figure 4 : Ajout d'un bruit sur le canal

Question 6) Récapitulez les différentes informations apportées par le diagramme de l'œil sur la qualité d'un système de transmission.

Partie 2 : Etude avec d'autres modulations : QAM16 et QAM64

Revenons au cas du canal idéal sans bruit, avec un filtrage global de Nyquist de coefficient d'arrondi 0,5 et changeons le type de modulation : QAM16, puis QAM64.

Question 7) Observez le diagramme de constellation de ces modulations (Format 'Constellation' dans Graphics Setting). Quel est la valeur du débit binaire transmis dans ces deux cas ?

Question 8) Observez le diagramme de l'œil. Commentez le nombre de niveaux et expliquez les conséquences que cela a quand on passe à travers un canal bruité.

TD6 : Roseau

Q1) Avec le filtrage respecté de Nyquist, les points sont ponctuels (pas d'erreur de réception)

⇒ Il faut, pour éviter tout débordement de l'œil pour que le critère soit respecté, que les coefficients d'arrondis d'émission et de réception soient les mêmes.

Q2) plus α est grand, plus l'œil est net et large.

Cette largeur permet alors une bande d'émission plus grande et donc une marge d'erreur plus tolérante.

Q3) L'axe des abscisses est $B_{occ} T_s = \frac{B_{occ}}{R} = \frac{\alpha+1}{2}$

On retrouve bien ceci sur les graphiques.

Q4) Importance du filtrage

↳ $\alpha \uparrow \Rightarrow$ Les interférences symboliques sont évitées

Compromis du filtrage

↳ $\alpha \downarrow \Rightarrow$ La bande occupée est plus petite et peut alors passer dans des canaux restreints

Q5) Le bruit crée des interférences sur le diagramme de l'œil.

On trouve environ $E_b/N_0 \approx 6\text{dB}$ c'est normal

Q6) Ouverture Verticale : marge d'acceptation du bruit
Ouverture Horizontale : marge de tolérance sur la précision de l'horloge lors de l'échantillonnage.