

MSC57 - TD1 : Transmission et réception d'un signal modulé en QPSK

Ce TD fait l'objet d'un compte-rendu qui devra être chargé sous la forme d'un seul fichier au **format pdf** et au plus tard le **lundi 26 mars 2012** sur **www.soc-lip6.fr/~hassan**.

Le compte-rendu doit comprendre des explications pour chacune des réponses. Les figures doivent être mises dans un contexte, expliquées, commentées et avoir une légende.

1 Emetteur QPSK

On veut transmettre une séquence de bits par émission radio. On se propose de le faire en utilisant la modulation QPSK. Pour cela on dispose de l'émetteur de la figure 1.

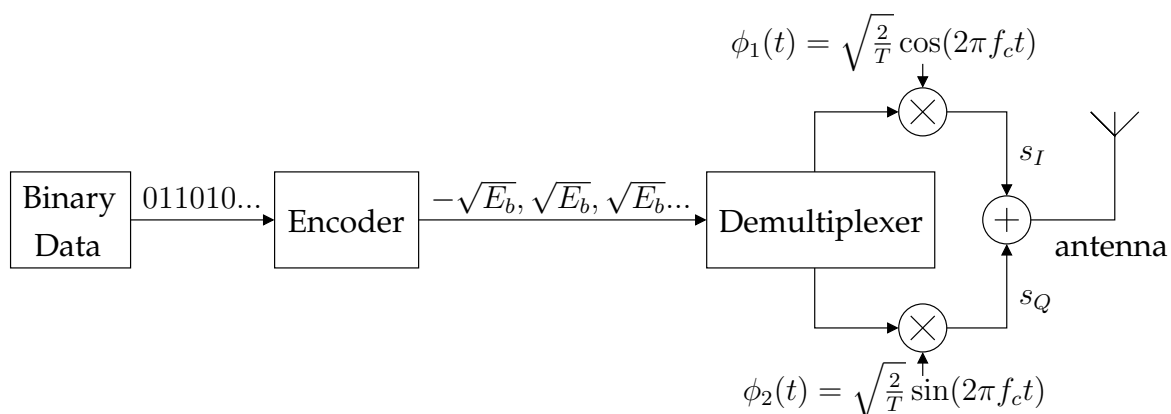


Figure 1: Emetteur d'un signal numérique modulé en QPSK.

Les caractéristiques de l'émetteur sont les suivantes :

- La fréquence des bits est $f_b = \frac{1}{T_b} = 100kHz$.
- L'énergie par bit est E_b , on a : $+\sqrt{E_b}$ pour 1 et $-\sqrt{E_b}$ pour 0.
- La période d'un symbole est $T = \frac{2}{f_b}$ et elle est exprimée mathématiquement en utilisant la fonction : $p(t - T) = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq t < T \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$
- La fréquence de la porteuse est $f_c = 1MHz$ (on a toujours $f_c = n f_b$ avec n entier).
- Pour la simulation Matlab on échantillonne le signal $f_s = 100MHz$ ($T_s = \frac{1}{f_s}$ est le pas de simulation).

Question 1 : Faites le chronogramme des sorties des 3 premiers blocs de l'émetteur.

Question 2 : Calculez les expressions temporelles des signaux s_I et s_Q qui sont les sorties des 2 mélangeurs et déduisez-en l'expression temporelle du signal émis par l'antenne.

Question 3 : A partir de ce que vous venez de calculer montrez que cette modulation s'effectue sur

la phase de la porteuse et donnez le symbole de chaque phase. On vous rappelle que :

$$\begin{aligned}\cos(a) + \sin(a) &= \sqrt{2} \cos\left(a - \frac{\pi}{4}\right) \\ \cos(a) - \sin(a) &= \sqrt{2} \cos\left(a + \frac{\pi}{4}\right) \\ \cos(a + \pi) &= -\cos(a)\end{aligned}$$

★ Les 3 questions suivantes (4-5-6-7) peuvent être faites en-dehors des heures de TD mais sont demandées dans le compte-rendu.

Question 4 : Exprimez dans le domaine fréquentiel le signal émis en calculant sa transformée de Fourier. On vous rappelle que :

$$\begin{aligned}\cos(2\pi f t) &\Rightarrow \frac{1}{2}(\delta(f) + \delta(-f)) \\ \sin(2\pi f t) &\Rightarrow \frac{j}{2}(\delta(-f) - \delta(f)) \\ p(t - \tau) = \begin{cases} 1 & \text{si } -\frac{\tau}{2} \leq t < \frac{\tau}{2} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} &\Rightarrow P(f) = \tau \operatorname{sinc}(\tau f)\end{aligned}$$

(NB : Une multiplication dans le domaine temporel est une convolution dans le domaine fréquentiel et inversement).

Question 5 : Représentez la transformée de Fourier de chacun des 4 symboles.

Question 6 : Calculez la densité spectrale de puissance puis affichez-la.

(NB : La densité spectrale de puissance est le module au carré du spectre : $|X(f)|^2 = X(f) \cdot X^*(f)$).

Question 7 : Comparez la DSP d'un signal modulé en QPSK et d'un signal modulé en Binary-PSK (cf cours).

2 Récepteur QPSK

On s'intéresse maintenant la réception du signal que l'on vient de moduler. On considérera toujours que le signal reçu est cohérent (pas de problème de phase).

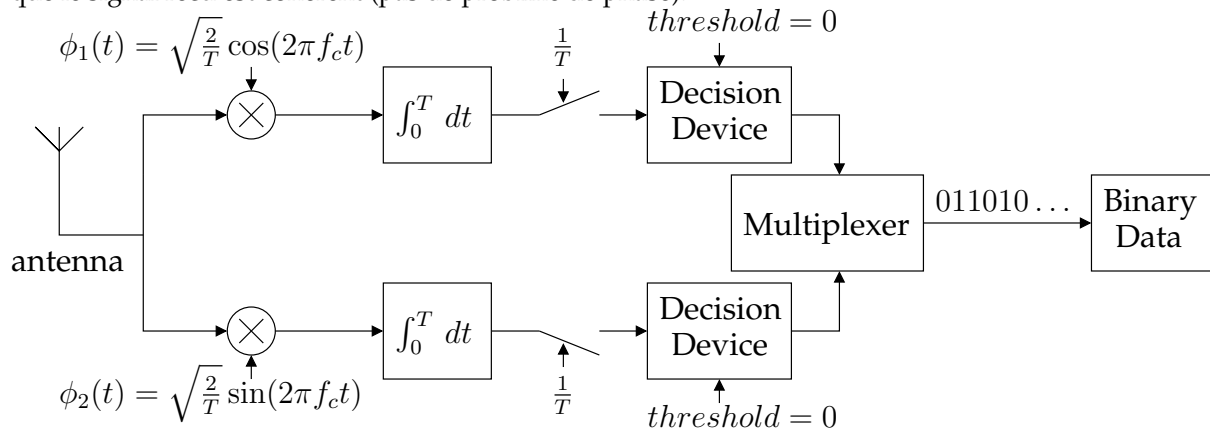


Figure 2: Récepteur idéal d'un signal QPSK cohérent.

Question 8 : En considérant le récepteur de la figure 2 et un canal de transmission idéal (le signal émis est le signal reçu, pas de problème de cohérence de phase) donnez les expressions temporelles des signaux la sortie de chaque mélangeur et de chaque intégrateur. On vous rappelle que :

$$\begin{aligned} \cos^2 a &= \frac{1}{2}(1 + \cos(2a)) \\ \sin^2 a &= \frac{1}{2}(1 - \cos(2a)) \\ \cos(a) \sin(a) &= \frac{1}{2} \sin(2a) \end{aligned}$$

Question 9 : Quel sont les rôles des mélangeurs et des intégrateurs ?