



Systemes sur puce communicants

SOCOM201 - Année Scolaire 2015-2016(P1)

Contrôle de Connaissances

Durée 1h30 - Documents et calculatrice autorisés

Exercices

Exercice : Récepteur Bluetooth	2
Exercice : Bruit de phase d'une PLL	2
Exercice : Amplification et signaux modulés	3

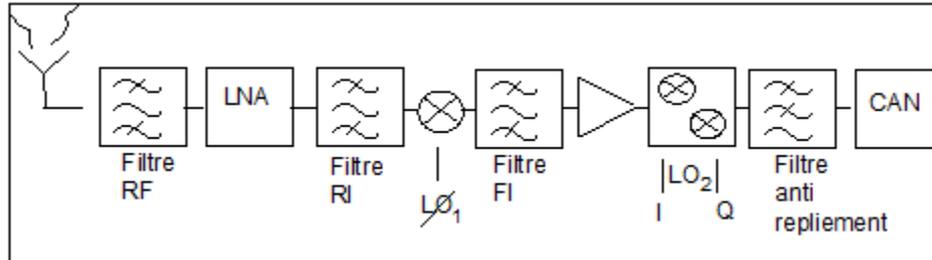
Tous les exercices sont indépendants.

Exercice 1 - : Récepteur Bluetooth

Un récepteur Bluetooth a les spécifications suivantes :

- Bande de réception : [2400 MHz ; 2479 MHz] ;
- Espacement des canaux : 1 MHz ;
- Sensibilité : - 70 dBm.

Nous allons utiliser un récepteur de type hétérodyne tel que présenté sur la figure ci-dessous.



La fréquence intermédiaire choisie est de 10 MHz. On dispose de certains éléments déjà conçus et le but de cet exercice est de choisir un élément parmi ceux proposés.

Question 1.1 Le filtrage RF, réalisant les filtres notés « Filtre RF » et « Filtre RI », est à choisir parmi :

- F1 : Fréquence centrale = 2450 MHz / Bande Passante = 100MHz ;
- F2 : Fréquence centrale = 2400 MHz / Bande Passante = 200MHz ;
- F3 : Fréquence centrale = 2450 MHz / Bande Passante = 30MHz ;
- F4 : Fréquence centrale = 2400 MHz / Bande Passante = 500MHz.

Indiquer le choix du filtre et le justifier.

Question 1.2 L'amplificateur faible bruit, LNA, est à choisir parmi :

- LNA1 : Noise Figure = 2dB, Gain = 30dB ou 0dB, Fréquence du signal d'entrée autour de 2.4GHz ;
- LNA2 : Noise Figure = 5dB, Gain = 20dB ou 0dB, Fréquence du signal d'entrée autour de 2 GHz.

Indiquer le choix du LNA et le justifier.

Question 1.3 Le filtre de fréquence intermédiaire, « Filtre FI » est à choisir parmi :

- FI1 : Fréquence centrale = 10 MHz / Bande Passante = 300KHz ;
- FI2 : Fréquence centrale = 10 MHz / Bande Passante = 1MHz ;
- FI3 : Fréquence centrale = 25 MHz / Bande Passante = 2MHz ;
- FI4 : Fréquence centrale = 25 MHz / Bande Passante = 100MHz.

Indiquer le choix du filtre FI et le justifier.

Exercice 2 - : Bruit de phase d'une PLL

On utilise pour l'oscillateur local d'un récepteur une boucle à verrouillage de phase (PLL) avec un diviseur de fréquence entier N . On considère, dans un premier temps, que le bruit de phase de la PLL est uniquement lié à l'oscillateur contrôlé de la boucle. Celui-ci est donné, dans la bande de fréquence considérée au voisinage de la fréquence synthétisée f_o , par :

$$L(\Delta f) = -80 - 20 \log_{10}(\Delta f)$$

où L est exprimé en dBc/Hz et Δf est l'écart par rapport à f_o en kHz.

Pour simplifier l'analyse, on supposera dans tout l'exercice que la boucle est du premier ordre (filtre de boucle $H = 1$) et on notera K le gain de boucle

Question 2.1 Quel type de filtrage est exercé par la PLL sur le bruit de phase de l'oscillateur contrôlé ?

Question 2.2 Sachant que la PLL a une fréquence de coupure $f_c = 10 \text{ kHz}$, en déduire le bruit de phase en sortie la boucle pour $\Delta f = 100 \text{ kHz}$.

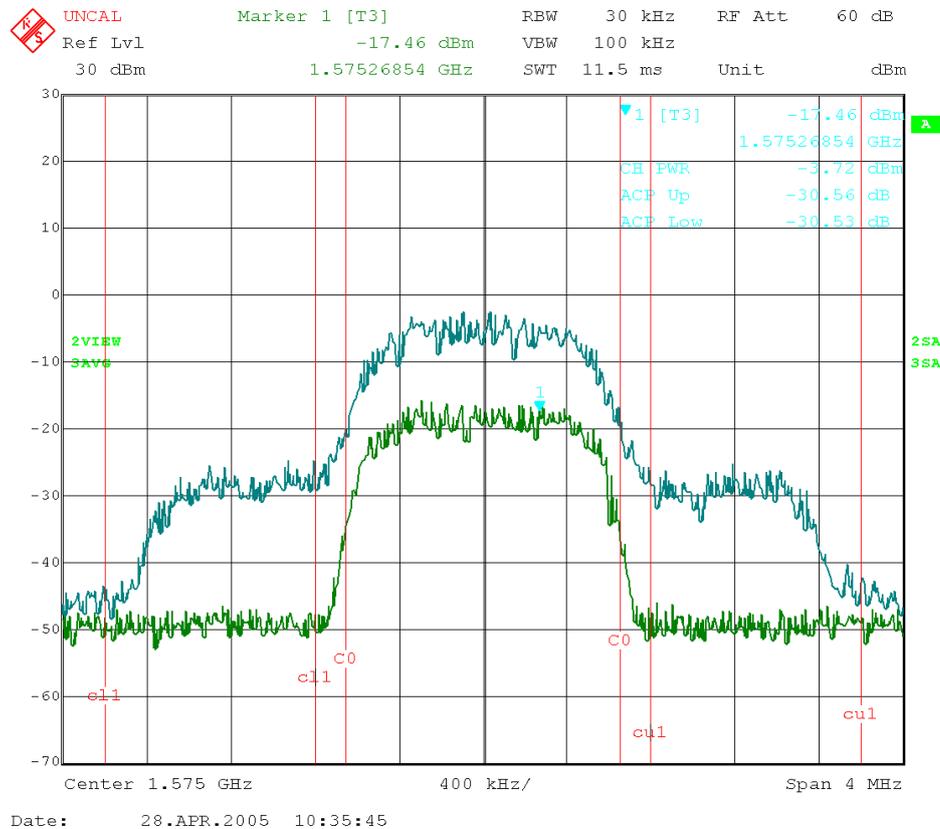
La fréquence de référence est fournie par un oscillateur à quartz qui a un bruit de phase $L_r = -130 \text{ dBc/Hz}$ à $\Delta f = 10 \text{ kHz}$ de la fréquence de référence. La PLL utilise un diviseur de fréquence par $N=30$.

Question 2.3 Quel type de filtrage est exercé par la PLL sur le bruit de phase de l'oscillateur de référence ?

Question 2.4 Comparer, en sortie de la PLL et à $\Delta f = f_c = 10 \text{ kHz}$ de la fréquence f_o , le bruit de phase de la référence à celui de l'oscillateur contrôlé.

Exercice 3 - : Amplification et signaux modulés

La figure ci-dessous représente le spectre des signaux d'entrée (courbe intérieure) et de sortie (courbe extérieure) d'un amplificateur excité en son entrée par un signal modulé OQPSK de fréquence centrale 1.575 GHz et de bande 1 MHz.



Question 3.1 Pourquoi le spectre affiché dans les spécifications des PA commerciaux apparaît-il généralement bruité ?

Question 3.2 Quelles sont les origines de la déformation du spectre de sortie ? Comment caractérise-t-on cette déformation ? Donner la valeur approximative (à 2dB près) de cette caractéristique.

Question 3.3 Pourquoi le PAR est supérieur à 0 dB pour les modulations de phase de type PSK dans les systèmes radio numériques ?