

CIRF - Examen du 31 Janvier 2008

Hassan Aboushady

Avant propos

Durée 2h00

Documents autorisés: 1 feuille A4 recto-verso.

Exercice 1 : Récepteur RF.

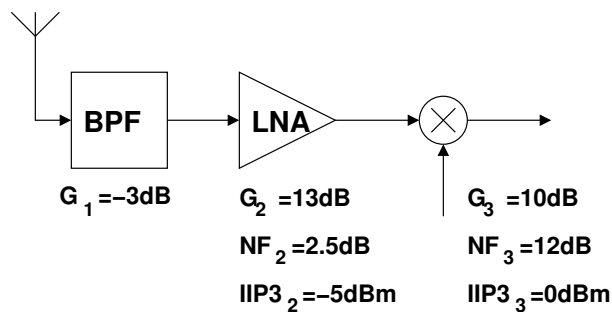


Figure 1:

On considère le récepteur RF de la figure 1. La bande passante de ce système est de 200kHz. On suppose que le premier bloc après l'antenne, le filtre passe-bande (BPF), n'introduit pas de bruit sur le système et qu'il parfaitement linéaire.

Le système nécessite un rapport signal-sur-bruit, SNR, de 7dB pour atteindre le BER désiré.

Question 1-1 : Calculez le plancher de bruit (Noise floor) à l'entrée de ce système.

Question 1-2 : Calculez les facteurs de bruit (Noise factor) F_2 et F_3 du LNA et mixer.

Question 1-3 : Trouvez une expression pour le facteur de bruit total, F_{tot} .

Question 1-4 : Calculez le facteur de bruit total, F_{tot} , et la figure de bruit (Noise Figure) totale, NF_{tot} .

Question 1-5 : Quelle est la sensibilité à l'entrée (input sensitivity) de ce système.

Question 1-6 : Trouvez le point d'interception du 3ème ordre, IIP3, du système complet.

Exercice 2 : Architectures de récepteurs RF.

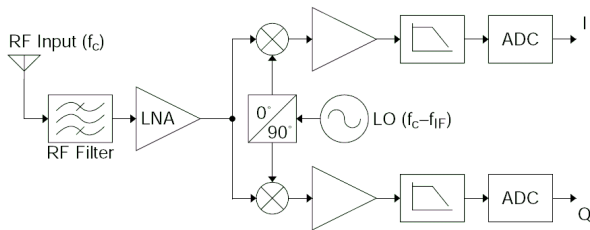


Figure 2:

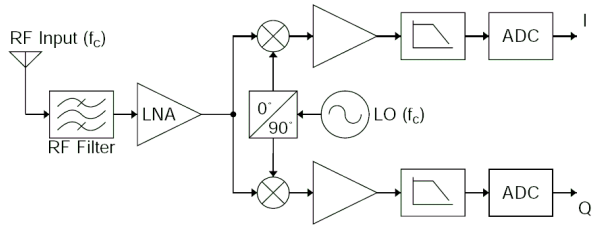


Figure 3:

- Question 2-1 :** Comment s'appelle l'architecture de récepteur RF illustrée dans la figure 2. Expliquez brièvement son principe de fonctionnement. Quels sont les avantages et les inconvénients de cette architecture.
- Question 2-2 :** Comment s'appelle l'architecture de récepteur RF illustrée dans la figure 3. Expliquez brièvement son principe de fonctionnement. Quels sont les avantages et les inconvénients de cette architecture.

Exercice 3 : Oscillateur.

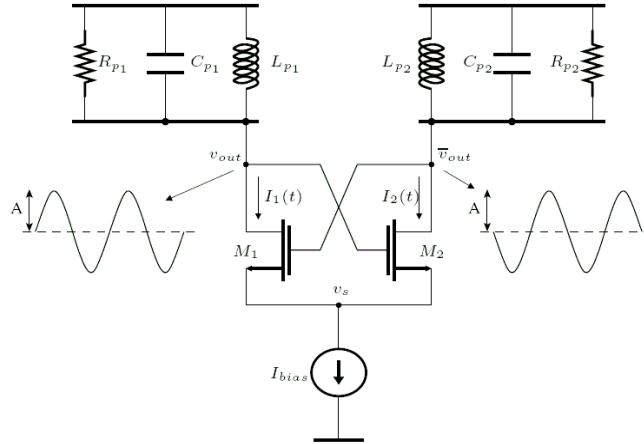


Figure 4: Oscillateur différentiel à résistance négative.

Nous désirons concevoir l'oscillateur illustré dans la figure 4 dans une technologie CMOS $0,6\mu m$. Cet oscillateur doit avoir un bruit de phase = $-95 \text{ dBc/Hz} @ 100\text{kHz}$. Polarisez les noeuds v_{out} et \bar{v}_{out} à $1,65V$ et le noeud v_s à $0,45V$. Sachant que vous disposez d'une inductance intégrée de $4nH$ avec un coefficient de qualité $Q = 3$:

Question 3-1 : Calculez les valeurs des capacités C_{p1} et C_{p2} , ainsi que les valeurs des résistances parallèles équivalentes R_{p1} et R_{p2} .

Question 3-2 : Pour obtenir le bruit de phase désiré, quelle doit être la puissance du signal de l'oscillateur, P_{sig} ? En déduire l'amplitude des oscillations, A , et le courant de polarisation, I_{bias} .

(NB1: Négliger l'effet du transistor qui constitue la source de courant.)

(NB2: $\gamma = \frac{4}{3}$)

(NB3: On rappelle pour une température de 25 degrés Celsius : $4kT = 1,66 \cdot 10^{-20} VC$.)

Question 3-5 : Quelle est la valeur de la transconductance des transistors M1 et M2 ? Est-ce que vous garantissez le déclenchement (startup) de l'oscillateur ?

(NB4: $V_{th1} = V_{th2} = 0,9V$.)

Relations Utiles:

- Résonateur LC:

$$\begin{aligned}\omega_o &= \frac{1}{\sqrt{LC}} \\ R_s &= \omega_o \frac{L}{Q} \\ R_p &= \omega_o L Q\end{aligned}$$

- Relation entre le courant de polarisation et l'amplitude des oscillations:

$$I_{bias} = \frac{\pi}{2} \frac{A}{R_p}$$

- La formule de Leeson pour le bruit de phase:

$$L(\Delta f) = 10 \log \left(\frac{2kT F(\Delta f)}{P_{sig}} \left(\frac{1}{2Q} \frac{f_0}{\Delta f} \right)^2 \right)$$

$$F(\Delta f) = 1 + \frac{2\gamma I_{bias} R_p}{\pi A} + \frac{4\gamma}{9} g_{m,M_3} R_p$$

$$P_{sig} = \frac{\left(\frac{A}{\sqrt{2}} \right)^2}{R_p} \quad (1)$$

Exercice 4 : PLL

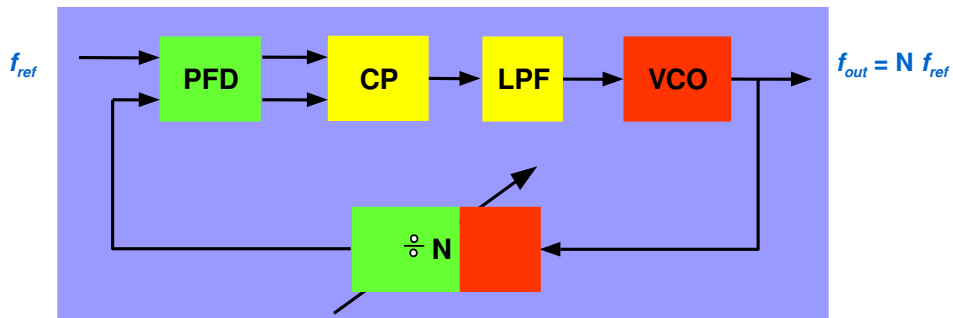


Figure 5:

L'oscillateur de l'exercice 3 est utilisé pour réaliser la boucle à verrouillage de phase, PLL, illustrée dans la figure 5.

Question 4-1 : Quelle modification faut-il apporter à l'oscillateur de l'exercice 3 pour obtenir un oscillateur contrôlé par tension (VCO).

Question 4-2 : Dans ce cas, à quoi correspond les signaux d'entrée et de sortie du bloc VCO.