

CONTROLE DES CONNAISSANCES

Module A 15

Les fonctions non-linéaires dans les systèmes de communication

FI, FP, FE

Durée 1h ; documents non autorisés; calculatrices autorisées.

NB: Répondre sur les feuilles de l'énoncé. La qualité de la rédaction sera prise en compte lors de la correction.

Nom :

Promotion :

Prénom :

Coweching

Exercice 1

Un amplificateur de puissance utilisé dans les transmissions hertziennes possède les caractéristiques suivantes: Gain linéaire=10 dB, P_{1dB}=30dBm, P_{max}=33dBm, OIP3=42dBm, V_{dim} =5V et I_{dim}=800mA.

1- Pour assurer une bonne linéarité, l'ampli est utilisé avec un recul « back off » de 6dB par rapport à la puissance P_{1dB}. Donner la valeur de la puissance d'entrée et de sortie après ce recul en dBm et en Watts et calculer le rendement en puissance ajoutée de l'ampli en ce même point.

Recul de 6 dB \Rightarrow $P_s = 30 \text{ dBm} - 6 \text{ dB} = 24 \text{ dBm} \quad (251,18 \text{ mW})$

et $P_c = 14 \text{ dBm} \quad (\text{car Gain de } 10 \text{ dB})$
 $= 25,12 \text{ mW}$

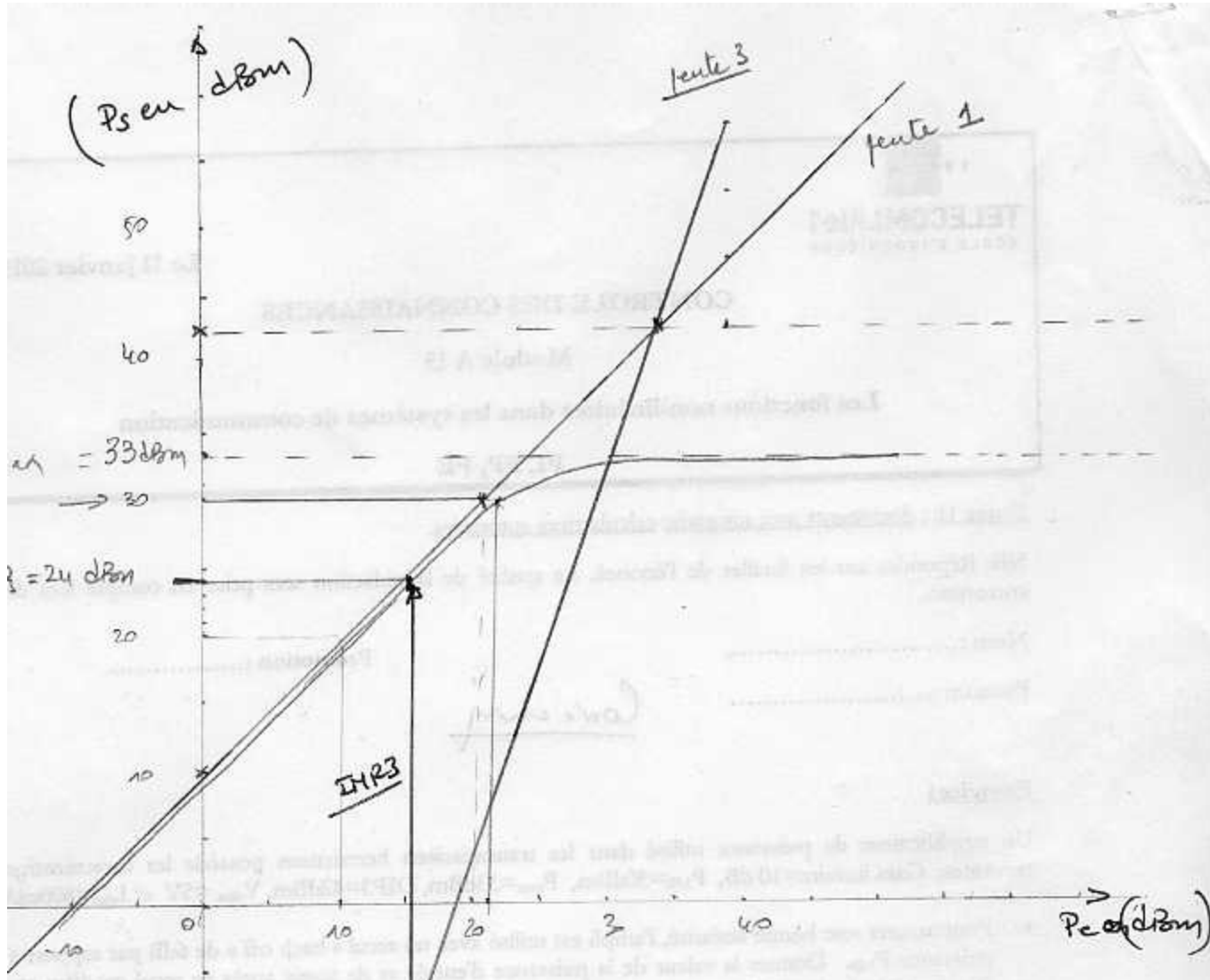
$$\eta_{PAE} = \frac{P_s - P_c}{P_{s_{max}}} = \frac{251,18 - 25,12}{5 \times 800} = 0,056515 = 5,65\%$$

2- Comparer cette valeur du rendement à celle obtenue à une puissance de 1dB de compression.

$$\eta_{PAE} = \frac{P_{s_{1dB}} - P_{c_{1dB}}}{P_{s_{max}}} = \frac{10 - 10}{5 \times 800} = 0,2185 = 21,85\%$$

(Rq: le Gain à P_{1dB} est de 9 dB et non 10 dB)

3- Tracer en dBm (au verso de cette feuille) l'évolution de la puissance de sortie en fonction de la puissance d'entrée. On précisera sur le graphique l'OIP3 et on donnera la valeur du rapport d'Intermodulation d'ordre 3 à la puissance de travail.



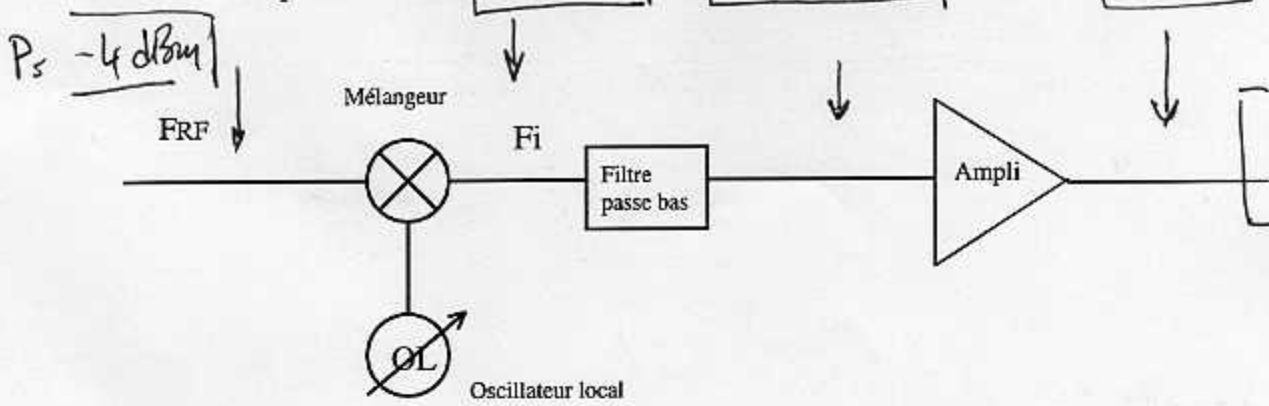
Graphiquement

$$IMR_3 = \boxed{34 \text{ dB}}$$

théoriquement : $0IP_3 = (P_{out} + \frac{1}{2} IMR_3)$

$$\rightarrow IMR_3 = \boxed{36 \text{ dB}}$$

Soit la chaîne de réception suivante :



On donne:

Pertes de conversion du mélangeur: 3dB

Pertes d'insertion du filtre : 1dB

Gain de l'ampli : 18dB

Bande de fréquence du signal RF à recevoir est la bande GSM : 890-915 MHz

1- De quel type d'architecture s'agit-il? Justifier.

Architecture hétérodyne (changement de fréq pour simplifier les circuits de traitement ou de démoduler)

2- Quelle devrait être la plage de fréquence de l'oscillateur local pour assurer une fréquence F_i de 80 MHz. (On choisira le cas $F_{OL} < F_{RF}$).

Plage de fréq. OL : [810 - 835 MHz]
($f_{RF} - f_{OL} = f_{Fi}$)

2- Définir les fréquences images et donner leur bande de fréquence.

Les sont des fréq. symétriques de fréq. RF par rapport au signal OL → ces signaux à F_{im} [730 - 755] MHz. sont proches de fréq. RF et OL et être éliminés par des filtres réflecteurs

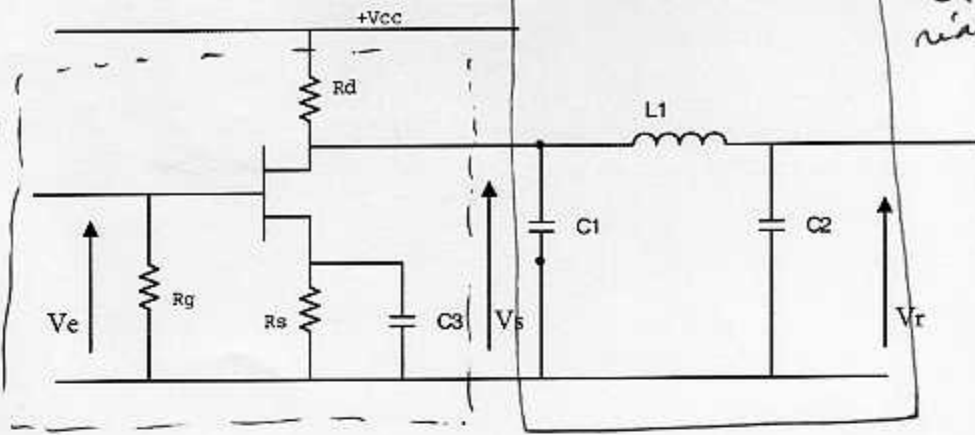
3- Le démodulateur situé après l'ampli nécessite une puissance de signal à son entrée, d'au moins 10dBm. Quels sont alors les niveaux de puissance du signal à l'entrée et sortie du mélangeur.

A l'entrée -4 dBm et en sortie du mélangeur -7 dBm

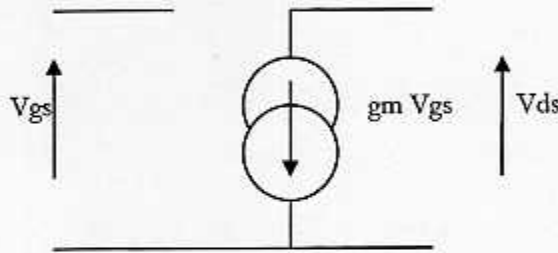
Soit le circuit suivant :

chaîne directe →

chaîne de réaction



On admettra que C_3 découple parfaitement R_s et on donne: $C_3 = 2 \text{ nF}$, $C_1 = 25 \text{ pF}$, $C_2 = 68 \text{ pF}$, $L_1 = 220 \text{ nH}$. Le transistor à effet de champ peut être modélisé en dynamique par le schéma simplifié suivant:



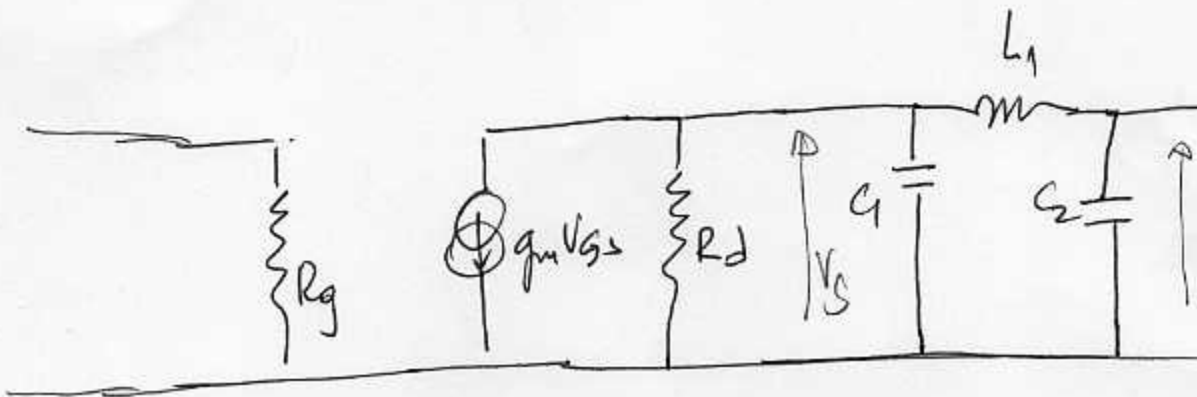
1- De quel type de circuit s'agit-il? Identifier sur le schéma, la chaîne directe et la chaîne de réaction.

oscillateur HF (cellule en π) Colpoit's
 (chaîne directe : Amplificateur ; chaîne de réaction : cellule π)

2- Ce circuit peut-il fonctionner en Hautes fréquences? Justifier.

Oui car ampli ; Transistor à effet de champ

3- Donner, ci-dessous, le schéma dynamique petits signaux, équivalent du montage complet.



3- Donner sans la démontrer, la fréquence d'oscillation f_0 du système.

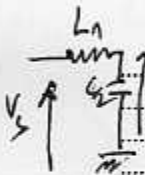
Ou la retrouver à partir de $Z_1 + Z_2 + Z_3 = 0$.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}} \quad \# \quad \boxed{79,61 \text{ kHz}}$$

4- Décrire en quelques lignes le principe de démarrage de ces oscillations.

Amplification au départ de signaux de bruit.
 Le bruit amplifié est filtré par la cellule π .
 on passe de $\text{Ampl} \times |H(\text{pi})| > 1 \rightarrow$
 à $\text{Ampl} \times |H(\text{pi})| = 1$:
 des oscillations.

5- Etablir l'expression de V_r/V_s .



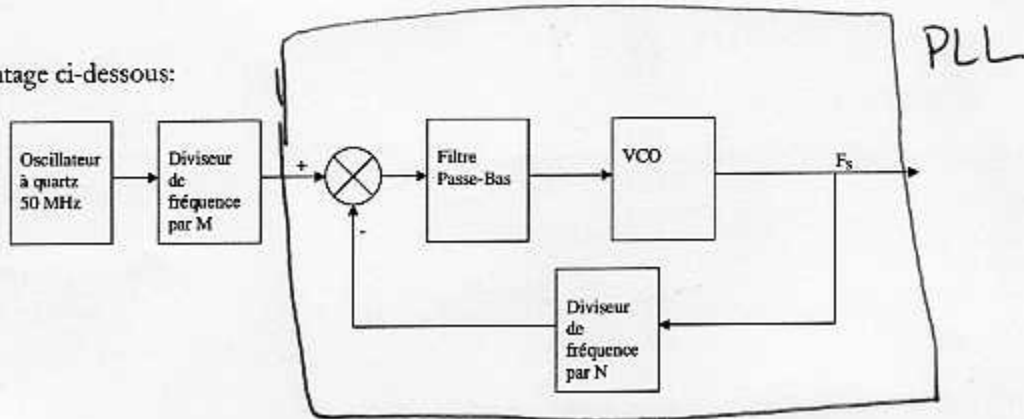
$$V_r = \frac{j\omega C_2 w}{\frac{1}{j\omega L_1} + j\omega C_2} V_s \quad (\text{diviseur de Tension})$$

$$\Rightarrow \frac{V_r}{V_s} = \frac{1}{1 + (j\omega L_1)(j\omega C_2)} \quad (\text{si on multiplie par})$$

$$\boxed{\frac{V_r}{V_s} = \frac{1}{1 - L_1 C_2 \omega^2}}$$

Exercice 4.

Soit le montage ci-dessous:



voir schéma.

- Application ici : synthèse de fréquence.
- Peut être utilisé en division de fréquence.

2- Donner l'expression de la fréquence de sortie F_s en fonction de la fréquence de l'oscillateur à quartz. M est un nombre binaire codé sur 2 bits et N sur 4 bits. Déterminez les valeurs de N et de M permettant d'obtenir une fréquence de sortie F_s de 325 MHz.

$$f_c / M = \frac{f_s}{N} \quad \text{lorsque la PLL est verrouillée}$$

$$\boxed{f_s = \frac{N}{M} f_c} \quad \begin{matrix} f_c = 50 \text{ MHz} \\ f_s = 325 \text{ MHz} \end{matrix} \Rightarrow \frac{325}{50} = \frac{N}{M} = \frac{13}{2} \Rightarrow \begin{matrix} N \\ M \end{matrix}$$

3- Pour cette PLL on suppose les caractéristiques suivantes: - La tension de commande du VCO peut varier de -5 à 5V et la fréquence d'oscillation libre (PLL non verrouillée) est de 100kHz. - La fonction transfert du VCO est $K_0 = 20 \text{ kHz/V}$.

En supposant la fréquence de coupure du filtre de boucle égale à $f_c = 100 \text{ Hz}$, déterminer les limites de plage de capture et de verrouillage de la PLL.

$$\text{Plage de Capture} = 2f_c = \boxed{200 \text{ kHz}}$$

$$\text{de verrouillage} = 2f_c = \boxed{400 \text{ kHz}}$$

4- Ces caractéristiques de la PLL sont-elles compatibles avec l'application ci-dessus? Justifier.

- Non, car la plage de capture du VCO n'est pas suffisante.
- Point de vue de la fréquence (possible)