

Module A 15

Les fonctions non-linéaires dans les systèmes de communication

Durée 2h ; documents 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 :

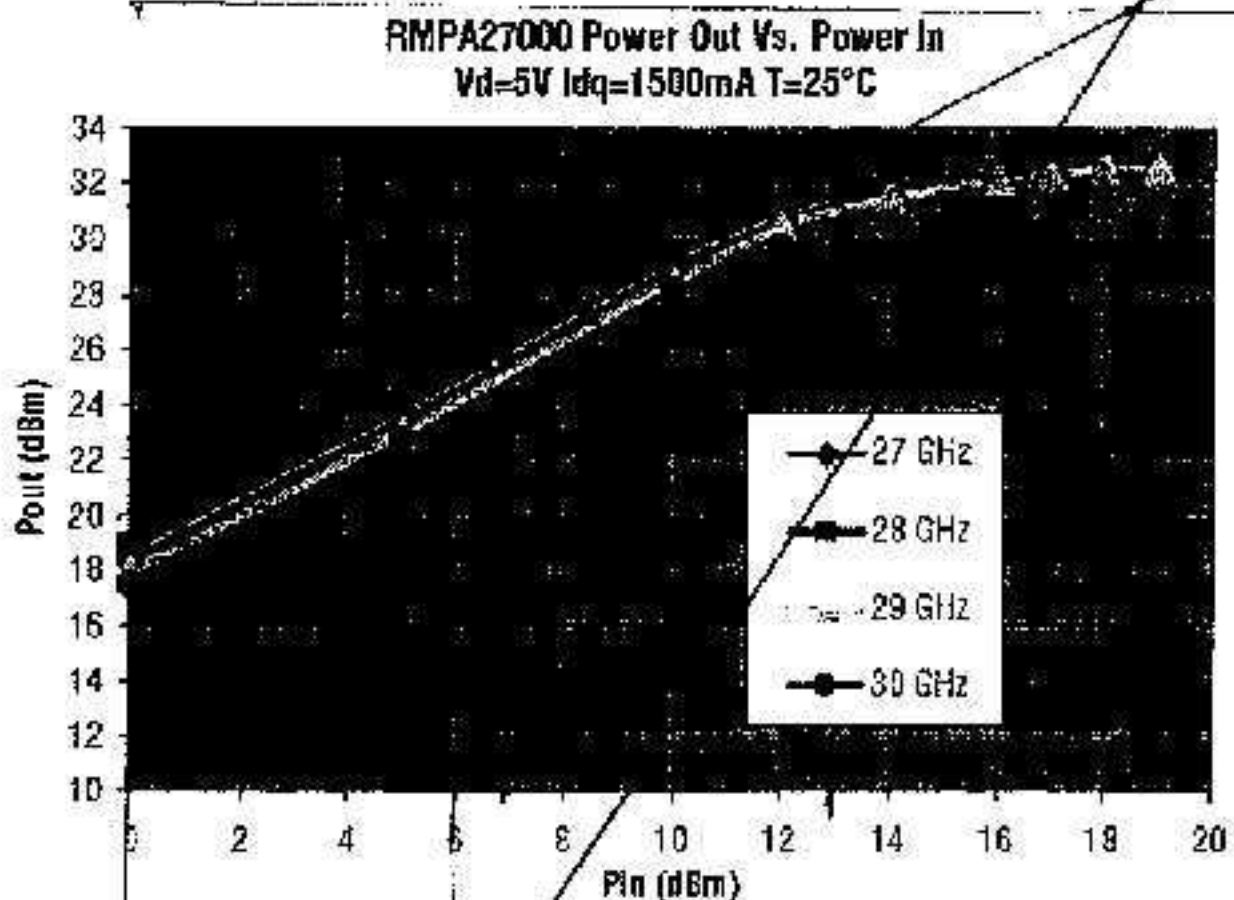
Prénom :

Corre chane

Exercice 1

SPAS

Soit l'étage amplificateur de puissance suivant qu'on utilisera à la fréquence de 28GHz.



1) Donner son gain en puissance

$P_e = 14 \text{ dBm} \rightarrow P_s = 23 \text{ dBm}$

$G = 19 \text{ dB}$

1m

2) Donner la valeur de sa puissance à 1dB de compression (en dBm et en mW)

$P_{1dB} = 31 \text{ dBm}$

$\# 1,25 \text{ Watts}$

3) On veut utiliser cet ampli pour une application nécessitant une très bonne linéarité et une puissance de sortie optimale. Quelle valeur de puissance de sortie choisiriez vous ? justifier ?

Recul de $\sim 6 \text{ dB}$. (Bout de l'off)

$\Rightarrow 7 \text{ dBm}$ en entrée et 26 dBm en sortie
(autonomie)

4) Pour une toute autre application, la puissance d'entrée est de 6dBm, sachant que l'ampli est alimenté par une tension de 5V et sous un courant de 800mA, calculer son rendement en puissance ajoutée.

$\eta_{PAE} = \frac{P_s - P_e}{P_{alim}} = \frac{316,22 \text{ mW} - 3,98 \text{ mW}}{5 \times 800} = \frac{312,24}{4000} = 7,8\%$

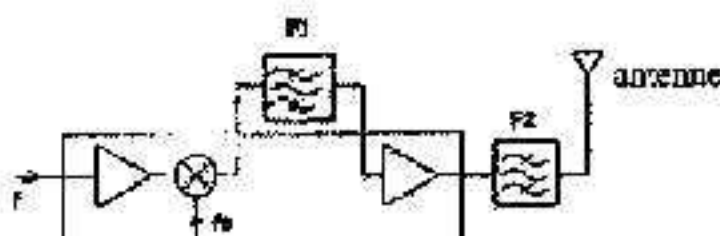
5) Le point d'Interception IP3 est de 40dBm, donner le rapport d'intermodulation IMR3 dans le cas ou la puissance d'entrée est de 6dBm.

Par calcul, $IMR3 = 2 \cdot (IP3 - P_{ent})$
 $= 2 \cdot (40 - (6 + 19))$
 $\# 30 \text{ dB}$

Graphique $\sim 25 \text{ dB}$ (très amplifié)

Exercice 2 (200)

Dans un téléphone GSM, le signal permettant le transport de l'information à transmettre (porteuse) est à $f = 120 \text{ MHz}$. Pour déplacer cette porteuse (émission) dans l'un des canaux du GSM ($F_{min} = 890 \text{ MHz}$, par pas de 200 kHz) on utilise le circuit ci-dessous :



-« Up converter » : pour obtention d'une fréquence haute à la sortie du mélangeur

-Les deux filtres sont des filtres passe-bande.

-Les amplis n'interviennent pas dans le raisonnement.

Cocher la case correspondant à une phrase correcte.

Vrai

a) Pour transposer le signal à 890MHz, on règle l'oscillateur local à $f_0 = 770\text{MHz}$

b) Pour cette opération, on peut aussi régler l'oscillateur local à 1030MHz

c) le filtre F1 est centré sur 890MHz et a une largeur de 200kHz

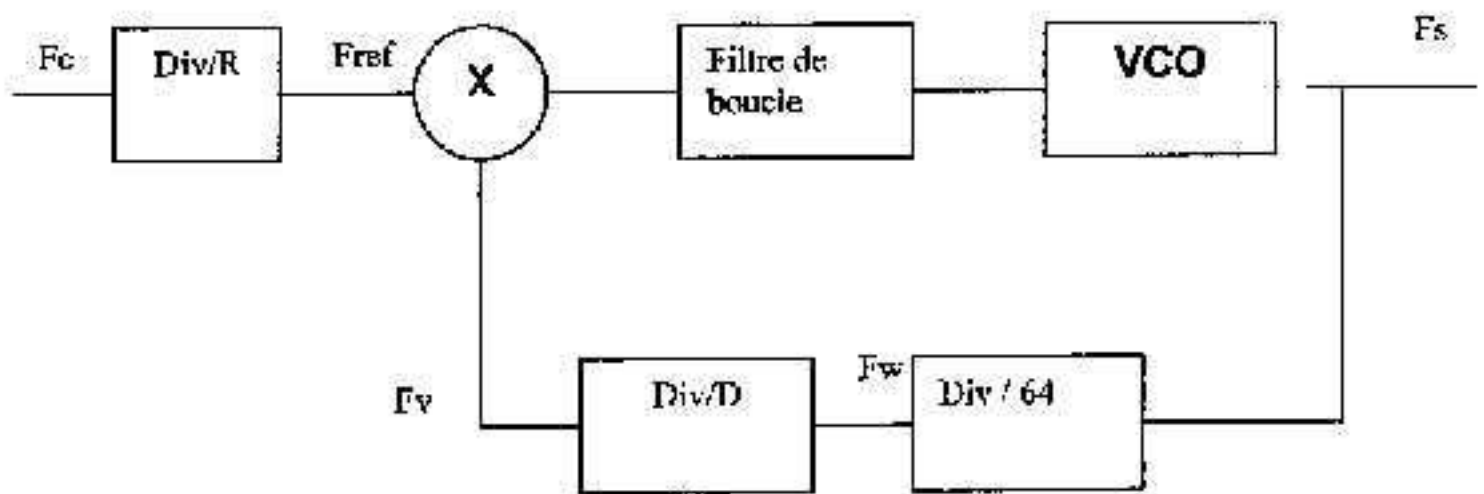
d) Le filtre à F2 ne sert à rien

*sert à filtrer les harmoniques
générées par l'ampli.*

Exercice 3

4/10

On considère un circuit synthétiseur de fréquence (circuit MOTOROLA) représenté sur la figure suivante, utilisant une boucle à verrouillage de phase.



Les blocs notés Div/R, Div/D et Div/64 représentent des circuits diviseurs de fréquence respectivement par R, D, 64.

$D = NP + A$ où N, P et A sont des entiers.

On donne :

$R = 259$

$P = 20$

$F_e = 4,046875 \text{ MHz}$

$A = 4$

1) Pour une fréquence $f_0 = 1124 \text{ MHz}$ calculer N

$$D = 20N + 4 \Rightarrow$$

$$N = \frac{D-4}{20} = 56$$

$$N = 56$$

2) Calculer le pas en fréquence du synthétiseur.

Si $N = 57$ le pas est de 20 MHz

Exercice 4

1/10

1) On considère le montage de la figure 1 où l'amplificateur A_v est supposé idéal avec un gain en tension égal à A_v .

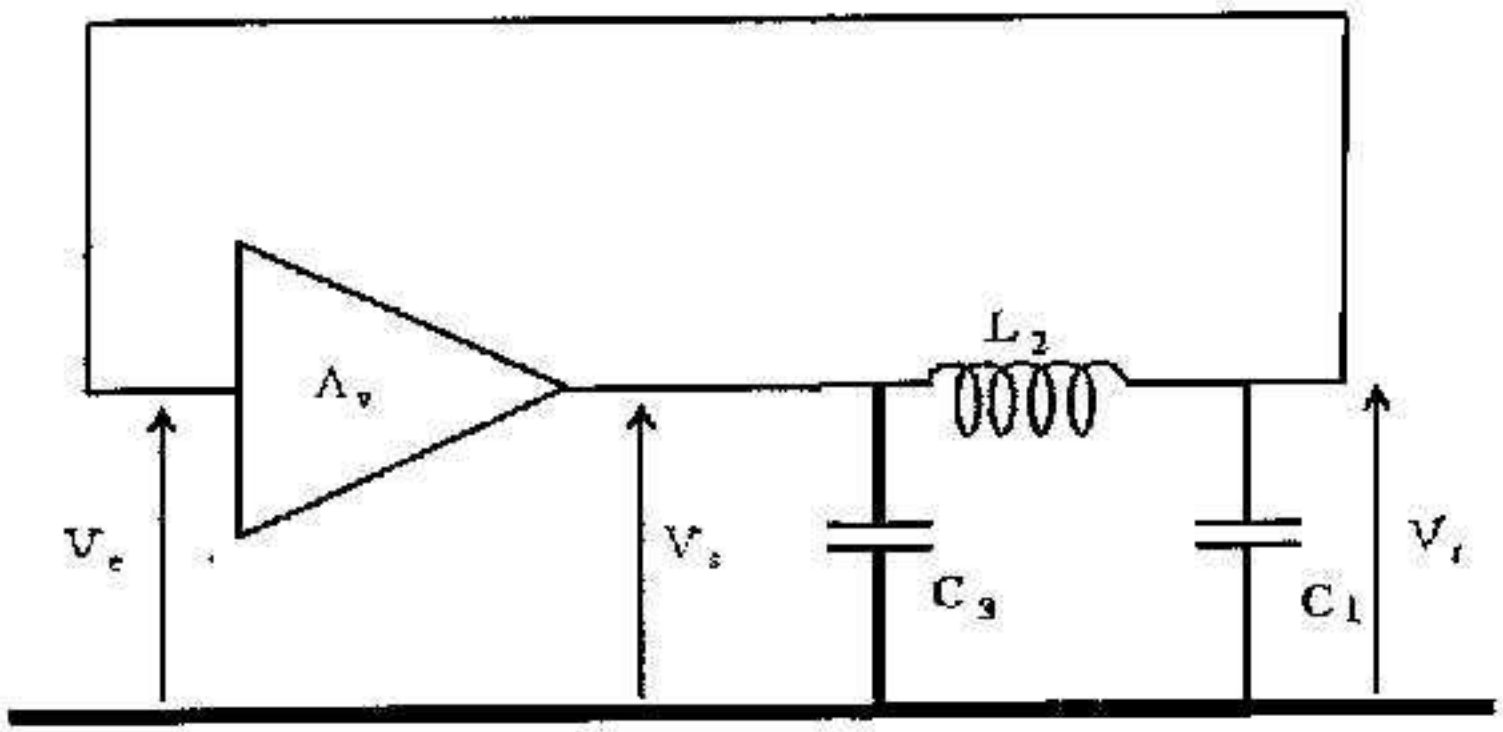


Figure 1

1) Que peut-on dire de l'impédance d'entrée Z_e et de l'impédance de sortie Z_s de cet amplificateur ?

Z_e infini
et Z_s nulle

2) Quelle condition doivent vérifier les éléments de la boucle de réaction $H(\omega)$ pour obtenir la condition d'oscillation.

$$Z_{C1} + Z_{C2} + Z_{L2} = 0$$

$$\frac{1}{j\omega C_1} + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C_2} = 0 \Rightarrow j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = 0$$

$$j\omega L_2 = \frac{1}{j\omega} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{L_2} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

2- Déterminer le gain en tension A_v et l'impédance d'entrée Z_e de cet élément amplificateur.

$A_{v0} = \frac{R_2}{R_1}$; $Z_e = R_1$

3- Sachant que $R_1 = 1k\Omega$, montrer que la fonction de transfert $H(\omega)$ reste pratiquement inchangée.

$H(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega R_1 C_1} = \frac{1}{1 + j\omega \cdot 10^3 \cdot 220 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{1 + j0,22} \approx 1$

4- En déduire la valeur de la résistance R_2 pour que le montage oscille.

$\frac{R_2}{R_1} = -100 \Rightarrow R_2 = 100 R_1 = 100 k\Omega$

5- On place en série avec l'inductance L_2 un condensateur C . Exprimer la nouvelle fréquence d'oscillation en fonction de L_2 et C . On admettra que $C \ll C_1$ et C_3 . Quel type d'oscillateur obtient-on ?

$\frac{1}{j\omega C} + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_3} = 0 \Rightarrow j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega} \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3} - C \right] = 0$
 $\Rightarrow j\omega L_2 = -\frac{1}{j\omega C} \Rightarrow L_2 C \omega^2 = 1$
 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C}} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_2 C}}$

6- En fait la capacité C est la capacité dynamique d'une diode varicap où la valeur de C , varie en fonction de la tension appliquée au système : U_a . On relève la variation de capacité suivante :

- a. Pour $U_a = 0V$ on obtient $C = 15 pF$
- b. Pour $U_a = 5V$ $C = 7,5 pF$

Déterminer le rapport $\Delta C / \Delta U$. On admettra pour simplifier, que dans cette zone la variation est linéaire.

$\frac{\Delta C}{\Delta U} = \frac{15 - 7,5}{0 - 5} = -1,5 pF/V$

7- Exprimer l'expression du facteur K_{vco} qui définit la fonction de transfert de l'oscillateur commandé en tension ainsi réalisé, $K_{vco} = \Delta f / \Delta U$. On prendra $U_a = 2,5 V$ au repos.

$\left. \frac{\Delta f}{\Delta U} \right|_{U_a = 2,5V} = \frac{\Delta f}{\Delta C} \frac{\Delta C}{\Delta U} = \frac{-1}{2} \frac{1}{2\pi \sqrt{L_2}} C^{-3/2} \Delta C$

8- Calculer l'excursion en fréquence de l'oscillateur lorsque U_a varie de 0 à 5 v.

$f_0 = 67,433 \text{ kHz/V} \rightarrow \text{pour } 5 \text{ V}$

Excursion de $337,415 \text{ kHz}$

Exercice 5

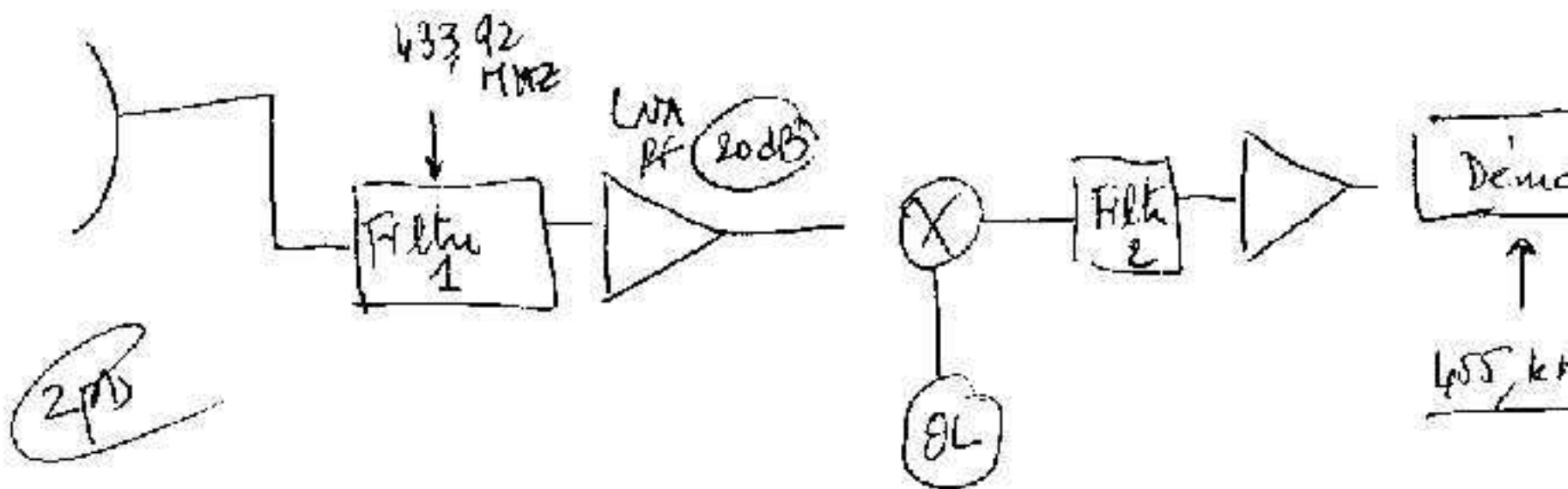
5pts

Un récepteur de type « module Aurel » est construit pour recevoir des signaux de télécommande émis sur la fréquence standard de $f = 433,92 \text{ MHz}$. Le signal à recevoir occupe une bande de $B = 10 \text{ kHz}$.



- Le récepteur à changement de fréquence est constitué des éléments suivants :
- un filtre d'entrée fixe
 - un mélangeur de gain de conversion 8 dB
 - un oscillateur local f_0 placé sous la fréquence à recevoir
 - un filtre de fréquence intermédiaire à $f_i = 455 \text{ kHz}$
 - un démodulateur AM
 - un ampli radiofréquence (gain 20 dB) et un ampli fi

1) Dessiner le schéma fonctionnel du récepteur de l'antenne à la sortie du démodulateur.



2) Définir les caractéristiques des deux filtres (fréquence centrale, largeur), de l'oscillateur local, et

Filter 1

Centrale

433,92 MHz

largeur 10 kHz

Filter 2

centre 455 kHz

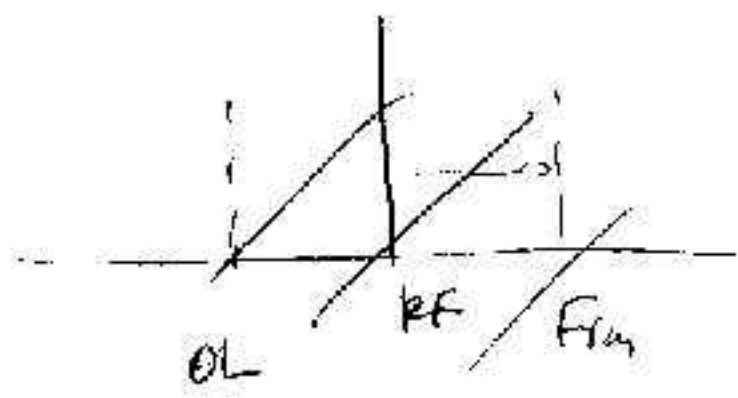
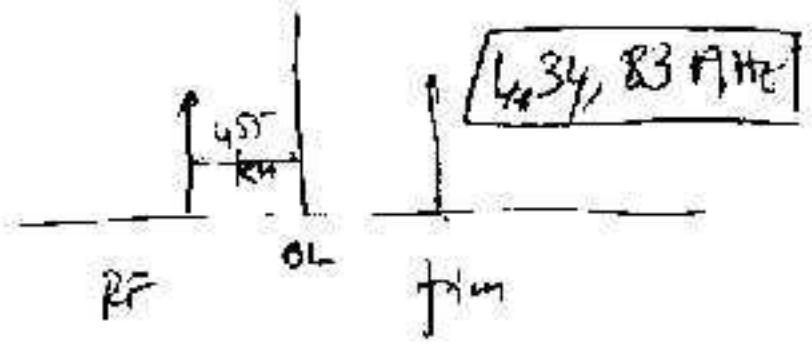
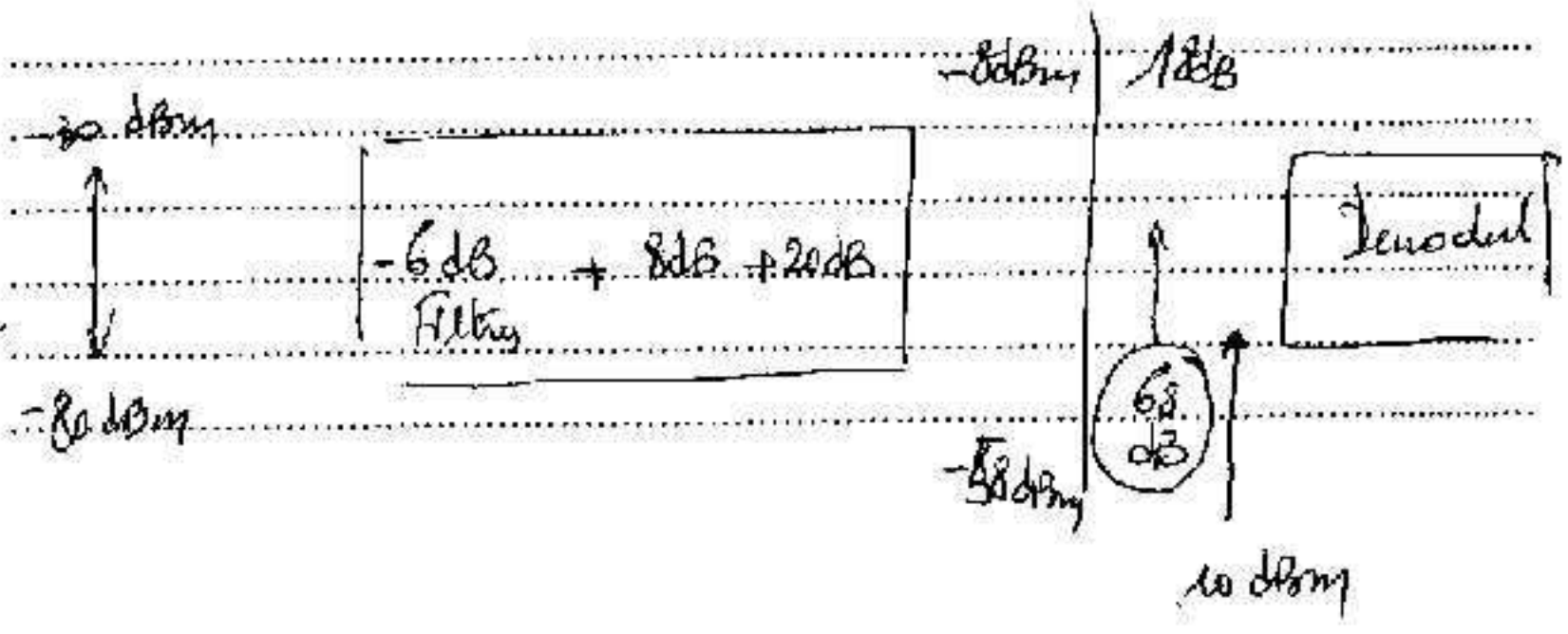
largeur 10 kHz

image

f_{OL} = 434,375 MHz

f_{low} = 433,46 MHz

3) Le niveau du signal à l'antenne peut varier entre -30 et -80 dBm et les 2 filtres introduisent une atténuation de 3 dB chacun. Sachant que le démodulateur nécessite un niveau de 10 dBm pour fonctionner correctement, calculer les gains mini et maxi de l'amplificateur si.



433,01