

Corrigé type détaillé du contrôle en communications analogiques

Examineur : Dr. KENANE

Partie Cours (06 points)

1. Les définitions :

- **Les Multivibrateurs** : Sont des circuits oscillants (oscillateurs BF) qui possèdent deux états (niveau de tension) de fonctionnement comme la bascule de Schmitt et des autres. Ces oscillateurs sont généralement non sinusoïdaux. (0,5)
- **Le VCO** : C'est un oscillateur contrôlé en tension (VCO) à quartz. Ce dispositif a une grande stabilité (T°) mais il présente une gamme d'excursion très étroite. (0,5)
- **Diode varicap ou le varactor** : est une diode à capacité variable. Alors, cette diode se comporte comme une capacité dont sa valeur varie selon la tension inverse appliquée entre ses bornes. (0,5)
- **Récepteur infra-hétérodyne** : C'est un récepteur hétérodyne qui mélange entre deux signaux de fréquences différentes afin d'abaisser la valeur de la porteuse à une fréquence fixe (FI). Ce récepteur utilise un oscillateur local (LO) qui oscille avec une fréquence inférieure à la fréquence porteuse par un écart de FI ($f_{LO} = f_c - FI$). (0,5)

2. Les critères importants pour choisir un VCO : En réalité, il y a beaucoup de critères importants, mais on va citer les plus importants :

- La stabilité de la phase (pour avoir une synchronisation performante) (0,5)
- La gamme d'excursion en fréquence : ce qui nous permet de couvrir une gamme souhaitée. (0,5)
- La stabilité en température (0,5)
- Le coût de fabrication (0,5)

3. Le schéma synoptique d'un synthétiseur de fréquence direct :

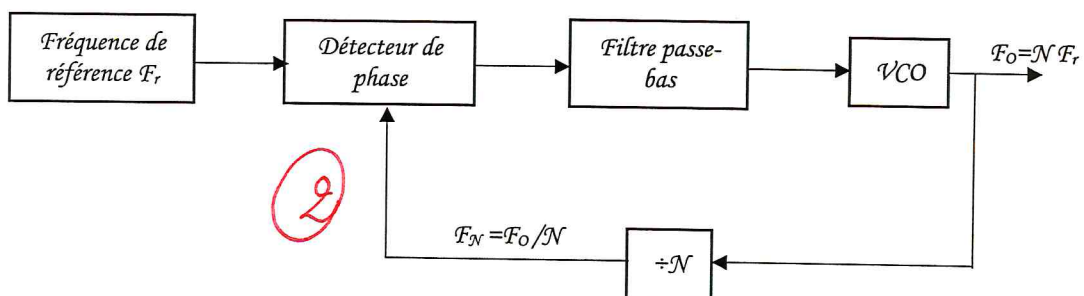


Fig.1. Schéma bloc d'un synthétiseur de fréquence direct

Exercice 01 : (08 points)

1. Le type de l'oscillateur : c'est un oscillateur à pont de Wein car il avait un circuit de réaction avec deux cellules RC, l'une RC série et l'autre RC parallèle. 0,5
2. Détermination des zones d'action (A) et de réaction (B): 0,5

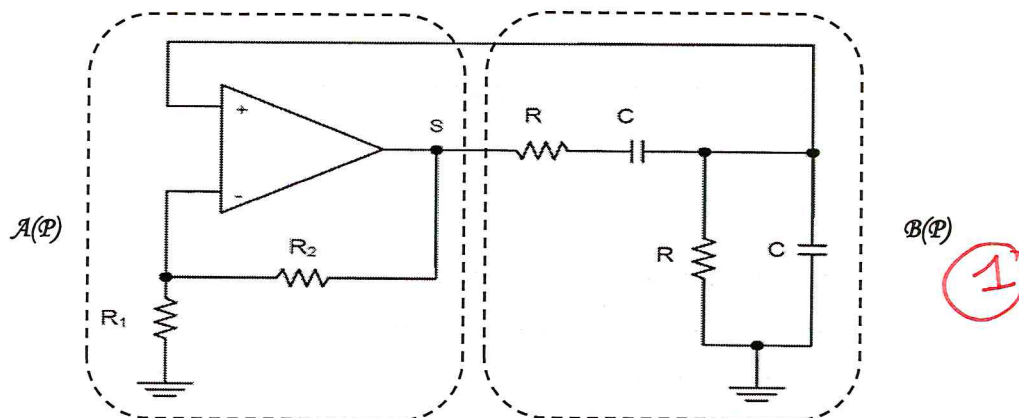
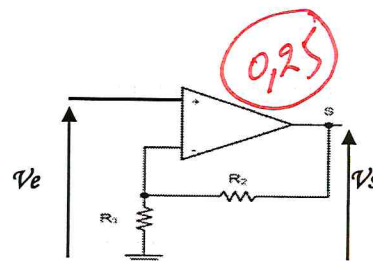


Fig.2. Circuit d'un oscillateur à pont de Wein

3. La fonction de transfert $T=A(P)B(P)$

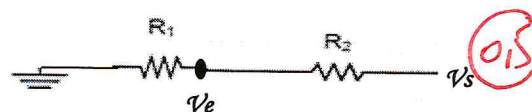
- A(P): AOP est idéal avec $Z_e = +\infty$

On a $A(P) = \frac{V_s(P)}{V_e(P)}$ 0,25



Cette partie est électroniquement équivalente à

En appliquant le diviseur de tension, on trouve



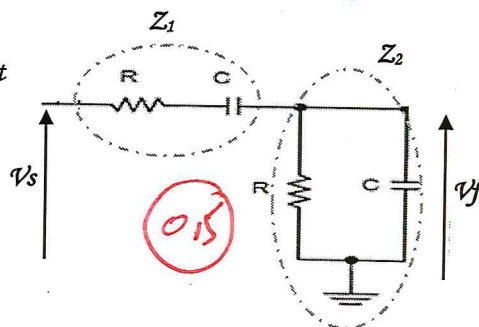
$$V_e(P) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s(P) \implies A(P) = \frac{V_s(P)}{V_e(P)} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad \text{0,5}$$

- B(P): On a les cellules de Wein

De même, en utilisant le diviseur de tension, on obtient

$$V_f(P) = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} V_s(P) \implies B(P) = \frac{V_f(P)}{V_s(P)} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad \text{0,5}$$

Les impédances : $\begin{cases} Z_1 = R + \frac{1}{CP} \\ Z_2 = \frac{R}{1 + RCP} \end{cases}$ 0,5



Alors,

$$B(P) = \frac{\frac{R}{1+RCP}}{R + \frac{1}{CP} + \frac{R}{1+RCP}} = \frac{RCP}{(RCP)^2 + 3RCP + 1} \quad (0,5)$$

Ce résultat présente un gain d'un filtre passe bande de la forme : $\frac{B_0 \frac{2\gamma}{\omega_0} P}{\frac{P^2}{\omega_0^2} + \frac{2\gamma}{\omega_0} P + 1}$ avec $B_0 = 1/3$; $\omega_0 = RC$ et $2\gamma = 3$

Enfin, $T = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{1}{3 + \frac{P}{\omega_0} + \frac{\omega_0}{P}}$ (0,25)

4. Les conditions d'entretien des oscillations (en boucle fermée): (0,25)

D'après la condition de Barkhausen, $T = A(P)B(P) = 1$ ce qui implique que

$$T = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{1}{3 - j\left(\frac{\omega_0}{\omega} - \frac{\omega}{\omega_0}\right)} = 1 \quad (0,5)$$

Pratiquement, (0,5)

$\Re[A B] = 1$ et $\Im[A B] = 0$

Alors, $\omega_0 = 1/RC$ (0,25) et $R_2 = 2R_1$ (0,25)

5. Les valeurs de R_1 et R_2 puis le calcul de la fréquence d'oscillation :

On a $R = R_1 = 10 \text{ K}\Omega$ et $C = 1 \text{ nF}$

Alors, $R_2 = 20 \text{ K}\Omega$ (0,25)

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 10^4 \cdot 10^{-9}} = 15.9 \text{ KHz} \quad (0,25)$$

Exercice 02 : (06 points)

On a un récepteur superhétérodyne AM avec les paramètres suivants :

La bande radio allant de 7 MHz jusqu'à 8 MHz

Une fréquence intermédiaire $f_{FI} = 455 \text{ KHz}$

Une bande de transmission $B_T = 3 \text{ KHz}$ et une bande passante du filtre sélectif $B_{RF} = 2 \text{ MHz}$

1. Le schéma bloc d'un nouveau récepteur AM afin de recevoir des signaux dans la gamme [50-51] MHz

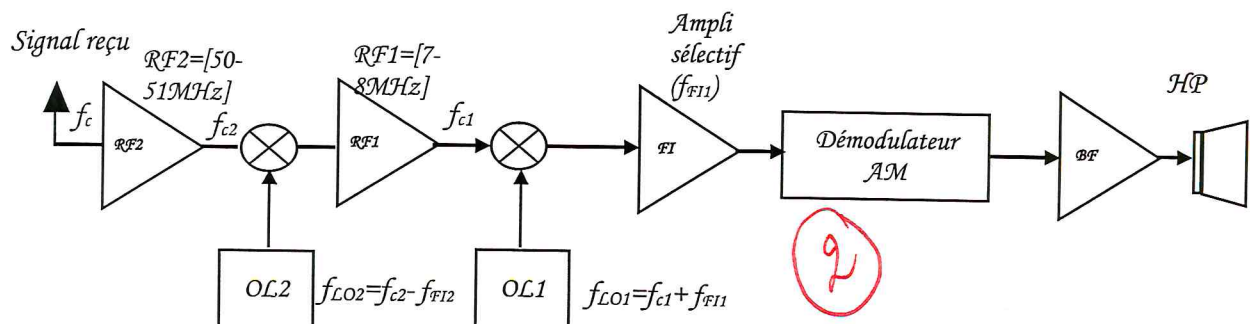


Fig.3. Schéma bloc d'un récepteur hétérodyne AM

2. Les paramètres du nouveau récepteur

- Une bande de transmission $B_T=3\text{KHz}$
- Une fréquence intermédiaire $f_{IF2}=7\text{ MHz}$
- La bande radio du signal f_{c2} allant de 50 MHz jusqu'à 51 MHz
 $50\text{ MHz} < f_{c2} < 51\text{ MHz}$ (0,5)
- La fréquence de l'oscillateur local $f_{LO2}=f_{c2}-f_{IF2}$; alors,
 $43\text{ MHz} < f_{LO2} < 44\text{ MHz}$ (0,5)
- La fréquence image $F_{image2}=f_{c2}-2f_{IF2}$
 $36\text{ MHz} < F_{image2} < 37\text{ MHz}$ (0,5)
- La fréquence image $F_{image1}=f_{c1}+2f_{IF1}$
 $7.910\text{ MHz} < F_{image1} < 8.910\text{ MHz}$ (0,5)

3. Les fréquences images qui peuvent créer des problèmes pour ce récepteurs

Comme on a déjà vu, on a deux fréquences image

- a. La fréquence image : $F_{image2} \in [36, 37\text{ MHz}]$. Cette gamme est tombée hors de bande radio de ce récepteur AM. Donc, on n'a pas un problème de fréquence image pour le mélange avec L_{O2} et le filtre sélectif $[50, 51]$ va rejeter la fréquence image automatiquement. (0,5)
- b. Pour le premier récepteur, la fréquence image : $F_{image1} \in [7.910, 8.910\text{ MHz}]$. Le filtre sélectif a une bande allant de 7 jusqu'à 8 MHz, c'est-à-dire, il y a quelques fréquence soufre d'une fréquence image comme la fréquence $f_{c1}=7\text{ MHz}$. Sa fréquence image $F_{image1}=7.910\text{ MHz}$ tombe dans la bande radio de ce récepteur AM. L'origine de cette fréquence F_{image1} est la fréquence $f_{c2}=50.910\text{ MHz}$ (elle sera traitée comme une information originale). Donc, on a un problème de fréquence image. (N)

Solution : Pour éviter le passage de cette composante image, une solution présentée dans l'utilisation d'un filtre passe bande pré sélectifs (circuit d'accord) très performants avec un facteur de qualité Q très grand (très sélectif). Ce filtre sera placé à la sortie du premier mélangeur. (0,5)