

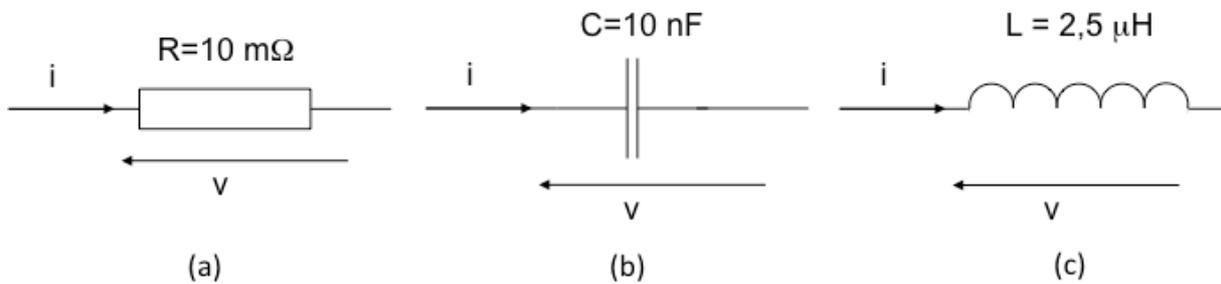
**TEST D'ELECTRONIQUE 2<sup>ème</sup> Année - Semestre 4**

Documents autorisés 1 page A4

Durée : 2h – 6 avril 2018

**I- Composants élémentaires (15 points : 1,5/1,5/3/1/1,5/0,5/1/1/1/3)**

Pour chacun des composants ci-dessous (figure 1) :



**Figure 1** : (a) résistance ; (b) capacité ; (c) inductance

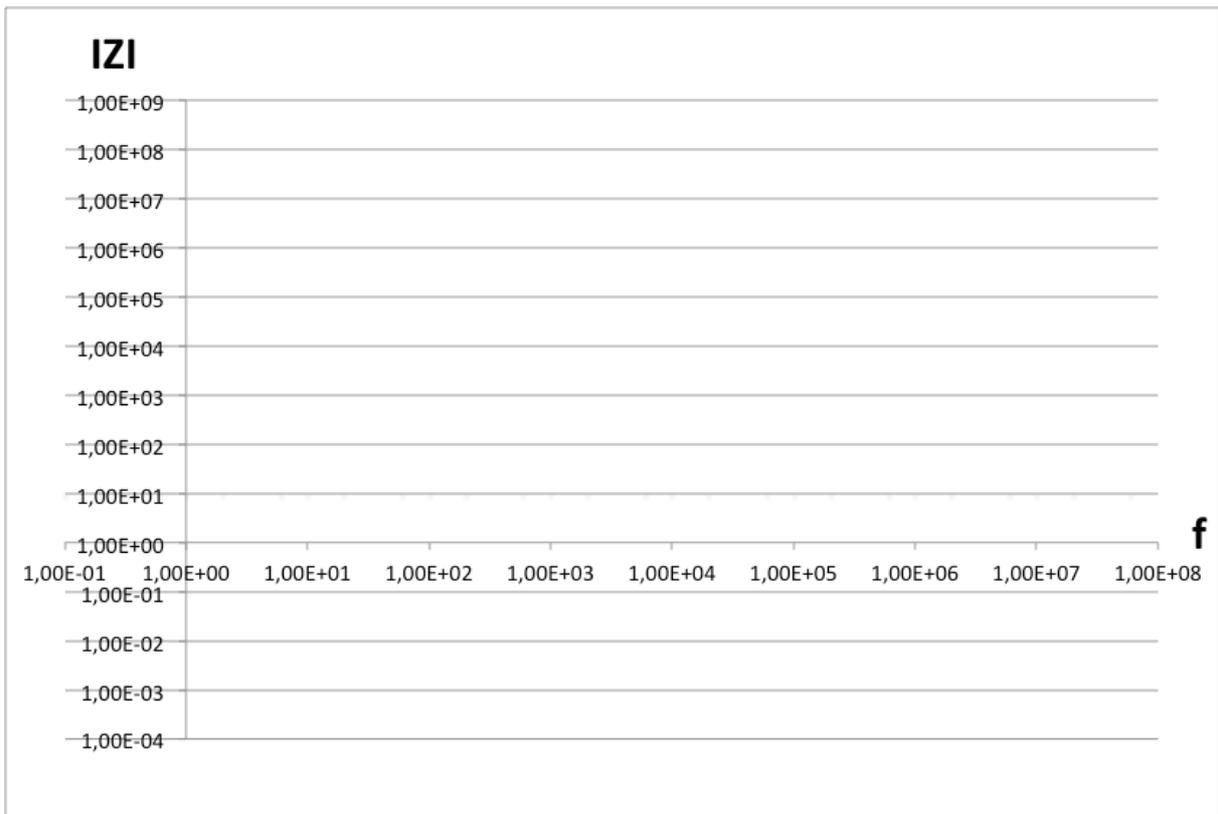
1. rappeler la relation entre  $i(t)$  et  $v(t)$ .

(a)	
(b)	
(c)	

2. écrire l'expression de l'impédance complexe puis de son module

(a)	
(b)	
(c)	

3. Tracer le module de l'impédance de chaque composant en fonction de la fréquence sur la figure 2 (attention : échelles log/log)



**Figure 2** : Module de l'impédance en fonction de la fréquence

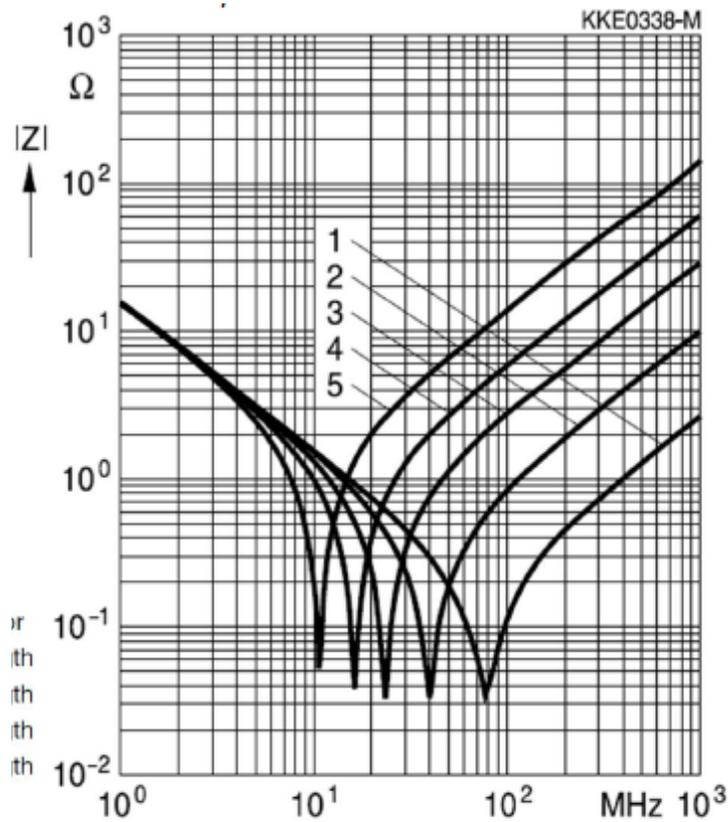
4. Dédurre des questions précédentes l'expression de l'impédance complexe, puis de son module pour le circuit constitué par la mise en série des 3 composants précédents.

5. Montrer qu'il existe une fréquence  $f_0$  pour laquelle l'impédance est réelle. On précisera son expression et sa valeur numérique.

6. On calculera la valeur du module de l'impédance pour  $f = f_0$ .

7. Représenter le module l'impédance en fonction de la fréquence sur la figure 2.

On considère une famille de composants réels dont les courbes d'impédance sont données sur la figure 3.



**Figure 3 :** Module de l'impédance en fonction de la fréquence

8. De quel type de composants s'agit-il ?

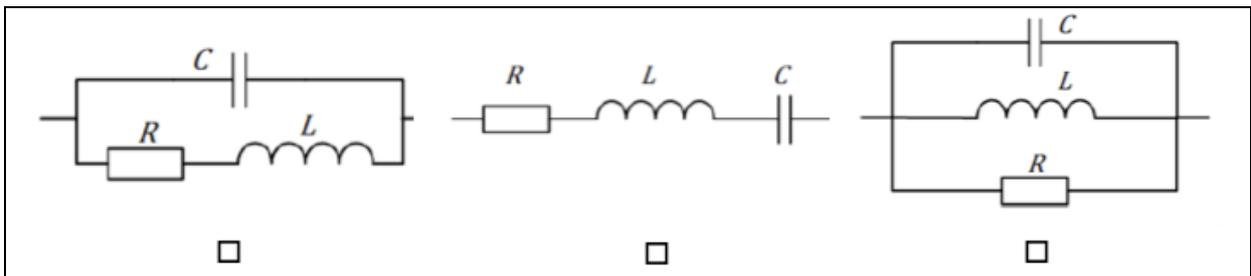
inductance

condensateur

résistance

quartz

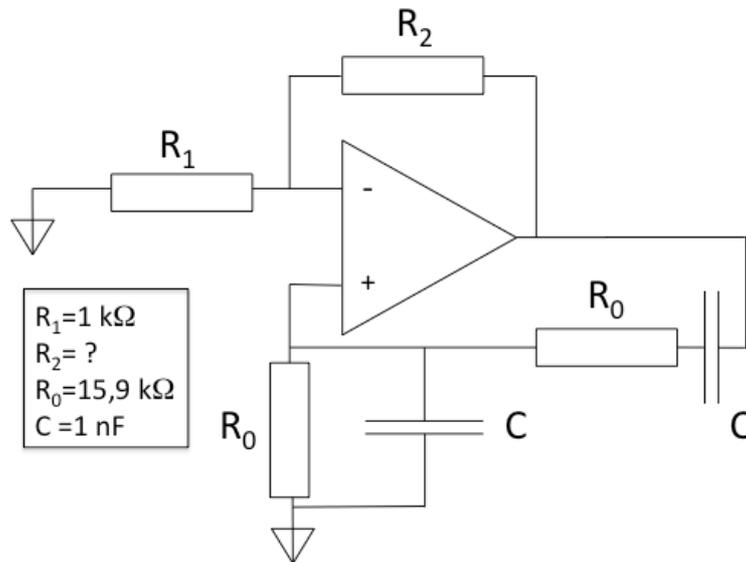
9. Quel circuit correspond à ce type de courbe :



10. Calculer les valeurs numériques des éléments de ce schéma pour la courbe 1 de la figure 3.

## II – Oscillateur (15 points : 1/1/2/1/3/1/1/2/2/1)

On considère le montage de la figure 4.



**Figure 4** : montage oscillateur

1. Identifier puis entourer sur la figure 4 la partie amplificateur et la partie réseau de réaction
2. En isolant l'amplificateur, exprimer A son gain en tension en fonction des composants.

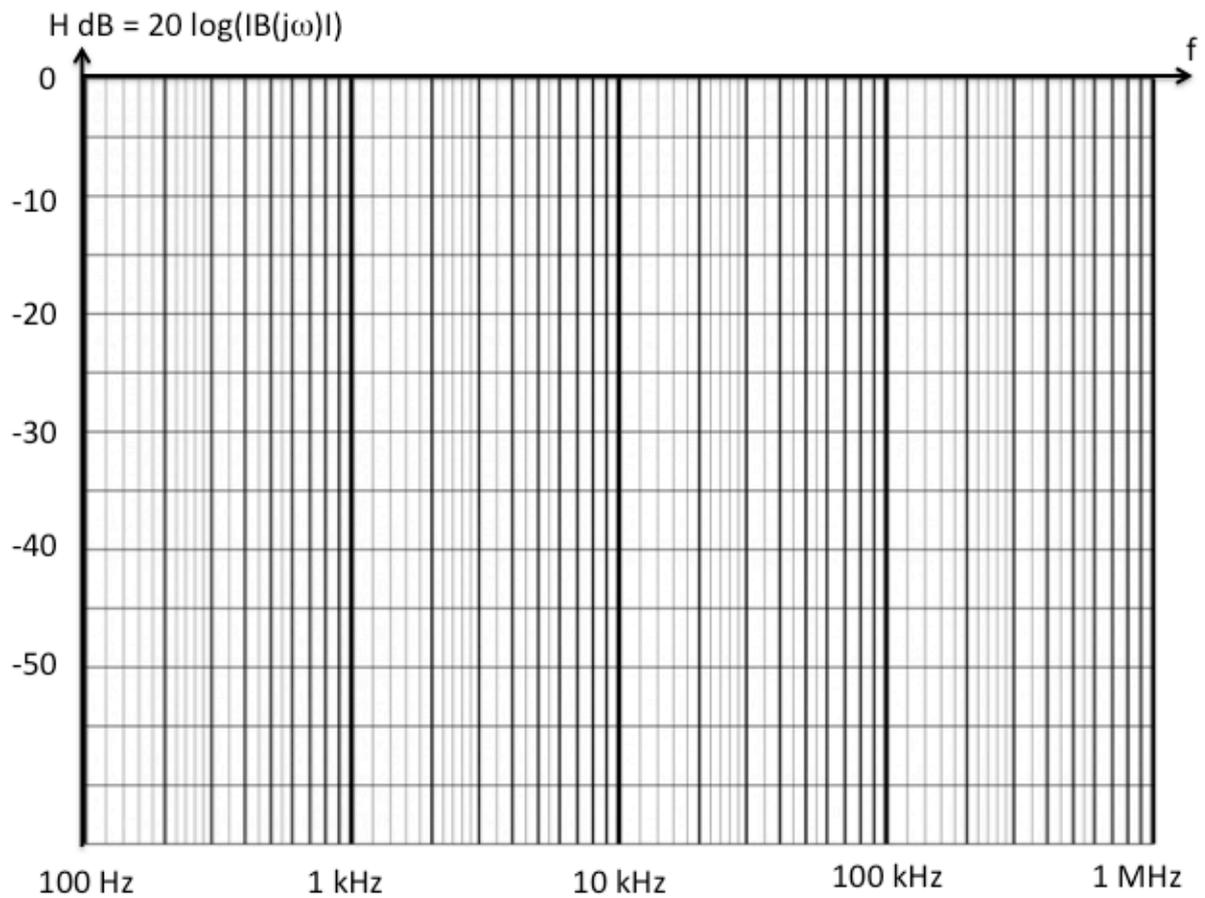
3. En isolant le réseau de réaction, exprimer sa fonction de transfert en fonction des composants.

4. Montrer que cette fonction de transfert peut s'écrire  $B(j\omega) = B_0 \frac{j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}}$  avec,

$\omega_0 = \frac{1}{R_0 C_0}$ ,  $B_0 = 1/3$  et  $Q = 1/3$ , on calculera  $f_0$ .

5. Tracer le diagramme de Bode (en amplitude) de cette fonction de transfert sur la figure 5. Pour cela, on positionnera les asymptotes en basses et en hautes fréquences puis on calculera le gain pour  $f = f_0$ .

Etude asymptotique :



**Figure 5 :** Diagramme de Bode de la fonction de transfert du réseau de réaction

6. A quel type de filtre correspond cette fonction de transfert ?

passé-bas

réjecteur

passé-haut

passé-bande

7. Ecrire la condition pour obtenir des oscillations quasi-sinusoïdales avec le montage de la figure 4.

8. En déduire la fréquence des oscillations et la valeur que l'on doit donner au gain A.

9. On donne  $R_1 = 1k\Omega$ , calculer la valeur de  $R_2$  nécessaire pour obtenir des oscillations quasi-sinusoïdales.

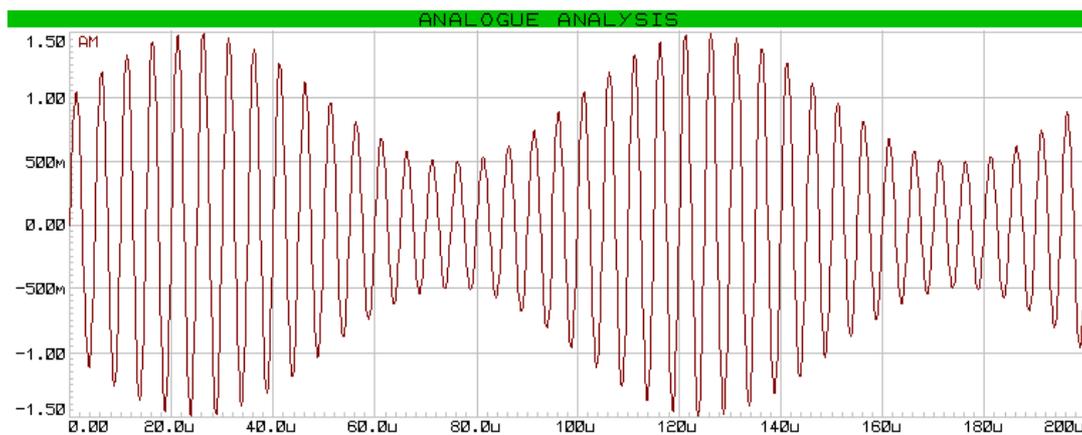
---

### III- Modulations (16 points : 2/1/1/1,5/1,5/1/1/1/2/1/1/1)

1. Quel est le principe de base de toute modulation ? On précisera au moins deux raisons qui conduisent à utiliser une modulation pour la transmission d'information ?

2. Citer deux exemples de type de modulation

On considère le signal de la figure 6.



**Figure 6 : Signal modulé**

3. Quel type de modulation a-t-on mis en œuvre ?

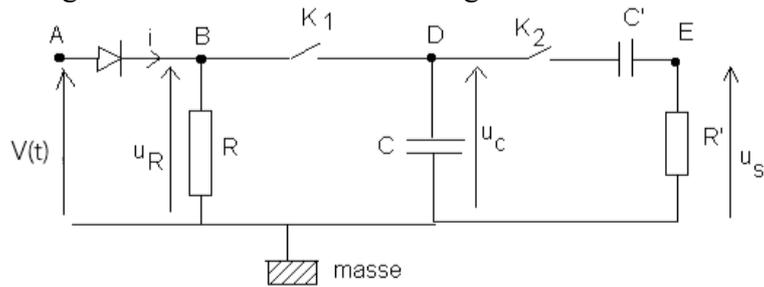
On admettra que la tension  $v(t)$  peut s'écrire :  $V(t) = V_0(1 + m \cos(\Omega t)) \cos(\omega_0 t + \varphi)$ .

4. Exprimer la fréquence de la porteuse, la fréquence du signal modulant et le taux de modulation.

5. Extraire de la figure 6 les valeurs numériques de ces trois paramètres ainsi que la valeur de  $V_0$ .

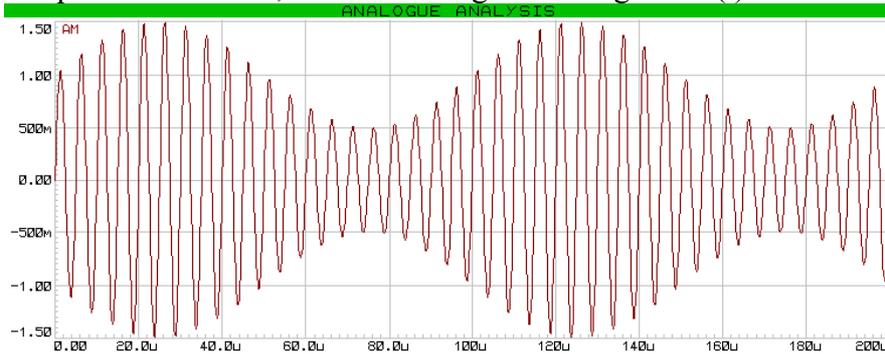
6. Tracer le spectre de ce signal.

Pour démoduler ce signal on utilise le circuit de la figure 7.



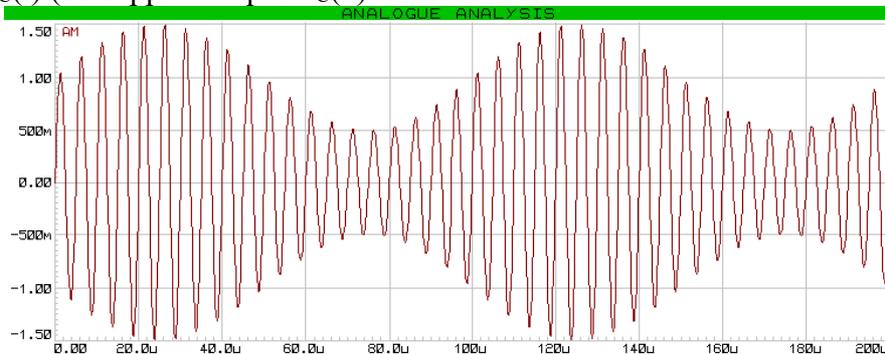
**Figure 7 : circuit de démodulation**

7. On suppose que K1 est ouvert, tracer sur la figure 8 le signal  $U_R(t)$ .



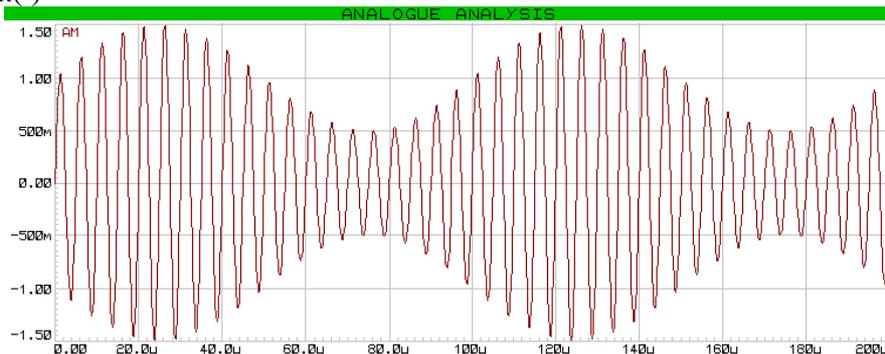
**Figure 8 :  $U_R(t)$**

8. On suppose que K1 est fermé et K2 ouvert, et que  $\frac{1}{F} > RC > \frac{1}{f_0}$ . Tracer sur la figure 9 le signal  $U_C(t)$  (on supposera que  $U_C(0) = 0$ ).



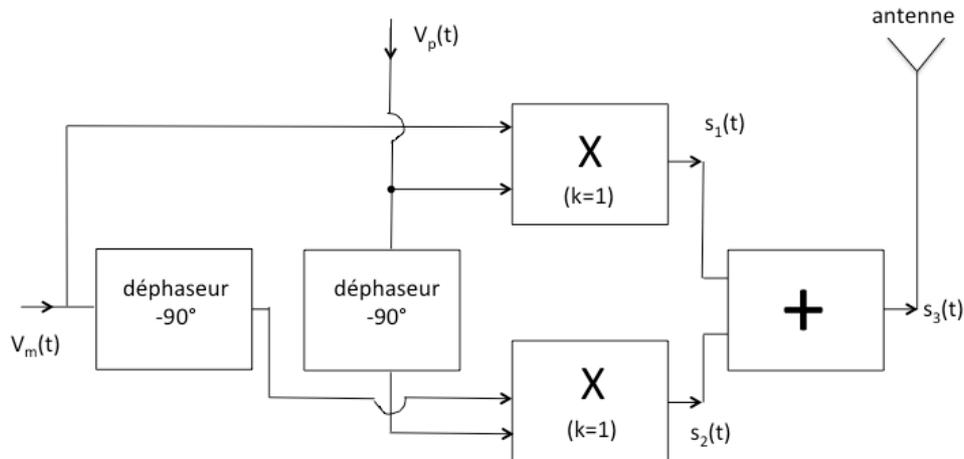
**Figure 9 :  $U_C(t)$**

9. On suppose que K1 est fermé et K2 fermé, et que  $R'C' > \frac{1}{F}$ . Tracer sur la figure 10 le signal  $U_S(t)$ .



**Figure 10 :  $U_S(t)$**

On considère maintenant le circuit modulateur dit BLU (Bande Latérale Unique) de la figure 11 avec : Porteuse :  $V_p(t) = V_p \cos(\omega_0 t + \varphi)$  et signal modulant :  $V_m(t) = V_m \cos(\Omega t)$  avec  $f_0 = 200$  kHz et  $F = 10$  kHz.



**Figure 11** : modulateur Bande latérale Unique

On rappelle que :

$$\cos(a) \times \cos(b) = \frac{1}{2} (\cos(a+b) + \cos(a-b))$$

$$\cos(p) + \cos(q) = 2 \cos\left(\frac{p+q}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

$$\cos(p) - \cos(q) = -2 \sin\left(\frac{p+q}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

10. Exprimer  $\cos(\theta - 180^\circ)$  en fonction de  $\cos(\theta)$ .

11. Exprimer  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$  puis montrer que  $s_3(t) = V_p V_m \cos((\omega_0 - \Omega)t + \varphi)$ .

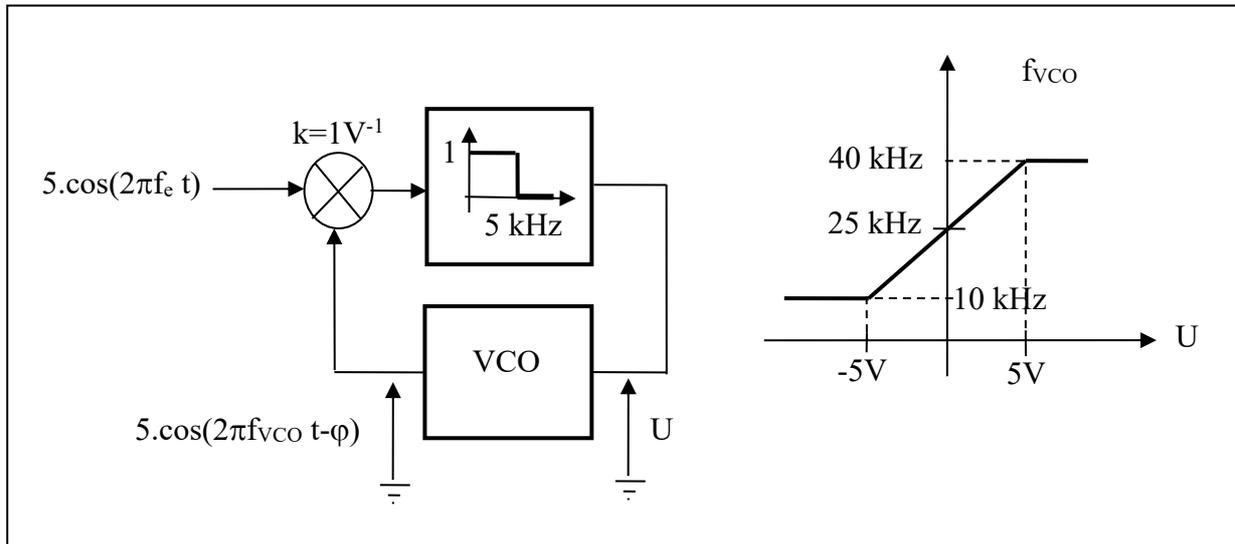
12. Tracer le spectre de  $s_3(t)$  en précisant les fréquences présentes et l'amplitudes des raies.

13. Comparer au spectre tracé à la question 6 et commenter les différences, on précisera notamment l'intérêt de ce type de modulateur.

14. Peut-on utiliser le circuit de la figure 11 pour démoduler le signal ?

#### IV- Boucle à verrouillage de phase (14 points : 1/2/2/1/2/3/1/2)

On considère la boucle à verrouillage de phase (PLL) analogique dont le montage est indiqué en figure 12.



**Figure 12** : Synoptique d'une boucle à verrouillage de phase analogique et caractéristique de transfert du VCO.

1. Quelle est la fréquence libre  $f_0$  du VCO ?

2. Qu'appelle-t-on « plage de verrouillage », préciser son étendue.

3. Qu'appelle-t-on « plage de capture », préciser son étendue.

**On suppose que la boucle est verrouillée.**

4. Quelle est alors la relation entre  $f_e$  et  $f_{VCO}$  ?

5. En déduire que la tension  $U$  est une tension forcément continue, puis exprimer  $U$ . (Les expressions de la tension appliquée à l'entrée de la boucle et de la tension en sortie du VCO sont données sur la figure 8).

6. Compléter le tableau ci-dessous en vous aidant de la caractéristique de transfert du VCO donnée figure 8 et de l'expression de  $U$  déterminée à la question 5.

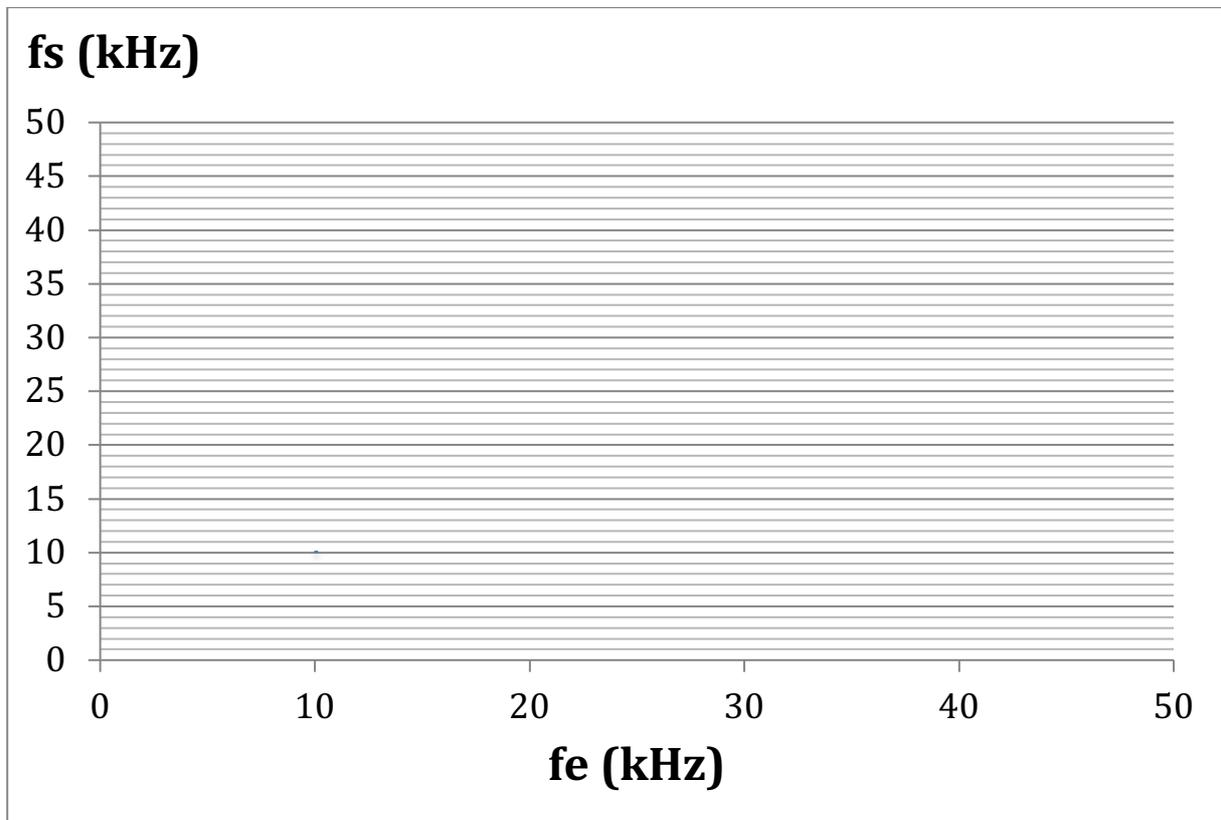
$f_e$ (kHz)	10	25	38
$U$ (V)			
$\varphi$ (degrés)			

**On ne suppose plus que la boucle soit forcément verrouillée.**

7. La fréquence d'entrée  $f_e = 8$  kHz, expliquer pourquoi la boucle ne peut être verrouillée

On augmente progressivement la fréquence d'entrée  $f_e$  de 8 kHz à 45 kHz.

8. Tracer l'évolution de la fréquence  $f_s$  en fonction de  $f_e$ . sur la figure 13



**Figure 13** : évolution de  $f_s$  en fonction de  $f_e$

