

# LPOB72 : Retour rapide sur la leçon "Oscillateurs électroniques"

Aurélien Ricard

En prérequis : électrocinétique, fonction de transfert, notions de systèmes bouclés/

## 1 Biblio

- Précis électronique PSI
- Boussié, PUF électronique
- [http://inspe2.fr/TD\\_p\\_hysique/TD02\\_oscillateurs\\_c.or.pdf](http://inspe2.fr/TD_p_hysique/TD02_oscillateurs_c.or.pdf)

Pour l'oscillateur Colpitts Pour certains calculs sur le Colpitts

## 2 Introduction

En physique, on a souvent besoin de faire des mesures de durées ou de fréquences. Par exemple avec un chrono ou un oscillo. En fait, ces appareils contiennent une horloge qui est un oscillateur et sert de référence de temps. Cet oscillateur étant une référence, on le veut le plus stable possible. AUjourd'hui, on va étudier une certaine catégorie d'oscillateurs, les oscillateurs électroniques, que l'on va essayer de confectionner.

## 3 Elements constitutifs d'un oscillateur

On s'intéresse à des oscillateurs quasi-sinusoidaux ici.

### 3.1 Nécessité du filtre

On veut un élément qui oscille, qu'est ce qu'on connaît? Filtre.

Il faut que le système oscille : donc ordre au moins 2.

Exemple fait au tableau, je vous mets les calculs ici (figures 1 et 2).

Problème : il faut réinjecter de l'énergie pour entretenir les oscillations, besoin d'une ampli !

## 3.2 Amplificateur

Pour avoir oscillations, un oscillateur a besoin d'un ampli. Exemple : ampli non inverseur fait au tableau. (figure 3)

On va donc les associer, mais il faut que l'ampli renvoie un signal à la bonne fréquence...

## 4 Fonctionnement

### 4.1 Assemblage

Il faut une rétroaction entre l'ampli et le filtre. Schémas en bloc, sur slide en pratique.

En préparation on a fait le circuit, il y a beaucoup de fils mais ça marche bien. J'ai pris  $2C=93nF$  (les trous des plaques sur la carte mère),  $L=40mH$  et  $R=1k\Omega$  (variable pour régler Q),  $R1=1k\Omega$  et  $R2$  variable

C'est bien joli, mais est ce que ça marche vraiment?

### 4.2 Conditions d'oscillations

Pour entretenir les oscillations : condition de Barkhausen (valable pour un oscillateur sinusoïdal). Application à l'oscillateur de Colpitts, les calculs sont dans le TD corrigé que je mets en lien.

### 4.3 Vérification expérimentale

Sur le circuit devant le correcteur, j'ai vérifié la valeur de fréquence propre, le gain pour démarrage (qui est plus élevé que 2)

### 4.4 Limitations

Slew rate, saturation de l'AO, enrichissement spectral (l'AO sature et induit des harmoniques par exemple), stabilité en fréquence  $\delta\omega = \frac{\omega_0}{2Q}$

Et j'ai conclu en dérapage plus ou moins contrôlé sur les oscillateurs à quartz et les horloges atomiques

## 5 Questions et remarques dont je me souviens

- Ne pas dire pseudo oscillateur. On a des classes d'oscillateurs, et là on a un oscillateur qui génère des pseudo oscillations
- D'ailleurs, est ce qu'on peut avoir un signal sinusoïdal pur? En théorie oui, en pratique non
- Calculs un peu longuets, qui font perdre du temps
- Parler d'amplificateur, pas de gain
- Condition de Barkhausen pas dite clairement. Y passer du temps : c'est à la base en fonction de p, mais là on fait théorie réponse linéaire sur signaux sinusoïdaux donc argument en jw.
- Mieux expliquer la manip, mettre les valeurs prises sur les schémas on est un peu perdus.

- Passer plus de temps sur les limites, parler d'enrichissement spectral, donner les limites véritables, ici c'est le caractère passe bas de l'ali (produit gain bande de l'ali de l'ordre du MHz), saturation.
- Pourquoi on prend pas un RLC ? Ce filtre marche bien pour osciller, et un bon Q de RLC c'est une faible résistance (contrairement à ici), ce qui implique de grands courants, l'ali va saturer en courants.
- Peut on réaliser la condition de Barkhausen sur le gain rigoureusement? C'est une égalité entre deux réels, pas physique
- Autres oscillateurs? Relaxation. Pourquoi c'est bien? Ca fait des fronts nets, pour les systèmes logiques c'est plus pratique que des signaux sinusoidaux, et on règle plus facilement la fréquence d'oscillation.
- Oscillateur à pont de Wien? Comment ça marche?
- Oscillateur à résistance négative? Oui. En fait, avec un montage avec AO, on fait un dipole équivalent de résistance négative, et on l'associe à un LC. On s'arrange pour que la résistance négative compense exactement les résistances parasites des autres composants, et ça oscille.
- Il faut gagner du temps et vraiment mieux expliquer la manip, les limites, et faire ressortir les caractéristiques générales à travers l'exemple. L'exemple traité est bon, car on peut faire varier plein de choses et on a un gros Q. D'ailleurs on peut le faire varier pour montrer que si on augmente la sélectivité, on fait un signal plus pur. On peut aussi montrer différents endroits du circuit pour voir que la tension est différemment déformée...
- Pour le cablage, je n'ai pas mis la photo c'était illisible. J'ai pris : une plaque avec un AO ampli, deux plaques pour des décades de condensateurs et résistances. Je faisais varier R2 (pour l'amplification) et prendre la résistance du filtre variable aussi, on fait varier Q comme ça. Avec les valeurs dites plus haut, j'avais un Q d'environ 30, ce qui est bien déjà ! Je vous joins les slides sur le discord de toute manière avec les schémas !

## 6 Les calculs

Exemple:

faire analyse asymp  
→ passe bandes

Cherchons sa  $f^a$  de transfert  $H(\omega) = \frac{V_S}{V_e}$

DDT:  $V_S = \frac{\frac{1}{2j\omega}}{\frac{1}{2j\omega} + \frac{1}{2j\omega}} V_L = \frac{1}{2} V_L$  (1)

$V_L + V_R = V_e$  (2), or  $V_R = R i_1$   
 $= R(i_2 + i_3)$  (nœuds en A)

donc  $V_R = R \left( \frac{V_L}{jL\omega} + 2V_S j\omega \right)$  (3)

Figure 1: Calculs du filtre. On peut faire un dipole équivalent et un diviseur de tension, c'est plus rapide, je n'avais pas vu :)

On injecte (1) et (2) dans (3):

$$2\frac{V_s}{R} + 2R\frac{V_s}{j\omega L} = \frac{V_s}{j\omega L}$$

Soit

$$\frac{V_s}{V_s} = \frac{1}{1 + \frac{R}{j\omega L} + j\omega C R}$$

Remarque? Déjà,  $\frac{V_s}{V_s} = \frac{j\omega L}{1 + j\omega L - \omega^2 LC}$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$\lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{V_s}{V_s} = \frac{1}{1} = 1$

$\lim_{\omega \rightarrow \infty} \frac{V_s}{V_s} = \frac{1}{-1} = -1$

Donc  $Q = \frac{R}{\sqrt{LC}}$  (car c'est étonnant, mais c'est normal)

Donc on aura des pseudo oscillations! On peut dire que le circuit a une bande passante. On peut réinjecter la réponse dans le système pour que les oscillations soient entretenues...

$\Delta$  de valeur est de cette et  $2C$

Figure 2: Suite des calculs du passe bande

Exemple

Fonctionnement linéaire et  $A_{Li}$  idéal.

$V_+ = V_-$   
 $i_- = i_+ = 0$

Comme  $i_- = 0$ , DDT  $U_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s = V_s$

Donc  $\frac{V_s}{V_s} = \left( \frac{R_2}{R_1} + 1 \right)$

On ne associe cet ampli au filtre, mais il faut qu'il soit à la même fréquence...  
 Cela implique une rétroaction!

Figure 3: Les calculs pour l'ampli