



# Oscillateur de Wien

BLAISE PASCAL  
PT 2021-2022

## Objectifs

- ▷ Réaliser un oscillateur quasi-sinusoïdal et mettre en évidence la distorsion harmonique des signaux par une analyse spectrale.
- ▷ S'approprier : Repérer des valeurs particulières de déphasage par la méthode des ellipses de Lissajous.

## Matériel sur votre paillasse :

- ▷ Un GBF ;
- ▷ Un amplificateur linéaire intégré ;
- ▷ Une alimentation stabilisée +15/-15 V ;
- ▷ Un oscilloscope ;
- ▷ Deux condensateurs de 10 nF ;
- ▷ Des résistances de 10 kΩ (×2) ; 1,5 kΩ et 3,3 kΩ ;
- ▷ Deux boîtes de résistances réglables ;
- ▷ Un bouton poussoir ;
- ▷ Plaquette de branchements ;
- ▷ Papier millimétré.

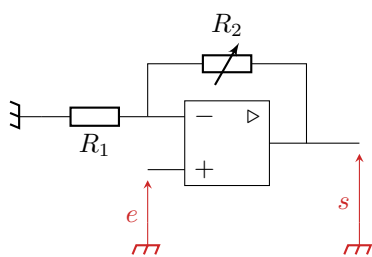
Ce TP a pour but d'étudier les principales caractéristiques d'un oscillateur quasi-sinusoïdal sur l'exemple de l'oscillateur de Wien. On s'intéressera en particulier à l'existence des oscillations, leur démarrage et la « qualité » de leur caractère sinusoïdal via une analyse spectrale.

**⚠ Attention !** L'alimentation +15/-15 V doit être branchée **AVANT** d'envoyer un quelconque signal sur l'entrée de l'ALI, sans quoi il y a risque de détérioration.

## I - Préparation de l'oscillateur

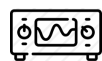
Un oscillateur de Wien est constitué de deux blocs : un amplificateur non-inverseur à ALI et un filtre passe-bande utilisant deux cellules RC. Le but étant de boucler les deux blocs, on les réalisera séparément à gauche puis à droite de la plaquette ... et sans les démonter entre temps.

### I.A - Amplificateur non-inverseur



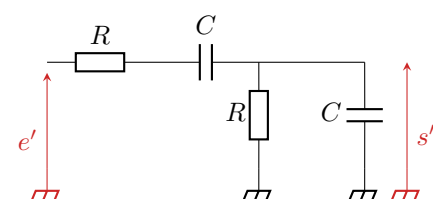
Le schéma du montage est rappelé ci-contre. La relation entrée-sortie en régime linéaire s'écrit

$$\underline{S} = \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \underline{E} \stackrel{\text{déf.}}{=} A \underline{E}.$$



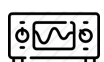
Câbler le montage en prenant  $R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega$  et en utilisant une résistance réglable pour  $R_2$ . Vérifier rapidement en envoyant une tension d'entrée adéquate qu'il se comporte comme prévu.

### I.B - Filtre de Wien

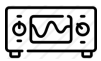


Le filtre de Wien est représenté ci-contre. Il s'agit d'un filtre passe-bande, dont la fonction de transfert s'écrit

$$H_{\text{Wien}} = \frac{S'}{E'} \stackrel{\text{déf.}}{=} \frac{H_0}{1 + jQ \left( \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} H_0 = 1/3 \\ f_0 = 1/(2\pi RC) \\ Q = 1/3 \end{cases}$$



Câbler le montage en prenant  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C = 10 \text{ nF}$ . Vérifier rapidement en envoyant des tensions d'entrées bien choisies qu'il se comporte comme prévu.



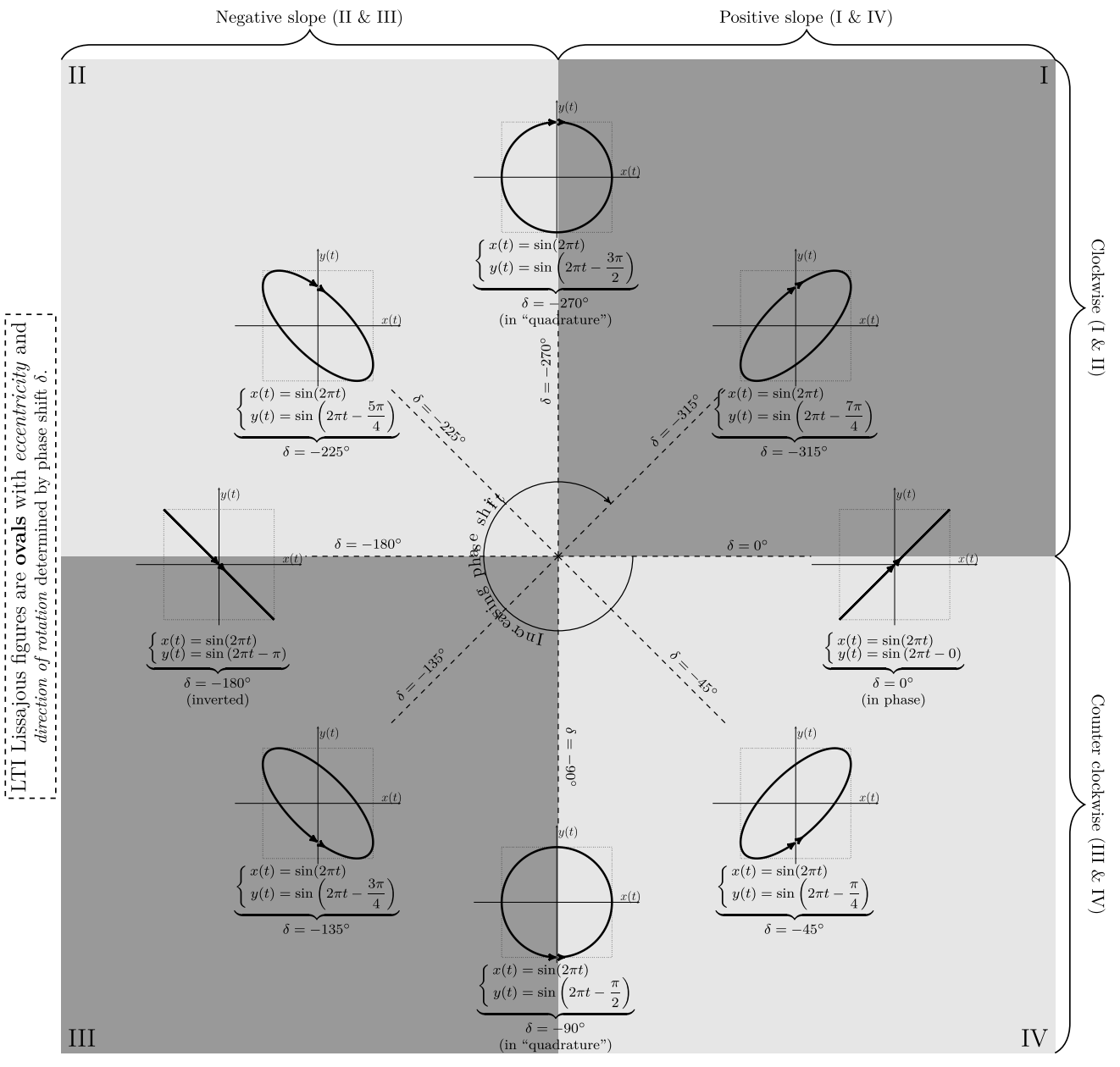
On cherche maintenant à déterminer les valeurs numériques de  $f_0$ ,  $H_0$  et  $Q$  ... sans passer par la construction complète (et un peu fastidieuse) d'un diagramme de Bode.

• Mesure de la fréquence propre : méthode des ellipses de Lissajous

**Document 1 : Ellipses de Lissajous**

Une courbe de Lissajous est une représentation paramétrique d'un signal sinusoïdal  $x(t)$  en fonction d'un autre signal sinusoïdal  $y(t)$ . Le temps  $t$  n'est alors plus l'abscisse des figures, mais un paramètre. Si  $x$  et  $y$  sont deux tensions visualisées à l'oscilloscope, les courbes de Lissajous s'obtiennent en choisissant l'affichage en mode XY.

Dans le cas où les signaux sont de même fréquence, les courbes de Lissajous sont des ellipses dont l'excentricité (l'aplatissement), la direction du grand axe et le sens de parcours au cours du temps sont déterminés par le déphasage  $\delta$  entre les deux fonctions. Pour certaines valeurs particulières du déphasage, le repérage d'inclinaisons caractéristiques de l'ellipse permet une mesure beaucoup plus fine qu'une observation temporelle.



📎 Protocole :

✎ Comparaison entre valeur expérimentale et valeur attendue :

- **Gain maximal  $H_0$  :**

✎ Protocole :

✎ Comparaison entre valeur expérimentale et valeur attendue :

- **Facteur de qualité**

On rappelle que le facteur de qualité d'un filtre passe-bande du second ordre est relié à la largeur  $\Delta f$  de sa bande passante et à sa fréquence centrale  $f_0$  par

$$\Delta f = \frac{f_0}{Q}.$$

✎ Protocole :

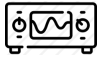
✎ Comparaison entre valeur expérimentale et valeur attendue :

## II - Étude de l'oscillateur

Réaliser le système bouclé : l'entrée d'un bloc correspond à la sortie de l'autre, et réciproquement.

### II.A - Oscillations quasi-sinusoidales

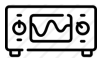
Le critère de Barkhausen indique qualitativement que des oscillations quasi-sinusoidales ne sont possibles que si le gain de l'amplificateur compense exactement les pertes induites par le filtre, et que dans ce cas les oscillations ont lieu à la fréquence centrale du filtre.



Connaissant la valeur de  $H_0$ , en déduire la valeur critique  $A^*$  à donner au gain de l'amplificateur non inverseur pour être en limite d'oscillation, puis la valeur de  $R_2^*$ . Le vérifier expérimentalement.

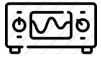
✎ Valeur de  $A^*$  :

✎ Valeur de  $R_2^*$  :



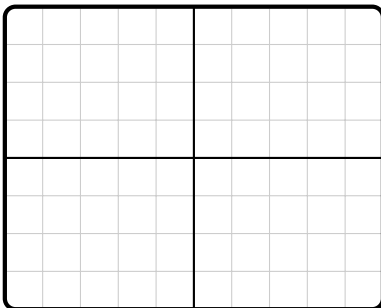
Mesurer l'amplitude des oscillations en sortie de l'amplificateur et en sortie du filtre. Interpréter théoriquement ces valeurs.

### II.B - Distorsion harmonique

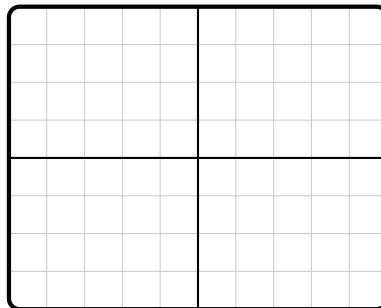


Comment évolue l'allure des oscillations lorsque  $R_2$  augmente ? Les reproduire pour trois valeurs de  $R_2$  bien choisies, mettant en évidence les phénomènes intéressants.

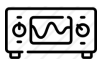
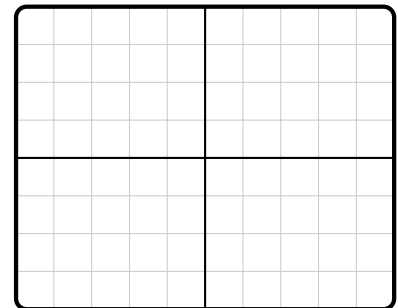
$R_2 =$



$R_2 =$

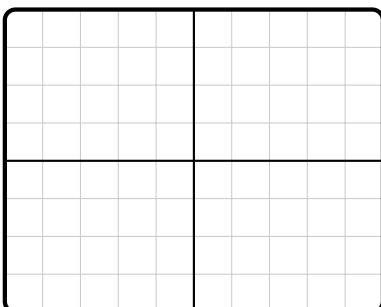


$R_2 =$

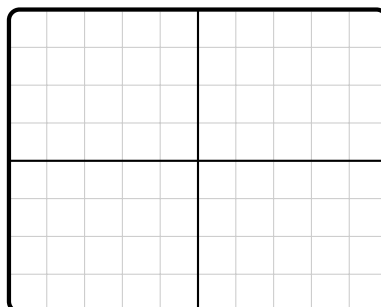


Prévoir l'effet sur les spectres des signaux, **puis ensuite** observer les spectres en question. Les reproduire pour les mêmes valeurs de résistance que précédemment.

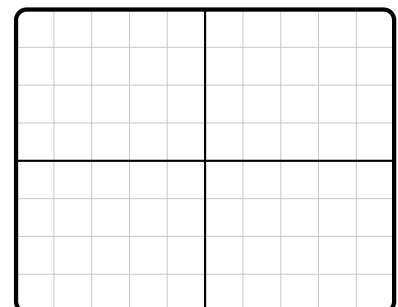
$R_2 =$



$R_2 =$



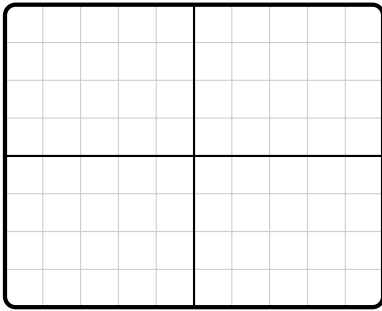
$R_2 =$



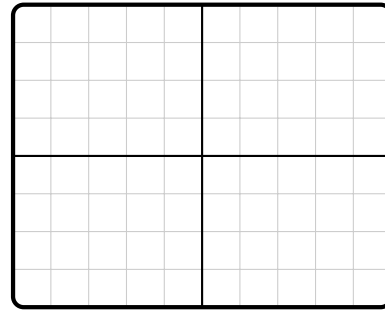


Comparer les signaux en sortie du filtre et en sortie de l'amplificateur, dans le domaine temporel et dans le domaine spectral, en choisissant une valeur de  $R_2$  pour laquelle les non-linéarités sont clairement visibles.

Chronogramme des deux tensions :



Spectre des deux signaux :



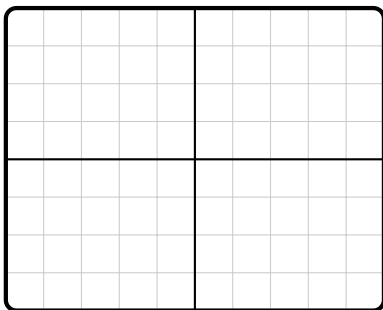
✎ Pour lequel des deux signaux l'effet des non-linéarités est-il le plus marqué ? Interpréter.

### II.C - Démarrage des oscillations

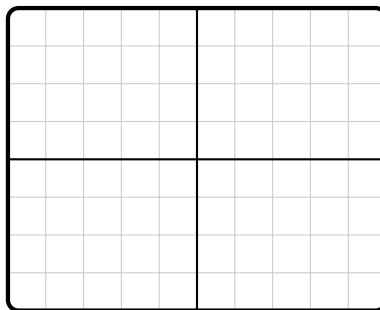


Pour étudier le démarrage des oscillations, placer un bouton poussoir en parallèle de la sortie du filtre : cela permet de forcer la tension correspondante à s'annuler, et donc de redémarrer de nouvelles oscillations. En utilisant le mode acquisition unique de l'oscilloscope (cf. notice), observer la croissance des oscillations en fonction de la valeur de  $R_2$ .

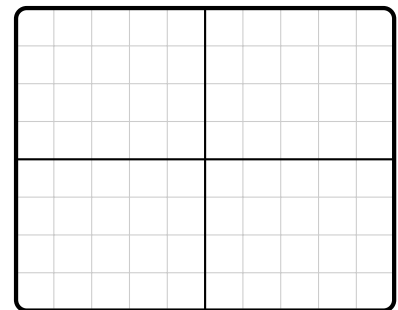
$R_2 =$



$R_2 =$



$R_2 =$



### II.D - Période des oscillations



Proposer et mettre en œuvre un protocole (reposant sur plusieurs mesures) montrant que la période des oscillations est donnée par la fréquence centrale du filtre.