



BLAISE PASCAL
PT 2018-2019

TP 4 – Électronique

Oscillateur de Wien

Objectifs

- ▷ Réaliser un oscillateur quasi-sinusoïdal et mettre en évidence la distorsion harmonique des signaux par une analyse spectrale.
- ▷ Visualiser un signal et effectuer des mesures à l'oscilloscope.

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.

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 des mesures de taux de distorsion harmonique.

⚠ 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.

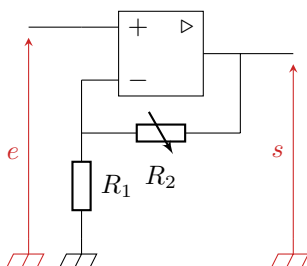
Vous serez très vigilants à la lisibilité de vos montages : organisation sur la paillasse, couleur des fils, pas de nœuds, etc. Je recommande l'utilisation de fils noirs pour la masse, de fils verts ou bleus pour l'alimentation de l'ALI, et de fils rouges pour le reste.

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.

I.1 - Étude de l'amplificateur non-inverseur

Commencer par câbler un montage suiveur pour vérifier le bon fonctionnement de l'ALI, et si besoin régler la tension d'offset à zéro.

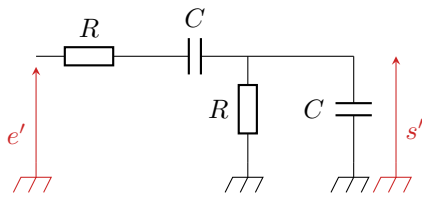


Comme le montage amplificateur non-inverseur a fait l'objet du TP 2, on ne s'y attarde pas aujourd'hui. Le schéma du montage est rappelé ci-contre. La relation entrée-sortie en régime linéaire s'écrit

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

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

I.2 - Étude du 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

$$H_{\text{Wien}} = \frac{S'}{E'} \stackrel{\text{déf.}}{=} \frac{H_0}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

Câbler le montage en prenant $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 10 \text{ nF}$.

Déterminer (expérimentalement !!) les valeurs numériques de ω_0 , H_0 et Q . Pour déterminer le facteur de qualité, on pourra se rappeler que la largeur de la bande passante à -3 dB d'un filtre passe-bande est donnée par

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

avec f_0 la fréquence centrale. En raisonnant dimensionnellement, comment peut s'exprimer ω_0 en fonction de R et C ? Comparer.

I.3 - Réalisation de l'oscillateur

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

II - Étude de l'oscillateur

II.1 - Oscillations quasi-sinusoïdales

Le critère de Barkhausen indique qualitativement que des oscillations quasi-sinusoïdales 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.

Expliquer l'amplitude des oscillations. Lequel des deux signaux (sortie de l'amplificateur ou sortie du filtre) est le plus proche d'une sinusoïde? Interpréter.

II.2 - Distorsion harmonique

Comment évolue l'allure des oscillations lorsque R_2 augmente? Prévoir l'effet sur les spectres des signaux, puis ensuite observer les spectres en question.

Document 1 : Taux de distorsion harmonique

Pour quantifier la distorsion harmonique, on utilise le taux de distorsion harmonique. Plusieurs définitions sont possibles.

La plus simple (qui n'est pas la plus pertinente en général) considère le taux de distorsion harmonique par rapport au fondamental (« fundamental harmonic distortion »). Pour l'harmonique n , il est défini par

$$FHD_n = 100 \frac{V_n}{V_1}$$

où V_n est la valeur efficace de l'harmonique n et V_1 celle du fondamentale. On rappelle que la valeur efficace d'un signal harmonique est égale à son amplitude divisée par $\sqrt{2}$.

Une convention plus pertinente, mais moins pratique pour des calculs à la main, est celle de la distorsion harmonique totale, définie par

$$THD = 100 \times \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{+\infty} V_n^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{+\infty} V_n^2}}$$

qui prend à nouveau en compte les valeurs efficaces. Le numérateur n'inclut pas le fondamental, au contraire du dénominateur.

Document 2 : Graduation d'un spectre à l'oscilloscope

Sur les oscilloscopes Tektronix, les ordonnées des spectres sont graduées en dB, parfois aussi noté dBV pour « décibel volt ». Par convention, pour une harmonique n de valeur efficace V_n , le gain G_n est défini par

$$G_n = 20 \log \frac{V_n}{1\text{V}}.$$

Estimer le FHD des harmoniques visibles à la limite des oscillations puis le THD. Estimer le FHD des premières harmoniques pour $R_2 = 4\text{k}\Omega$.

II.3 - Démarrage des oscillations

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

II.4 - Période des oscillations

En fonction du temps restant, proposer et mettre en œuvre un protocole (reposant sur plusieurs mesures) montrant que la fréquence des oscillations est donnée par la fréquence centrale du filtre.