

OSCILLATEURS - FILTRAGE

Objectifs :

- Mettre en œuvre et étudier les constituants d'un oscillateur quasi-sinusoïdal, puis les associer et vérifier le comportement.
- Observer et réaliser une analyse de Fourier des oscillations produites.
- Faire une étude fréquentielle des propriétés d'un quadripôle linéaire, et l'appliquer au filtrage d'un signal polychromatique.
- Utiliser une plaquette micro-fils et des composants à brocher soit-même.

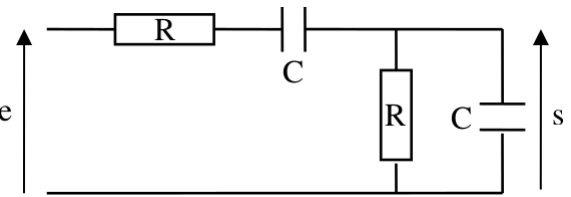
Compétences expérimentales exigibles :

- Mettre en œuvre un oscillateur quasi-sinusoïdal et analyser les spectres des signaux générés.
- Expliquer l'influence de la fréquence d'échantillonnage sur un signal numérique.
- Utiliser la condition de Nyquist-Shannon. Mettre en évidence le phénomène de repliement de spectre au moyen d'un oscilloscope numérique ou d'une acquisition numérique.

I. Étude d'un oscillateur quasi sinusoïdal : l'oscillateur à pont de Wien

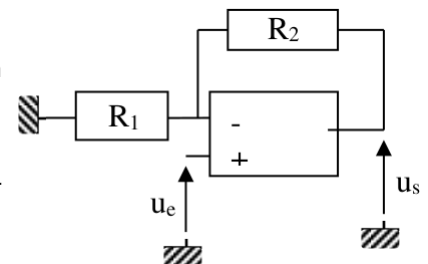
• MANIP 1 : Étude du filtre de Wien

- Faire le montage avec $R = 1\text{ k}\Omega$ et $C = 100\text{ nF}$.
- Tracer le diagramme de Bode du gain de ce filtre.
- Déterminer la fréquence de résonance et étudier la cohérence avec la valeur attendue.
- Déterminer le facteur de qualité Q et son incertitude $u(Q)$, comparer avec la valeur attendue.



• MANIP 2 : Étude de l'amplificateur

- Réaliser le montage ci-contre.
- Proposer une méthode pour réaliser la caractéristique $u_s = f(u_e)$ à l'oscilloscope. Le réaliser et choisir u_e de sorte que l'on observe la saturation. On pourra prendre $R_2 = 2R_1$.
- Vérifier que dans la partie linéaire on a un gain $G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$. Valider la mesure à l'aide de l'écart normalisé.



Attention ! l'AO (ALI) doit être alimenté par un générateur $+15\text{V}$, -15V , son zéro étant la masse du montage.

• MANIP 3 : Apparition des oscillations

- Réaliser l'oscillateur à pont de Wien au moyen de l'amplificateur précédent, avec $R_2 = 10\text{ k}\Omega$, $R = 1\text{ k}\Omega$, $C = 100\text{ nF}$ et R_1 une résistance variable.
Déterminer a priori la valeur de $K = R_2/R_1$ pour laquelle il y a des oscillations sinusoïdales ainsi que leur fréquence f_0 .
- Modifier R_1 pour faire apparaître les oscillations. La valeur seuil de R_1 et la fréquence du signal sont-elles conformes à la théorie ?
- Que se passe-t-il si on augmente le gain G au-delà de la valeur seuil G_0 .

• MANIP 4 : Étude du régime transitoire

- Réaliser une acquisition à balayage unique (mode SINGLE) du démarrage des oscillations. Ajuster la base de temps pour observer la durée du transitoire (plusieurs essais peuvent-être nécessaires). Passer en mode SINGLE et ajuster le niveau de déclenchement.
- Augmenter R_1 pour franchir la valeur seuil et démarrer les oscillations.
- Mesurer le temps caractéristique τ d'amplification du signal pendant cette phase, grâce à la méthode du décrément logarithmique^a. Vérifier que cette valeur est compatible avec la théorie.
On peut montrer (exercice) que si $G = G_0 + \varepsilon$, alors $\frac{1}{\tau} = \frac{\omega_0 H_0 \varepsilon}{2Q}$.

a. Deux maxima/minima successifs sont dans un rapport $e^{T/\tau}$.

• MANIP 5 : Analyse spectrale de la forme des oscillations

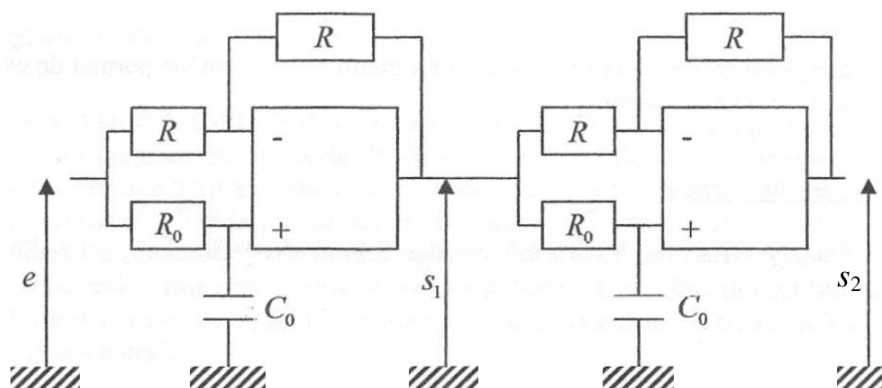
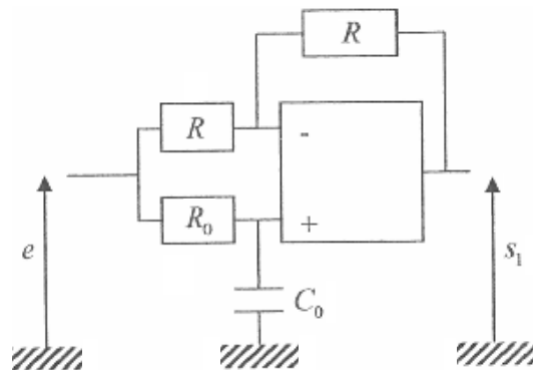
- Pour un gain juste au dessus du seuil de démarrage, comparer l'amplitude des oscillations en sortie de l'AO et en sortie du filtre.
- Reprendre ces observations pour un gain nettement supérieur. Représenter la forme des signaux.
- Réaliser une analyse spectrale par FFT à l'aide de la carte FOXY et du logiciel Atelier Scientifique. Retrouve-t-on les composantes spectrales attendues ?
On prendra soin d'appliquer les conseils vu en cours pour une bonne numérisation et une bonne analyse spectrale.

II. Déphaseurs et oscillateurs

Dans cette partie du TP, les montages seront câblés sur une plaquette micro-fils, en respectant bien le plan de montage pour éviter de griller les ALI.

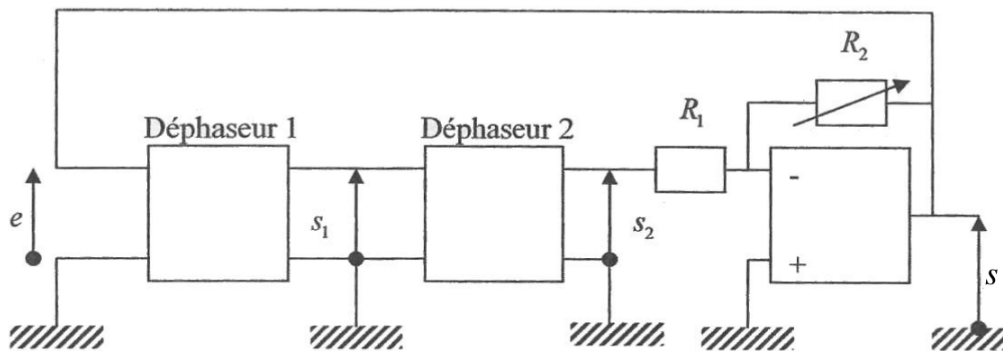
• MANIP 6 : Étude du déphaseur

- Réaliser le montage ci-contre avec $R = 10 \text{ k}\Omega$, $R_0 = 1 \text{ k}\Omega$ et $C_0 = 100 \text{ nF}$.
Penser à brancher les amplificateurs opérationnels sur l'alimentation continue $\pm 15 \text{ V}$.
- Alimenter le circuit grâce à un GBF.
- Tracer expérimentalement le diagramme de phase $\varphi_1 = f(\log f)$ du circuit sur un papier semi-log. On choisira une phase comprise entre $-\pi$ et π .



• MANIP 7

- Réaliser le circuit ci-dessus.
- Vérifier expérimentalement que le montage réalise un circuit déphaseur avec $\varphi_2 = 2\varphi_1$.



• MANIP 8 : Étude de l'oscillateur

- Réaliser le montage ci-dessus avec $R_1 = 4,7\text{ k}\Omega$, et R_2 une résistance réglable. Les déphaseurs 1 et 2 sont identiques à celui étudié précédemment.
Déterminer a priori la valeur de R_2 pour laquelle le système peut osciller. Compte tenu des mesures faites précédemment à quelle fréquence auront lieu les oscillations ?
- Obtenir la tension s oscillante. Déterminer la fréquence des oscillations. Comparer aux valeurs attendues (f et R_2).
- Faire plusieurs analyses spectrales des oscillations avec des valeurs croissantes de R_2 pour faire apparaître des harmoniques supplémentaires.
- Afin de montrer l'intérêt de l'alimentation des amplificateurs opérationnels, lorsqu'un signal est produit, couper cette alimentation ^a et observer à l'oscilloscope le signal $s_2(t)$.

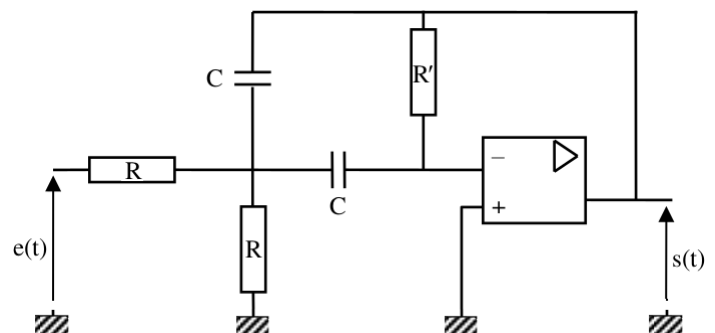
^a. Normalement il est fortement déconseillé de couper l'alimentation d'un AO en cours de fonctionnement dans un circuit car cela est susceptible de le faire griller. Toutefois ici il n'existe pas d'autre source d'énergie dans le circuit, donc seul le régime transitoire décroissant va exister pendant un temps très court, ce qui rend l'opération normalement peu dangereuse.

III. Production d'un signal sinusoïdal par filtrage d'un signal polychromatique

Si le temps le permet uniquement, on pourra s'intéresser à la suite.

• MANIP 9 : Caractérisation du filtre

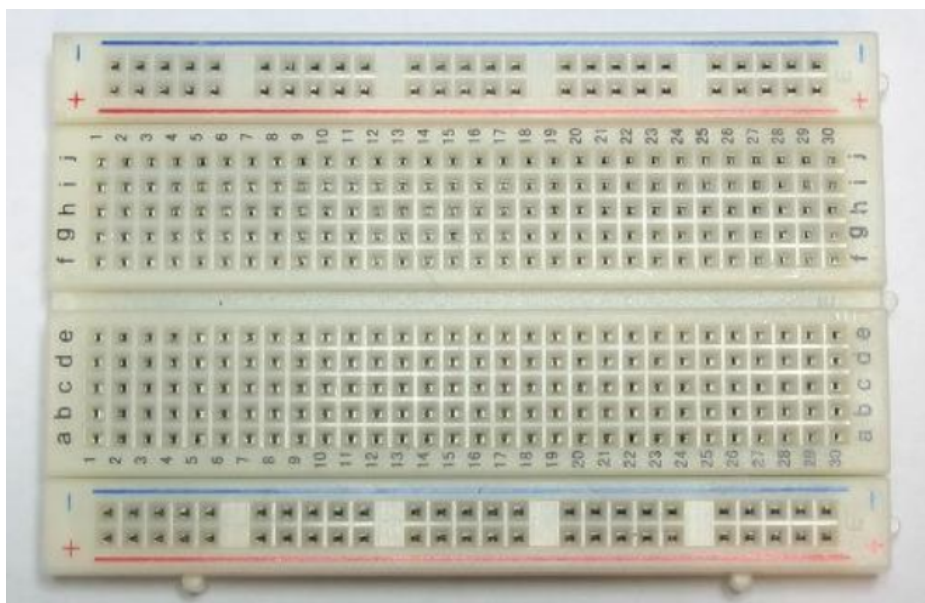
- Réaliser le montage du filtre avec $R = 10\text{ k}\Omega$, $R' = 1\text{ M}\Omega$ et $C = 2\text{ nF}$.
- À l'aide d'un balayage en fréquence, déterminer la nature du filtre. Est-ce compatible avec les circuits asymptotiques que l'on peut tirer du circuit ci-dessus ?
- Déterminer la fréquence de résonance f_0 et son incertitude. Que vaut alors le déphasage ? Quelle est la méthode la plus précise en l'occurrence pour mesurer f_0 ? Validez la valeur par rapport à la valeur théorique : $f_0 = \frac{1}{\pi\sqrt{2RR'C}}$.
- Déterminer les fréquences de coupure f_{c1} et f_{c2} . En déduire la bande passante Δf . Validez cette valeur au regard du facteur de qualité théorique du circuit : $Q = \sqrt{\frac{R'}{2R}}$.



• MANIP 10 : Filtrage d'un signal créneau

- Appliquer un signal d'entrée $e(t)$ créneau symétrique, d'amplitude suffisamment faible pour ne pas observer de saturation en sortie, et de fréquence $F = f_0$.
- Observer $e(t)$ et $s(t)$, déterminer leurs spectres avec la carte d'acquisition. Interpréter.
- Reprendre l'étude pour $F = f_0/3$, $F = f_0/5$, $F = f_0/9$, $F = f_0/11$, $F = 3f_0$ et $F = 5f_0$.

ANNEXE - Utilisation des plaquettes à micro-fils (ou « plaques d'essai »)



Les 2 bandes étroites latérales (symboles + et -) présentent des séries de points électriquement reliés dans le sens de la longueur (par groupes de 5). Les bandes larges (dont les lignes sont repérées par des lettres), sont des points reliés dans le sens de la largeur (par groupes de 5). En cas de doute, vérifier à l'ohmmètre. L'ALI sera broché à cheval entre les 2 bandes larges.

- **Alimentation :**

Pour l'alimentation, on utilisera des fils mixtes (banane, fil) liés aux bandes étroites sur le côté (+ et -). Ensuite on brochera l'alimentation de l'AO par des petits fils reliés à ces lignes.

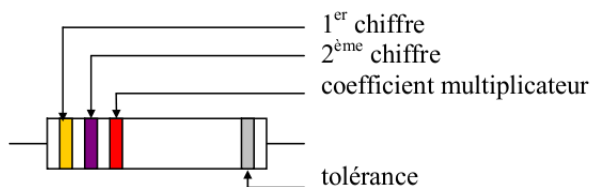
Attention, il n'y a pas de patte masse sur l'ALI. La masse est la référence du +15 V et -15 V, c'est-à-dire le « zéro » de l'alimentation. Elle doit être connectée avec la masse du GBF.

- **Brochage :**

On évitera les montages fouillis avec des fils en pont un peu partout. On essaiera de se rapprocher d'un montage en dimension 2, fils plaqués sur la plaquette, faisant des coudes à angle droit de sorte que l'on visualise au coup d'œil le schéma.

- **Résistances :**

Essayer de déterminer la valeur des résistances avec le code couleur et ensuite la vérifier à l'ohmmètre.



Couleur	Noir	Marron	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc	Argent	Or
Valeur	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Coefficient multiplicateur	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6				10^{-1}	10^{-2}
Tolérance											10%	5%