

COMPLÉMENTS : REDRESSEMENT - FILTRAGE - MONTAGES AO/ALI

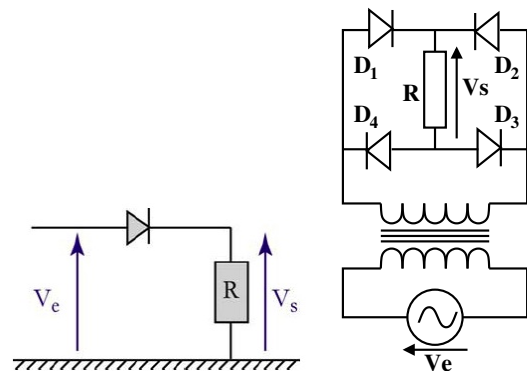
Objectifs :

- Fabriquer un signal quasi-continu par *redressement* puis *lissage* par un filtre passe-bas actif (d'ordre 1 ou 2).
- Réaliser des fonctions classique avec l'AO/ALI : amplification, dérivation, comparaison.
- Réaliser un doubleur de fréquence.
- Réaliser un multivibrateur astable (oscillateur).

I. Redressement et lissage par filtrage passe-bas

I.1. Redressement mono-alternance puis double-alternance

Le premier montage ci-contre est le redresseur simple alternance. Le second montage est un redresseur double-alternance appelé *pont de Graetz*. Le transformateur a ici un rôle de *transformateur d'isolement*. On peut donc prendre un *rapport de transformation* de 1 (même amplitude en sortie qu'en entrée).

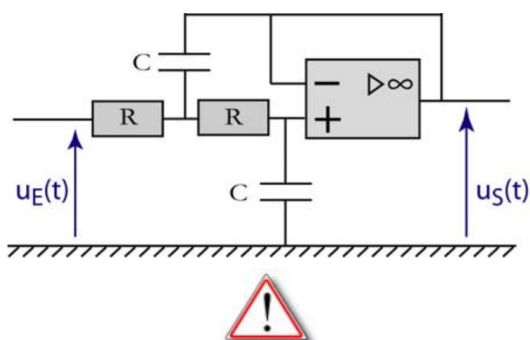


• MANIP 1 : Redressement

Réaliser successivement les deux montages ci-contre, avec $R = \text{qq } 1 \text{ k}\Omega$ et un signal d'entrée $V_e(t)$ sinusoïdal de fréquence $\sim 100 \text{ Hz}$ et d'amplitude $\sim \text{qq } 1 \text{ V}$.

- Observer $V_e(t)$ et $V_s(t)$ à l'oscilloscope. Interpréter.
- Mesurer la tension de seuil V_d en comparant les deux signaux.

I.2. Filtre passe-bas ACTIF du 2^{me} ordre (structure de Sallen-Key)



NE PAS OUBLIER D'ALIMENTER L'AO !

On donne pour ce filtre d'ordre 1 les expressions théoriques suivantes ^a :

- la pulsation propre : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{2}RC}$;
- le facteur de qualité : $Q = \frac{1}{\sqrt{2}}$;
- la valeur de la fonction de transfert à basse fréquence : $H_0 = 1$.

On rappelle que pour cette valeur de Q , la pulsation de coupure vaut $\omega_c = \omega_0$.

Pour le montage on prendra : $C \sim 20 \text{ nF}$ et $R \sim 20 \text{ k}\Omega$.

^a. à retrouver en exercice à l'aide des propriétés de l'ALI rappelées dans le TP-cours.

• **MANIP 2 : Etude préliminaire du filtre en boucle ouverte**

- Réaliser le montage ci-dessus.
- Par un balayage en fréquences, vérifier que le filtre se comporte bien comme un passe-bas, et localiser approximativement la fréquence de coupure. Vérifier aussi qu'il ne sature pas à basse fréquence (pas d'écèlement), sinon baisser l'amplitude d'entrée.
- Mesurer le gain statique. La valeur correspond-elle à celle prévue par la théorie (à condition que les composants soient rigoureusement identiques...)?
- Mesurer la fréquence de coupure f_C du filtre, et évaluer l'incertitude sur la mesure. La valeur correspond-elle à celle prévue par la théorie (mesurer les composants de type R et C ...)? Que vaut alors le déphasage a ?

a. On peut montrer par le calcul que $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ pour $\omega = \omega_0$.

• **MANIP 3 : Application : lissage/intégration d'un signal irrégulier**

- Prendre un signal d'entrée créneau puis triangulaire de fréquence de l'ordre de ~ 100 kHz. Observer $u_E(t)$ et $u_S(t)$.
- Interpréter, à la fois d'un point-de-vue spectral (lissage, cf annexe pour les DSF) et d'un point-de-vue temporel (double intégration).
- Faire varier la fréquence et interpréter.

• **MANIP 4 : Application : lissage d'un signal redressé**

- Associer le filtre passe-bas en aval de le redresseur monoalternance précédemment monté, en prenant soin d'intercaler un montage suiveur entre les deux (à monter avec une seconde plaquette ALI).
- Appliquer en entrée une tension $V_e(t)$ sinusoïdale de fréquence $f \sim 100$ Hz. Ajuster la valeur de la constante RC du filtre a de sorte à minimiser le taux d'ondulation du signal de sortie $V_s(t)$, défini par

$$r = \frac{V_{s \max} - V_{s \min}}{V_{s \max} + V_{s \min}}.$$

Quel critère doit-elle vérifier par rapport à f ?

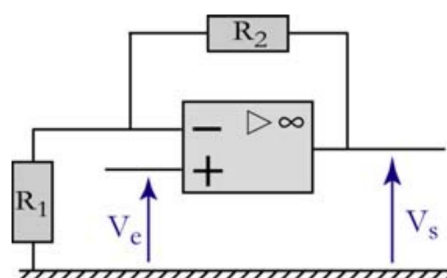
- Remplacer le redresseur mono-alternance par un pont de Graetz sans rien changer d'autre. Comment est modifiée la tension de sortie? Est-ce normal?

a. On pourra si besoin aller chercher d'autres composants dans les tiroirs dédiés... après avoir réfléchi à la valeur souhaitée!

NE PAS DÉMONTER LE FILTRE ET LE PONT DE GRAETZ, ILS RESSERVIRONT.

II. Amplification de tension

Il est fréquent d'avoir à amplifier un signal de faible amplitude et parasité (réception hertzienne, tension de sortie d'un capteur...). Les opérations relatives à l'amplification d'une part (schéma ci-contre) et au filtrage d'autre part pourront être réalisées par deux blocs distincts.



Montage amplificateur non-inverseur.

Montrer, en utilisant les règles du régime linéaire de l'ALI, $v_+ = v_-$ et $i_+ = i_- = 0$, que ce montage vérifie

$$\frac{v_s}{v_e} = G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

• **MANIP 5 : Filtrage et amplification d'un signal bruité**

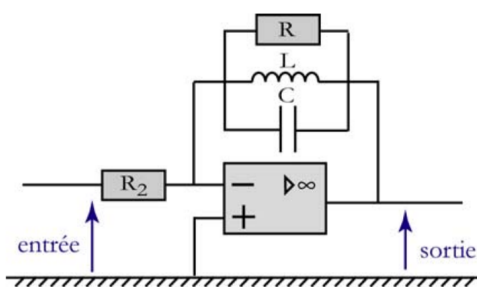
- Réaliser le montage amplificateur ci-dessus avec $R_1 \sim 10 \text{ k}\Omega$ et $R_2 \sim 100 \text{ k}\Omega$.
- Appliquer en entrée un signal sinusoïdal de faible amplitude (activer l'atténuation -20 dB) de l'ordre de 10 mV, de fréquence $\sim 100 \text{ Hz}$. Observer la tension d'entrée et de sortie. Commenter.
- Interposer un simple filtre RC passe-bas en amont de l'amplificateur pour réduire le bruit, après avoir ajusté la constante RC.
- Permuter l'ordre des blocs amplificateur et filtre. Observer la tension de sortie. Analyser. Quelle est le meilleur positionnement relatif des 2 blocs ?
- Reprendre les observations en modifiant à volonté divers paramètres : valeur du gain de l'amplificateur, forme du signal d'entrée, fréquence de coupure du filtre.
- Essayer avec le filtre actif de Sallen-Key étudié en première partie.

III. Doubleur de fréquence

On désire doubler la fréquence du signal délivré par le générateur.

• **MANIP 6 : Doubleur de fréquence**

- Appliquer un filtrage passe-bande RLC série en aval du montage redresseur précédent (simple ou double alternance). On travaillera avec un signal de fréquence $f \sim 10 \text{ kHz}$ (ou plus bas si les diodes ne le permettent pas).
- Ajuster les paramètres du filtre pour obtenir un signal de sortie de fréquence $2f$, qui soit spectralement pur (monochromatique dans une certaine approximation, à vérifier en traçant le spectre avec Atelier Scientifique).
- Pour améliorer le résultat, on pourra utiliser à la place du RLC passif le passe-bande sélectif actif ci-dessous.



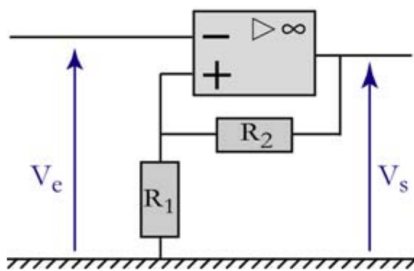
On donne pour ce filtre les expressions théoriques suivantes ^a :

- la pulsation propre/de résonance : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$;
- le facteur de qualité : $Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}$;
- la valeur de la fonction de transfert à la résonance : $H_0 = -\frac{R}{R_2}$.

Pour le montage on prendra : $L = 0,1 \text{ H}$, $R_2 = \text{qq } 1 \text{ k}\Omega$, $C = \text{qq } 1 \text{ nF}$ et $R = \text{qq } 10 \text{ k}\Omega$.

^a. à retrouver en exercice à l'aide des propriétés de l'ALI rappelées dans le TP-cours.

IV. Comparateur à hysteresis et multivibrateur astable

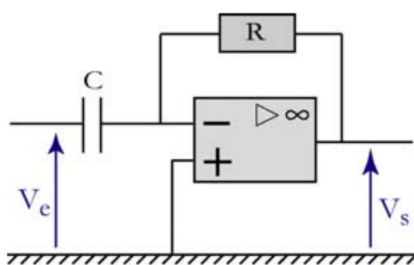


COMPARATEUR À HYSTÉRÉSIS (inverseur)

- Instable en régime linéaire (pas de bouclage).
- Fonctionne en **régime saturé** : $V_s = \pm V_{\text{sat}}$.
- L'entrée est comparée à $\frac{R_1}{R_1+R_2} V_s$

• **MANIP 7 : Comparateur à hysteresis**

- Réaliser le montage ci-dessus, avec des valeurs $R_1 \sim R_2 \sim \text{qq k}\Omega$.
- Vérifier le comportement de ce montage avec une tension d'entrée constante qu'on fera varier, puis sinusoïdale d'amplitude suffisante. Observer le comportement en mode DUAL.



DERIVATEUR

- Stable en **régime linéaire** (bouclage sur E^-).
- Permet de dériver un signal.

• **MANIP 8 : Circuit dérivateur**

- Réaliser le montage ci-dessus et vérifier qu'il s'agit d'un pur dérivateur.

• **MANIP 9 : Multivibrateur astable (compact)**

- Débrancher le GBF puis « fusionner » les deux circuits (dérivateur et comparateur) c'est-à-dire n'utiliser qu'un seul ALI pour les 2. On branchera l'entrée du dérivateur à la masse, comme indiqué ci-dessous. Le circuit oscille normalement tout seul et constitue un générateur de signaux. Observer les potentiels $u_c = v_-$, v_+ et u_s .
- Faire varier la constante RC et observer.

