

# COMPLÉMENTS : REDRESSEMENT - FILTRAGE - MONTAGES ALI

*On prendra soin de reporter dans le compte-rendu :  
courbes visualisées, mesures et leur incertitude, commentaires et interprétations.*

## Objectifs :

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

## Compétences expérimentales exigibles :

- Agir sur un signal électrique à l'aide des fonctions simples suivantes : isolation, amplification, filtrage ; sommation, intégration.
- Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses.
- Associer ces fonctions de base pour réaliser une fonction complexe en gérant les contraintes liées aux impédances d'entrée et/ou de sortie des blocs.

## I. Redressement et lissage par filtrage passe-bas

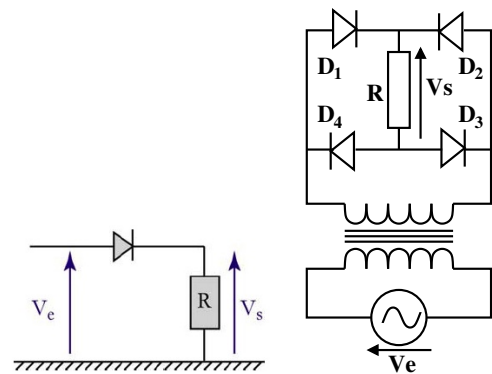
### I.1. Redressement mono-alternance puis double-alternance

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).

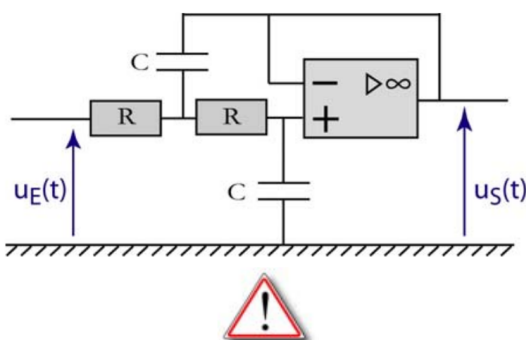
#### • MANIP 1 : Redressement

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<sup>me</sup> ordre (structure de Sallen-Key)



NE PAS OUBLIER D'ALIMENTER L'ALI !

On donne pour ce filtre d'ordre 1 les expressions théoriques suivantes<sup>a</sup> :

- la pulsation propre :  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{2RC}}$  ;
- 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  $R \sim 20 \text{ k}\Omega$ .

<sup>a</sup>. à retrouver en exercice.

• **MANIP 2 : Etude préliminaire du filtre en sortie 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'écrêtage), 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  $\sim qq100$  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  $f \sim qq100$  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  $f$ ?

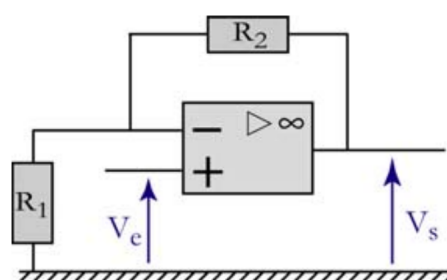
- Remplacer le redresseur mono-alternance par un pont de Graetz sans rien changer d'autre. Comment est modifiée la tension de sortie? Est-ce normal?
- Que se passerait-il si on utilisait des composants  $C' = C * 100$  et  $R' = R/100$  à la place des valeurs de  $C$  et  $R$  choisies ci-dessus? Faire l'expérience et expliquer.

*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, IL RESSERVIRA.

## 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.

On rappelle que tant que l'ALI ne sature pas d'une façon ou d'une autre, ce montage vérifie

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

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

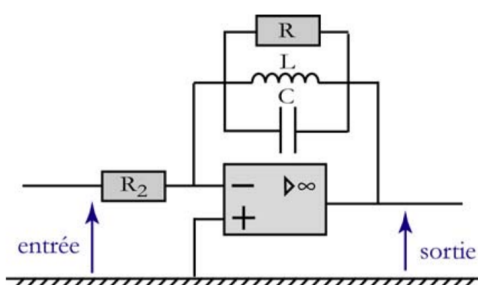
- Réaliser le montage amplificateur ci-dessus avec  $R_1 \sim 10 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 \sim 100 \text{ k}\Omega$ .
- Appliquer en entrée un signal sinusoïdal de faible amplitude (activer l'atténuation -20 dB) de l'ordre de 10 mV, de fréquence  $\sim 100 \text{ Hz}$ . Observer la tension d'entrée 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.



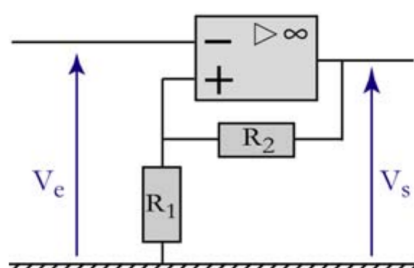
On donne pour ce filtre les expressions théoriques suivantes <sup>a</sup> :

- 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  $R = \text{qq } 10 \text{ k}\Omega$ .

<sup>a</sup>. à retrouver en exercice à l'aide des propriétés de l'ALI rappelées dans le TP-cours.

### IV. Comparateur à hysteresis et multivibrateur astable

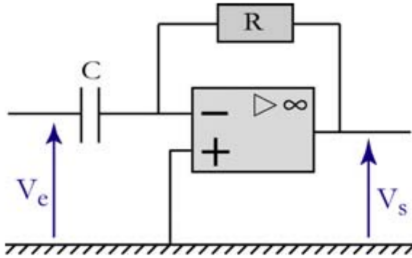


COMPARATEUR À HYSTÉRÉSIS (inverseur)

- Instable en régime linéaire (pas de boucle sur  $E_-$ ).
- 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.

