

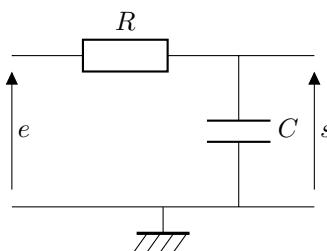
L'objectif est d'analyser un filtre puis de l'utiliser sur différents signaux.

## Matériel mis à disposition

- GBF
- Oscilloscope
- Boîtes de résistances et de capacités
- Multiplieur
- Alimentation symétrique  $\pm 15$  V

## Partie A. Filtre RC

On considère un filtre passe-bas du premier ordre, réalisé avec le montage suivant, où  $R = 1\text{k}\Omega$  et  $C = 1\text{pF}$ .



On rappelle la fonction de transfert :  $H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_c}$ , où  $\omega_c = \frac{1}{RC}$  est la pulsation de coupure.

### A.1) Tracé du diagramme de Bode

Pour tracer le diagramme de Bode, il faut calculer pour plusieurs valeurs de la fréquence :

- le gain en décibel  $G_{\text{dB}} = 20 \log(G)$  où  $G = \frac{S_m}{E_m}$  où  $E_m$  et  $S_m$  sont les tensions crête à crête de  $e$  et  $s$ , mesurées automatiquement par l'oscilloscope ;
- la phase  $\varphi = \Delta\varphi_{s/e}$  est le déphasage de  $s$  par rapport à  $e$ , mesuré automatiquement par l'oscilloscope.

*Attention : pour que la mesure soit correcte, il faut que le zéro des tensions soit au même niveau.*

Pour obtenir un graphe statisasant, il faut répartir les fréquences régulièrement en échelle logarithmique. Par exemple sur la décade  $[10^n; 10^{n+1}]$ , on obtient 5 valeurs équidistantes en prenant :

$$10^{n+0} = 1,00 \times 10^n \quad 10^{n+0,2} = 1,58 \times 10^n \quad 10^{n+0,4} = 2,51 \times 10^n \quad 10^{n+0,6} = 3,98 \times 10^n \quad 10^{n+0,8} = 6,31 \times 10^n$$

- Réaliser le montage en utilisant des boîtiers de résistances et de capacités. Alimenter l'entrée avec un GBF réglé pour fournir une tension sinusoïdale d'amplitude crête à crête de 6 V. Connecter l'oscilloscope de façon à visualiser la tension d'entrée en voie 1 et la tension de sortie en voie 2.
- Effectuer les mesures nécessaires pour tracer le diagramme de Bode sur l'intervalle [10 Hz; 10 kHz] avec 5 points par décade.
- Tracer le diagramme de Bode (gain et phase séparés) sur un tableur-grapheur. On veillera à utiliser une échelle logarithmique pour l'axe des abscisses.
- Déterminer graphiquement la fréquence de coupure et les pentes des asymptotes. Sont-elles conformes à la théorie ?

### A.2) Utilisation du filtre

On va vérifier les effets du filtre sur différents signaux.

- Au dernier réglage du GBF (tension sinusoïdale de fréquence  $f = 10\text{kHz}$ ), ajouter une composante continue. Mettez les signaux des deux voies à la même échelle sur l'oscilloscope. Qu'observe-t-on ? Caractériser simplement l'action du filtre : moyenneur, intégrateur ou déivateur. Justifier que c'est en accord avec le filtre utilisé.
- Supprimer la composante continue, puis changer la forme du signal d'entrée en signal créneau et sa fréquence à 1 kHz. Grossir l'échelle pour le signal de sortie. Qu'observe-t-on ? Caractériser simplement l'action du filtre : moyenneur, intégrateur ou déivateur. Justifier que c'est en accord avec le filtre utilisé.
- Changer la fréquence du signal précédent à 10 Hz. Qu'observe-t-on ? Interpréter.

## A.3) Analyse spectrale

On peut étudier l'action du filtre sur le spectre des signaux. Les signaux observés lors des trois situations précédentes ont été enregistrés dans des fichiers au format CSV, contenant trois colonnes : le temps  $t$ , la tension d'entrée  $e$ , la tension de sortie  $s$ . On obtient les spectres dans *Regressi* de la façon suivante :

- ouvrir le fichier et renommer les tensions ;
  - sélectionner l'onglet « Fourier » : le spectre apparaît ; activer les deux tensions ;
  - cliquer sur l'onglet « Temps » : le signal temporel est affiché au-dessus du spectre ; sélectionner un intervalle correspondant à un nombre entier de périodes ;
  - dans le sous-menu « Options », onglet « Abscisse », cocher « Inclure le continu » ; sous l'onglet « Ordonnée », sélectionner les deux tensions et choisir une « Epaisseur des traits » de 3 ;
  - zoomer sur la partie intéressante des spectres en cliquant sur « Loupe ».
- Analyser l'effet du filtre sur le spectre du signal sinusoïdal de fréquence 10 kHz avec composante continue (fichier « Sinus+CC.CSV »). Qu'observe-t-on ? Vérifier l'accord avec les conclusions précédentes.
- Faire de même avec les signaux créneaux (fichiers « Creneau-10Hz » et « Creneau-1kHz »). Dans ce dernier cas, le signal de sortie est très atténué, il faut observer séparément les spectres des deux signaux pour les mettre à la bonne échelle.

## Partie B. Mesure de la valeur efficace

Pour obtenir la valeur efficace d'une tension  $u(t)$ , il faut mesurer la moyenne de  $u^2(t)$ . Pour ce faire, on peut utiliser un montage multiplieur.

### Multiplieur

Un multiplieur est un dispositif qui permet de réaliser la multiplication de deux signaux analogiques, à un facteur près. On utilise le circuit intégré AD633JN qui délivre une tension de sortie :

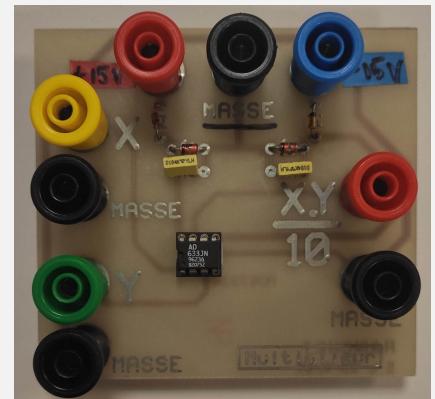
$$s(t) = \frac{x(t) \times y(t)}{10}$$

pour des tensions d'entrée  $x(t)$  et  $y(t)$ .

Le multiplieur contient un amplificateur linéaire intégré (ALI) qui nécessite une alimentation symétrique  $\pm 15$  V délivrée par une alimentation extérieure.

Pour faciliter son utilisation, le multiplieur a été monté sur une plaquette. Sur la plaquette on identifie plusieurs bornes :

- les bornes d'alimentation :  $-15$  V,  $0$  V,  $15$  V ;
- les 2 bornes d'entrée notées  $X$  et  $Y$  ;
- la borne de sortie, notée  $\frac{X \cdot Y}{10}$  ;
- il y a aussi des bornes de masse qui sont reliées entre elles.



*Attention : il ne faut jamais connecter une source à un multiplieur avant de l'avoir alimenté. La masse doit être reliée aux autres masses du circuit : GBF, oscilloscope.*

- Alimenter le multiplieur et connecter une tension  $u$  sinusoïdale de fréquence 1 kHz aux deux entrées en même temps.
- Sur un oscilloscope, afficher la tension du GBF et la tension de sortie du multiplieur. Quelle est l'expression de la tension de sortie ? Linéariser cette expression.
- Le résultat a été enregistré dans le fichier « Multiplieur.CSV ». Réaliser l'analyse spectrale des signaux. Quelles fréquences sont présentes dans le spectre du signal produit ? Vérifier que c'est cohérent avec la linéarisation effectuée précédemment.  
*Note : l'apparition de nouvelles fréquences est caractéristique de la non-linéarité du montage.*
- Indiquer comment, en utilisant le filtre  $RC$  précédent, on peut obtenir la valeur moyenne  $\langle u^2 \rangle$  à partir de la sortie du multiplieur.
- Réaliser l'expérience et brancher un simple voltmètre réglé en continu en sortie du filtre. Quelle valeur obtient-on ?
- En déduire la valeur efficace de la tension  $u$ . Est-ce en accord avec sa valeur théorique connaissant l'amplitude de la tension ?
- Reproduire l'expérience avec un signal quelconque.