

# Caractérisation de tensions alternatives

## I. Compétences mobilisées

### S'approprier : (App)

- rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale

### Réaliser : (R)

- mettre en œuvre un protocole
- utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée, en autonomie
- mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates

### Valider : (V)

- exploiter des observations, des mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant les incertitudes
- modéliser
- confronter un modèle à des résultats expérimentaux
- confirmer ou infirmer une hypothèse, une information
- analyser les résultats de manière critique

### Communiquer à l'écrit (rédiger un compte rendu) : (C)

Présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible

## II. Objectifs

Dans ce TP, nous nous intéressons à la mise en œuvre des mesures fondamentales servant à caractériser un filtre linéaire. Le TP a pour but de prendre en main le matériel usuel d'électronique : avec entre autres les multimètres, les générateurs basses fréquences (GBF) et l'oscilloscope numérique. Pour ce dernier, ses fonctions sont multiples : observation, mesure et comparaison de tensions, mesures de déphasage, de fréquences, de temps...

Le branchement de l'oscilloscope pour mesurer une tension peut perturber le circuit de la même façon qu'un voltmètre: son impédance d'entrée est grande (environ  $1\text{ M}\Omega$ ). Sa bande passante, que nous pouvons provisoirement définir comme étant la bande de fréquences  $f$  pour laquelle il donne une réponse fiable, est large :  $f$  est comprise dans  $[0 ; 100\text{ MHz}]$  pour l'oscilloscope numérique métrix du TP.

## III. Prise en main du matériel

### 1. Générateur basse fréquence (GBF) : (R)

- Brancher le GBF. Consulter le cas échéant la notice de l'appareil (CD) pour la prise en main. Ne pas oublier d'activer la voie étudiée.
- Faire fonctionner le GBF en régime sinusoïdal.
- Régler l'amplitude du signal à  $U_{AC} = 5\text{V}$ , introduire une tension de décalage de  $U_C = 2\text{V}$  (OFFSET) et sa fréquence à  $f = 1\text{ kHz}$ .

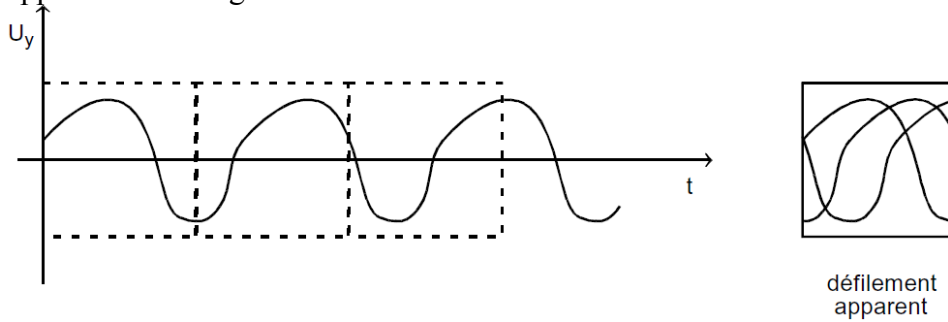
### 2. Oscilloscope numérique (R)

- Brancher l'oscilloscope numérique en dérivation sur la voie de GBF active.
- Visualiser la tension. On pourra éventuellement s'aider de la fonction AUTOSSET.

Ne pas oublier de synchroniser le signal sur la voie d'affichage de l'oscilloscope dans le mode permettant de visualiser entièrement le signal (Choisir entre AC, DC, GND).

A cet effet, configurer le menu concernant le déclenchement du signal de l'oscilloscope (TRIGGER en anglais) : voir ci – dessous pour les explications.

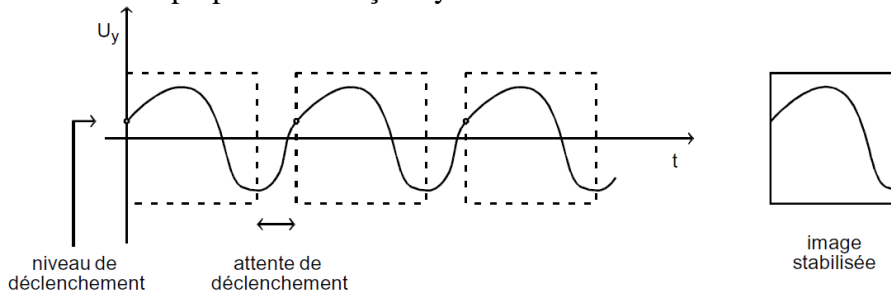
L'oscilloscope affiche une succession d'images de signaux dépendant du temps. Sans synchronisation, les images successives se superposent avec un décalage et on observe un mouvement apparent de l'image.



Il faut régler ce « déclenchement » (TRIGGER) en indiquant à l'oscilloscope :

- où il doit prendre ce signal (CH1 ou CH2, ext pour un signal extérieur) ;
- s'il prend la totalité du signal (mode DC) ou s'il en élimine la composante continue (mode AC) (voir II.1. pour l'étude de ces deux modes) ;

Pour observer une image stable, le délai d'attente de déclenchement doit être tel que les images successives se superposent de façon synchronisée.



- c) Mesurer l'amplitude  $2U_{AC}$  crête à crête du signal de trois manières différentes:
- en utilisant les fonctionnalités du menu mesure (mesure automatique).
  - à l'aide de curseurs (menu curseur)
  - avec un multimètre

Vérifier que les mesures concordent. (V)

Remplacer le signal sinusoïdal par un signal carré, puis par un signal triangulaire et effectuer les mesures avec le multimètre. Les résultats sont-ils conformes à la théorie (Voir rappel ci-dessous) ? (V)

Signal $a(t)$ amplitude $A$ , période $T$ , de valeur moyenne nulle	sinusoïdal	carré	triangulaire
$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$	$\frac{A}{\sqrt{2}}$	$A$	$\frac{A}{\sqrt{3}}$

- d) Mesurer la valeur  $U_C$  de l'OFFSET du signal qui n'est autre que sa composante continue du signal de trois manières différentes:
- en utilisant les fonctionnalités du menu mesure (mesure automatique).
  - à l'aide de curseurs (menu curseur)
  - avec un multimètre

Vérifier que les mesures concordent. (V)

- e) Mesurer la fréquence du signal de deux manières différentes:
- par les outils du menu mesure
  - à l'aide de curseurs (menu curseur) permettant de mesurer la période puis en déduire la fréquence.

Vérifier que les mesures concordent. (V)

## IV. Acquisition d'un signal sinusoïdal

### 1. Obtention et acquisition d'un signal sinusoïdal (R)

- Brancher l'oscilloscope numérique en dérivation sur la voie de GBF active.
- Visualiser la tension. On pourra éventuellement s'aider de la fonction AUTOSET.
- Régler le GBF sur un signal sinusoïdal d'amplitude crête à crête de 10 V et de fréquence  $f=1$  kHz.
- Brancher l'oscilloscope via le port USB à l'ordinateur.
- Démarrer le logiciel open choice.
- Procéder à l'acquisition de donnée à l'aide de la notice.

#### Remarque :

Si le logiciel Open choice n'est pas disponible, ou le matériel informatique d'acquisition est défaillant on peut récupérer les données sur clé USB directement sur l'oscilloscope. Se référer à la procédure.

### 2. Obtention et acquisition d'un signal sinusoïdal (R)

- Exporter les données sous regressi (voir annexe)
- Tracer la courbe  $u(t)$ .

### 3. Vérifier que le signal est effectivement sinusoïdal (V)

Pour ce faire, on doit vérifier que le signal suit une loi horaire du type

$$u(t) = U_M \cos(\omega t + \varphi) = U_M \cos(2\pi f t + \varphi)$$

Dans ce signal,  $\omega = 2\pi f$  est la pulsation reliée à la fréquence  $f$  du signal.

Elle est reliée à la période  $T$ . Vu que  $f = \frac{1}{T}$ , on voit que :  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ .

On ajustera les points expérimentaux à l'aide de l'onglet modélisation.

- Entrer l'expression  $u(t) = U_M \cos(2\pi f t + \varphi)$  dans l'onglet modélisation. Les paramètres  $f$ ,  $U_M$  et  $\varphi$  apparaissent alors comme ajustables.
- En les ajustant de façon à superposer le mieux possible la courbe modélisée à la courbe expérimentale, déterminer leur valeur grossière à l'aide des curseurs.
- Procéder à l'ajustement en cliquant sur l'onglet qui enclenche l'algorithme d'ajustement.
- Contrôler la valeur de la fréquence obtenue et de l'amplitude par une mesure de l'oscilloscope (menu mesures sur les boutons de contrôle de l'oscilloscope).

V. Etude d'un filtre linéaire RC (si le temps)

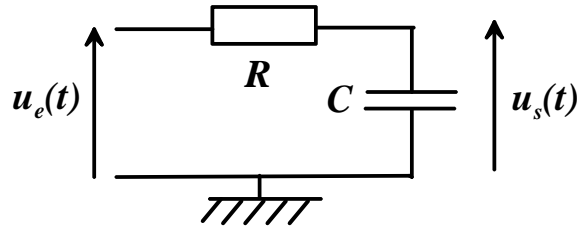


Schéma Filtre RC étudié (Données : R = 1 kΩ et C = 22 nF)

1. Etude expérimentale (R)

- a) Réaliser le montage.
- b) On injecte en entrée du filtre le signal  $u_e(t) = U_e \cos(\omega t) = U_e \cos(2\pi f t)$ .  
Régler le GBF en mode sinusoïdal sur une fréquence  $f = 5 \text{ kHz}$ .  
Visualiser simultanément les tensions  $u_e$  et  $u_s$  à l'oscilloscope.  
Quelle est l'allure de la tension de sortie  $u_s$ ? On mettra  $u_s$  sous la forme :  
 $u_s(t) = U_s \cos(\omega_s t + \varphi) = U_s \cos(2\pi f_s t + \varphi)$ .  
En déduire une caractéristique principale des systèmes linéaires sur cet exemple.

2. Mesure expérimentale du déphasage et du gain (R), (S'app)

- a) Régler le GBF en mode sinusoïdal sur une fréquence  $f = 5 \text{ kHz}$ .
- b) Mesurer le gain  $g$  et le déphasage  $\varphi$  de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée.  
Se référer au point méthode pour mesurer le déphasage. On n'oubliera pas de contrôler le signe du déphasage.  
On pourra utiliser Regressi comme moyen de stockage des données en créant un tableau de la forme :

Fréquence $f$	Pulsation $\omega = 2\pi f$	$U_e$	$U_s$	$g =  H  = \frac{U_s}{U_e}$	Décalage temporel $\Delta t$	$\varphi = 2\pi f \Delta t$	$U_e$

Point méthode : mesure du déphasage

<p><u>Mesure de déphasage utilisant le balayage</u></p> <p>On suppose que <math>u_1(t) = U_1 \cos(2\pi f t)</math> et <math>u_2(t) = U_2 \cos(2\pi f t + \varphi)</math>. D'après le schéma, on a <math>\varphi = (2\pi d / D)</math> en radians .</p> <p>Si <math>\varphi &gt; 0</math>, alors <math>u_2</math> est en avance sur <math>u_1 \rightarrow u_2</math> est « à gauche » de <math>u_1</math> : <math>u_2(t)</math> passe par zéro dans le sens croissant « avant » <math>u_1(t)</math></p>	
<p><u>Mesure de déphasage par la méthode de Lissajous</u></p> <p>On supprime le balayage. On travaille en XY en envoyant <math>u_1(t) = U_1 \cos(2\pi f t)</math> en X et en Y <math>u_2(t) = U_2 \cos(2\pi f t + \varphi) \rightarrow</math> on observe une ellipse dont l'équation paramétrée est <math>X = a \cdot \cos(2\pi f t)</math> et <math>Y = b \cdot \cos(2\pi f t + \varphi)</math> <math>\rightarrow</math> on mesure alors <math> \sin \varphi  = (MN / AB)</math> d'après le schéma ci-contre (<math>AB = 2a</math>) .</p>	

### 3. Tracé du diagramme de Bode (R) (si le temps)

Faire varier la fréquence  $f$  de la tension  $u_e$ , mesurer le gain  $g$  et le déphasage  $\varphi$  de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée. On pourra utiliser Regressi comme moyen de stockage des données en créant un tableau de la forme :

Fréquence $f$	Pulsation $\omega = 2\pi f$	$U_e$	$U_s$	$g =  H  = \frac{U_s}{U_e}$	Décalage temporel $\Delta t$	$\varphi = 2\pi f\Delta t$	$U_e$

Etaler les mesures en fonction de la fréquence sur 4 décades (si le GBF le permet).

Les 4 décades sont les intervalles : [10 Hz, 100 Hz] ; [100 Hz, 1000 Hz] ; [1000 Hz, 10 000 Hz] et [10 000 Hz, 100 000 Hz]

#### Remarque :

On peut éventuellement tenter une mesure sur la 5<sup>ème</sup> décade [100 000 Hz, 1 000 000 Hz]

### 4. Exploitation (V)

- Tracer les diagrammes de Bode sur papier log – log ou papier semi - log. Pour tracer ces diagrammes on pourra utiliser la variable réduite  $x = RC\omega$ .
- Tracer les diagrammes de Bode de chaque filtre sous regressi.
- En utilisant l'étude théorique, ajuster les courbes obtenues avec une modélisation adaptée. Demander la modélisation au professeur.
- En déduire la valeur des paramètres expérimentaux caractérisant les filtres.
- Comparer avec les valeurs attendues.
- Conclusion.

**Liste de matériel**

- GBF numérique
- Oscilloscope Metrix numérique
- Ordinateur avec Open choice et tableur Regressi
- Clé USB
- 2 multimètres dont un numérique
- câblages BNC/banane pour plaquette pédagogique
- câbles coaxiaux
- résistance sur support  $R= 10\text{ k}\Omega$  et  $R= 1\text{ k}\Omega$
- capacité sur support  $C = 10\text{ nF}$