

TP Physique n°1 : Etude d'un filtre passe-bas ; effet sur un signal périodique

<https://colab.research.google.com/drive/1GCfaxXmhLyjR04oGQCO6XAVxI6J2eWoL?usp=sharing>

On se propose d'étudier le filtre RC passe-bas du cours en choisissant $R = 1,0k\Omega$ et $C = 0,10\mu F$. On rappelle les expressions théoriques du gain et du déphasage :

$$G = \frac{U_{sm}}{U_{em}} = \frac{U_{s,eff}}{U_{e,eff}} = \frac{1}{\sqrt{1+(RC\omega)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+(2\pi RCf)^2}} \quad \varphi = -\arctan(RC\omega) = -\arctan(2\pi RCf)$$

Mesure de la tension efficace $U_{e,eff}$ d'entrée qualitative du comportement du filtre

Le GBF (Générateur Basses Fréquences) délivre un signal sinusoïdal de fréquence $f = 1,0 kHz$, et d'amplitude environ égale à 2,0 V.

1. Mesurer à l'aide d'un voltmètre (mode AC), la tension efficace $U_{e,eff}$ aux bornes du GBF.

Etude qualitative du comportement du filtre

2. En effectuant un balayage grossier en fréquence, confirmer expérimentalement la nature du filtre.

Détermination expérimentale de la fréquence de coupure

3. Rappeler la définition de la fréquence de coupure d'un filtre.
4. On rappelle que pour ce filtre $G_{max} = 1$. Quelle est la valeur attendue de $U_{s,eff}$ pour $f = f_c$?
5. A l'aide d'un voltmètre, déterminer alors expérimentalement la pulsation de coupure f_c . Vérifier la cohérence avec le résultat théorique : $f_{c,theo} = \frac{1}{2\pi RC}$.

Tracés des courbes de réponse en gain théorique et expérimental – détermination expérimental d'un déphasage

6. Pour plusieurs fréquences f comprises entre 1000 et 10000 Hz (au moins 5), mesurer au voltmètre la tension efficace en sortie.
7. Tracer la courbe de réponse en gain $G = \frac{U_{s,eff}}{U_{e,eff}}$ en fonction de la fréquence f sur Python.
8. Choisissez une fréquence $f = 5000 Hz$. Faire afficher à l'oscilloscope les tensions d'entrée et de sortie. Mesurer le déphasage entre ces tensions pour cette fréquence. On rappelle que $|\varphi| = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = 2\pi \Delta t f$ où Δt est le décalage temporel entre les tensions d'entrée et de sortie. Vérifier la cohérence avec le déphasage donné par la formule théorique.

Application : filtration d'un signal périodique par le filtre passe-bas

Le signal d'entrée est toujours d'amplitude d'environ égale à 2,0 V mais à présent triangulaire de fréquence $f = 1000 Hz$.

9. Réaliser sur *Latispro* la décomposition de ce signal périodique. Faire afficher l'analyse spectrale associée (Onglet « *Traitement des données* »). Vérifier la cohérence de cette décomposition avec l'expression mathématique d'un signal triangulaire : $e(t) = E_m \left[\cos(2\pi f_1 t) + \frac{1}{3^2} \cos(2\pi f_3 t) + \frac{1}{5^2} \cos(2\pi f_5 t) + \dots \right]$
où $f_1 = f_0$ (harmonique de rang 1 = fondamental)
 $f_3 = 3f_0$ (harmonique de rang 3)
 $f_5 = 5f_0$ (harmonique de rang 5)

10. Etudier, qualitativement, l'effet du filtre passe-bas précédemment étudié sur les différentes harmoniques du signal d'entrée.
11. Relever les valeurs des amplitudes de chacune des trois premiers harmoniques du signal de sortie.

Vérifier la cohérence de ces valeurs avec leur calcul théorique sachant que pour chacune d'entre elles $G(f_i) = \frac{S_{mi}}{E_{mi}} \Rightarrow$
 $S_{mi} = E_{mi} \times G(f_i)$