

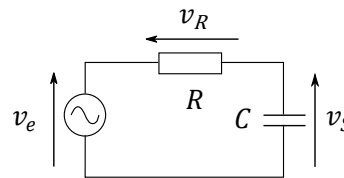
TP ELEC 1 : Filtres du 1^{er} ordre – Montage RC en régime sinusoïdal forcé

Objectifs :

- Revoir le fonctionnement des principaux appareils utilisés en TP d'électricité en première année.
- Mettre en œuvre les principales mesures effectuées en TP d'électricité de première année.
- Etudier l'effet de filtres passe-bas et passe-haut du 1^{er} ordre sur un signal électrique

1) Montage

Q1) Etablir l'expression de la fonction de transfert du filtre ci-contre.

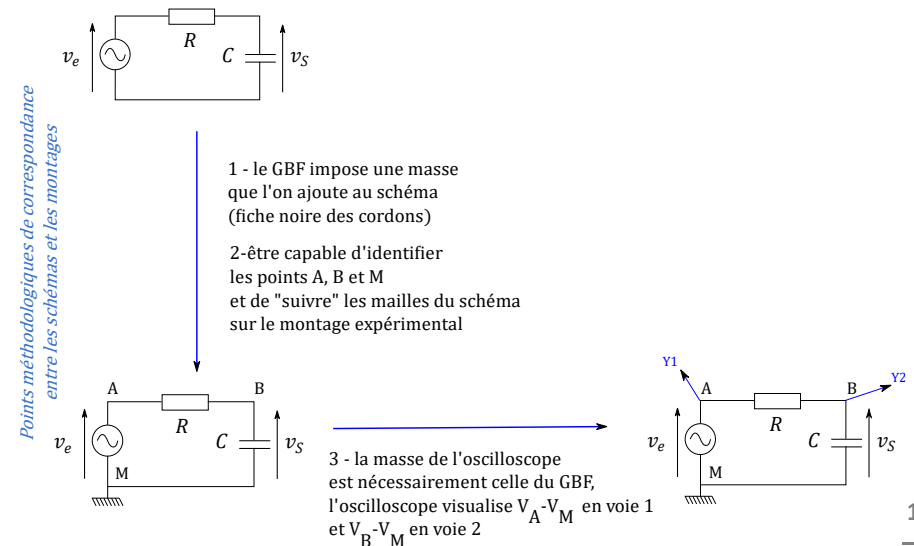


🔧 Réaliser le montage ci-contre à l'aide d'un condensateur variable et d'une résistance variable. On prendra $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$.

🔧 Générer à l'aide du GBF externe et observer à l'oscilloscope un signal d'entrée $v_e(t)$ sinusoïdal de fréquence $f \cong 2 \text{ kHz}$, d'amplitude $\cong 2 \text{ V}$ (LEVEL) et de valeur moyenne $0,5 \text{ V}$ (DC-offset). Les GBF ne possédant pas toujours d'indicateurs précis de réglage, on utilisera le menu MEASURE de l'oscilloscope afin d'obtenir (au moins grossièrement) le signal demandé.

Q2) Déterminer pour la fréquence étudiée les valeurs théoriques du gain et du déphasage de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée. Ces résultats théoriques sont-ils en accord avec ceux fournis par le diagramme de Bode théorique en annexe ?

🔧 Visualiser simultanément la tension v_e sur la voie 1 de l'oscilloscope et v_S sur la voie 2.



On réalise toujours d'abord le circuit seul, et ensuite seulement, on branche l'oscilloscope (et les divers appareils de mesure) en faisant attention aux masses.

2) Mesure du déphasage entre deux signaux synchrones (de même fréquence)

La mesure de ce déphasage peut toujours se ramener à une mesure temporelle selon

$$\left| \frac{\Delta\phi}{2\pi} \right| = \left| \frac{\Delta t}{T} \right|$$

- 🔧 Mesurer le déphasage entre les deux signaux v_e et v_s en exploitant les courbes Quel signal est en avance ?
 - 🔧 Mesurer directement le déphasage à l'aide de la fonction phase du menu MEASURE de l'oscilloscope.
- Q3)** Confronter ces résultats à celui extrait de la lecture du diagramme de Bode fourni en annexe.

3) Mesure du gain d'un quadripôle linéaire

On note E_m l'amplitude du signal d'entrée sinusoïdal $e(t)$ (et E son amplitude efficace) et S_m l'amplitude du signal de sortie également sinusoïdal $s(t)$ (et S son amplitude efficace). On définit le gain du quadripôle en régime harmonique (sinusoïdal) par le rapport des amplitudes (ou des valeurs efficaces) des signaux d'entrée et de sortie :

$$G \hat{=} \frac{S_m}{E_m} = \frac{S \cdot \sqrt{2}}{E \cdot \sqrt{2}} = \frac{S}{E}$$

- 🔧 Déterminer pour le montage précédent alimenté par la même tension d'entrée le gain $G = |H|$ en utilisant le multimètre.
- Q4)** Déterminer le gain G_{dB} en dB. Confronter ce résultat avec celui extrait de la lecture du diagramme de Bode fourni en annexe.

4) Etude du filtre en régime sinusoïdal forcé

- Q5)** Etude du diagramme de Bode en gain théorique de ce filtre : établir les équations des asymptotes ainsi que l'expression de la fréquence de coupure théorique. Faire l'application numérique.

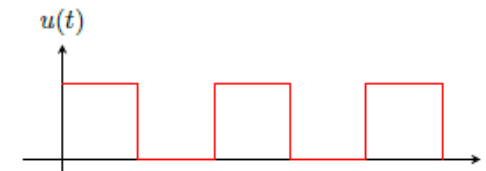
- ✎ Vérifier rapidement de **manière expérimentale** la nature de ce filtre.
- Q6)** 📏 Proposer et mettre en œuvre une méthode de détermination de cette fréquence de coupure utilisant le multimètre.
- ✎ Comparer à la valeur théorique attendue.

5) Action du filtre sur un signal créneau

Le développement de Fourier d'un signal créneau de fréquence f et d'amplitude $E = 1\text{ V}$ s'écrit :

$$u(t) = \langle u \rangle + \frac{4E}{\pi} \left(\sin(\omega t) + \frac{1}{3} \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) + \dots \right)$$


Il ne contient que des harmoniques impaires, dont l'amplitude est inversement proportionnelle à n .



- ✎ Tracer le spectre théorique du signal d'entrée.
 - 🔧 Générer une tension créneau d'amplitude 2 V et observer le signal de sortie pour les fréquences suivantes :
- $$f_S = 0,1f_c, f_S = f_c, f_S = 10f_c, f_S = 100f_c.$$
- Q7)** En vous aidant du diagramme de Bode théorique de ce filtre, interpréter l'allure des signaux de sortie.

6) Effet d'un filtre passe-haut d'ordre 1

Q8) Comment modifier le montage pour obtenir un filtre passe-haut de même fréquence de coupure ?

 Faire la modification sur le circuit étudié expérimentalement.


Q9) Donner la fonction de transfert et déterminer la fréquence de coupure théorique, Tracer l'allure théorique du diagramme de Bode.

Le développement de Fourier d'un signal triangulaire de fréquence f et d'amplitude E s'écrit :

$$u(t) = \langle u \rangle + \frac{8E}{\pi^2} \left(\cos(\omega t) + \frac{1}{9} \cos(3\omega t) + \frac{1}{25} \cos(5\omega t) + \dots \right)$$


Il ne contient que des harmoniques paires, dont l'amplitude est inversement proportionnelle à n^2 .

Q10) Donner l'allure du spectre d'entrée du signal.

 Générer un signal triangulaire d'amplitude $E = 2 \text{ V}$ et de moyenne 1 V , observer le signal de sortie pour les fréquences suivantes :


$$f_S = 100f_c, f_S = 10f_c, f_S = f_c \text{ et } f_S = 0,1f_c.$$


Q11) Interpréter l'allure des signaux de sortie en vous aidant du diagramme de Bode théorique.

 Générer un signal créneau d'amplitude $E=2\text{V}$ et observer le signal de sortie pour $f_S = 0,1f_c$.

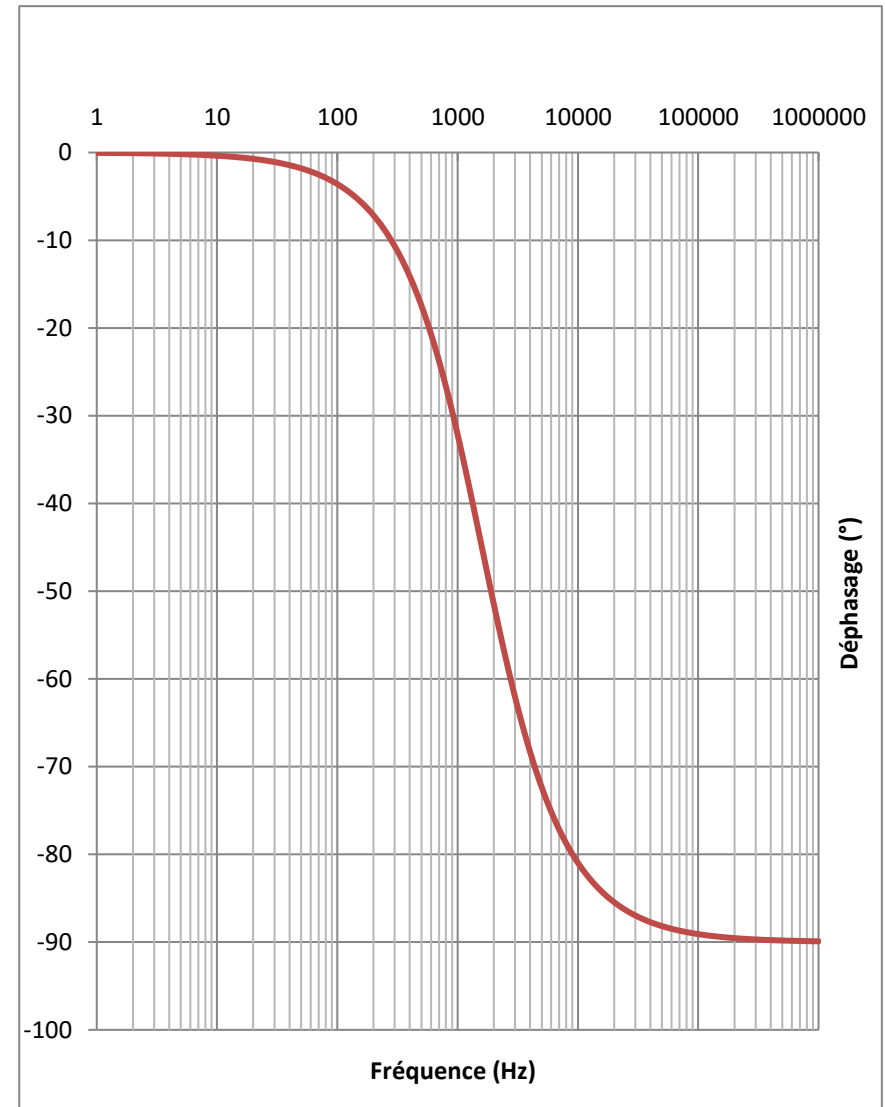
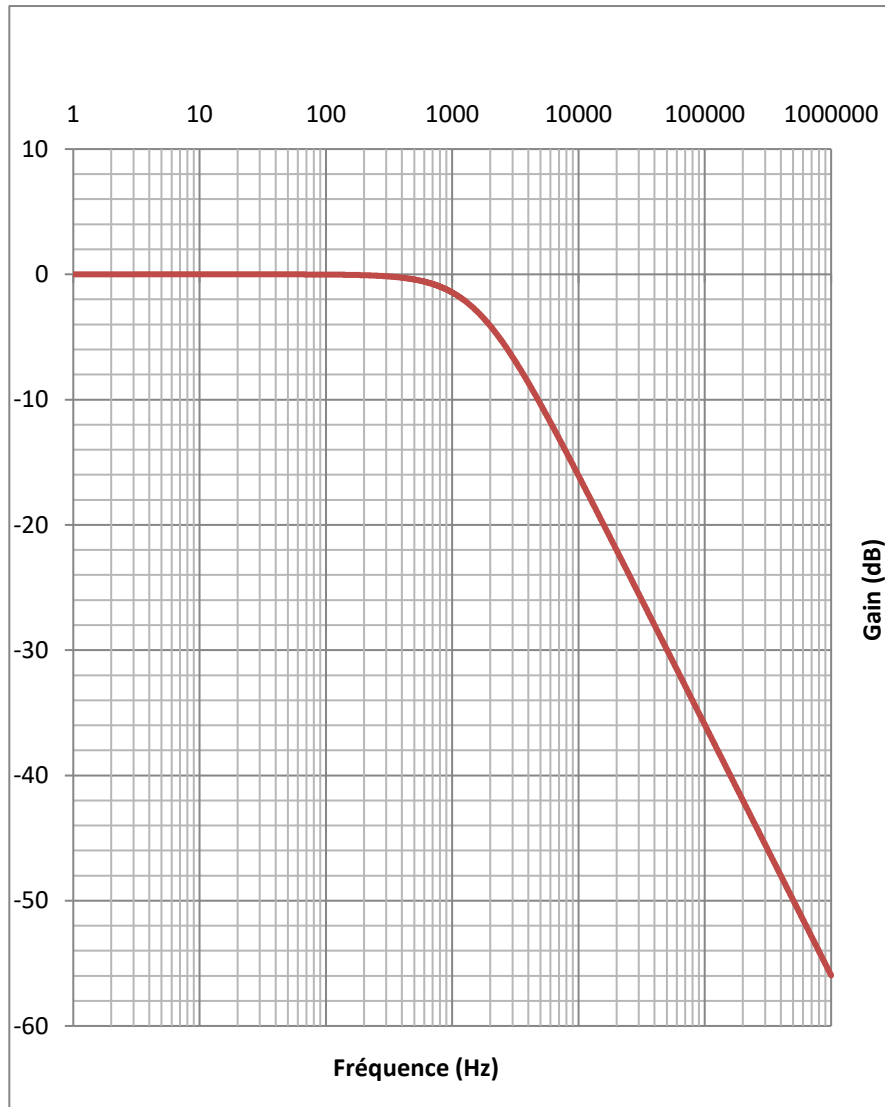
Q12) Commentez l'allure du signal obtenu.

7) S'il vous reste du temps

 A l'aide du matériel mis à votre disposition, mesurer les amplitudes des tensions d'entrée et de sortie puis calculer le gain en décibel associé pour différentes fréquences judicieusement choisies de manière à tracer le diagramme de Bode en gain sur le papier semi-logarithmique mis à votre disposition, ainsi que sur l'outil informatique de votre choix (Tableur, Regressi, etc.). Vous mettrez en évidence les asymptotes ainsi que la fréquence de coupure.

 Faire varier les valeurs de R et C et étudier les conséquences de ces variations sur le filtrage de signaux sinusoïdaux, de créneaux, etc.

ANNEXE : DIAGRAMME DE BODE DU FILTRE RC ETUDIE



Matériel utilisé par paillasse (10 paillasses)

- GBF + Oscillo
- 2 multimètres
- Résistance $R = 1,0 \text{ k}\Omega$
- Capacité $C = 100 \text{ nF}$
- Boites de résistances et capacités variables
- 1 PC
- Papier semi-log