

Epreuve Physique I 2008

Partie B

Étude d'un filtre

L'étude expérimentale d'un filtre « R, C » série est réalisée grâce à un oscilloscope. L'exercice considère l'influence du « branchement » à l'appareil de mesure sur la pulsation de coupure, une des caractéristiques du filtre.

I. Étude théorique du filtre « R, C » série

Un groupement R, C série est alimenté avec une tension d'entrée $u_e(t) = U_{e,m} \cos \omega t$. La tension de sortie est notée $u_s(t) = U_{s,m} \cos (\omega t + \varphi)$ (figure 3).

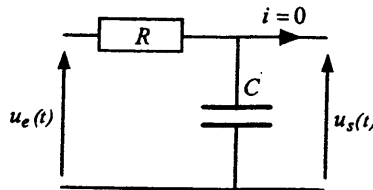


Figure 3

- 1) Étudier, sans calcul, la nature de ce filtre, en envisageant son comportement limite pour $\omega \rightarrow 0$ et $\omega \rightarrow +\infty$.
- 2) Déterminer, en fonction de R, C et ω , la fonction de transfert complexe $\underline{H}(j\omega)$ de ce filtre définie par le rapport des tensions complexes \underline{u}_s et \underline{u}_e : $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e}$.
- 3) En déduire :
 - 3.1 le gain G, défini par $G = |\underline{H}(j\omega)|$;
 - 3.2 la phase φ ;
 - 3.3 la pulsation de coupure ω_c , définie par $G(\omega_c) = \frac{G_{max}}{\sqrt{2}}$.
- 4) Donner l'allure des courbes représentatives des fonctions $G(\omega)$ et $\varphi(\omega)$.
- 5) Application numérique : $R = 10^4 \Omega$ et $C = 10^{-8} \text{ F}$.
Calculer ω_c .

II. Branchement à l'oscilloscope

La tension de sortie u_s précédente est « appliquée » à l'entrée d'un oscilloscope, par l'intermédiaire d'un câble coaxial supposé idéal. L'impédance d'entrée de l'oscilloscope est caractérisée par le groupement parallèle R_o, C_o . La tension d'entrée u_e est maintenue ($u_e(t) = U_{e,m} \cos \omega t$) et u'_s est la tension de sortie aux bornes du résistor R_o (figure 4).

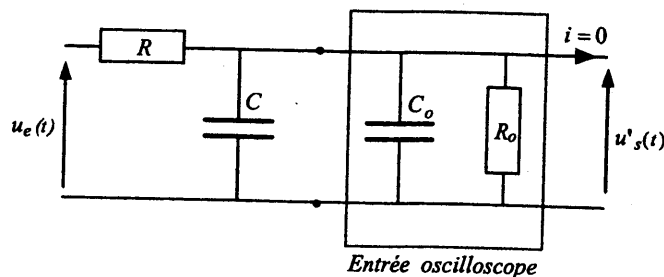


Figure 4

- 1) Montrer que la fonction de transfert $\underline{H}'(j\omega) = \frac{u'_s}{u_e}$ de ce nouveau filtre se met sous la forme : $\underline{H}'(j\omega) = \frac{A}{1 + jB\omega}$, avec A et B constantes. Exprimer A et B à l'aide des données de la figure 4.
- 2) En déduire le nouveau gain G' .
- 3) Exprimer, en fonction de R, R_o , C et C_o , la pulsation de coupure ω'_c correspondante.
- 4) Application numérique : $R = 10^4 \Omega$; $R_o = 5 \times 10^6 \Omega$; $C = 10^{-8} \text{ F}$; $C_o = 5 \times 10^{-11} \text{ F}$.
Calculer ω'_c .
- 5) Comparer les pulsations ω_c et ω'_c . Conclure.