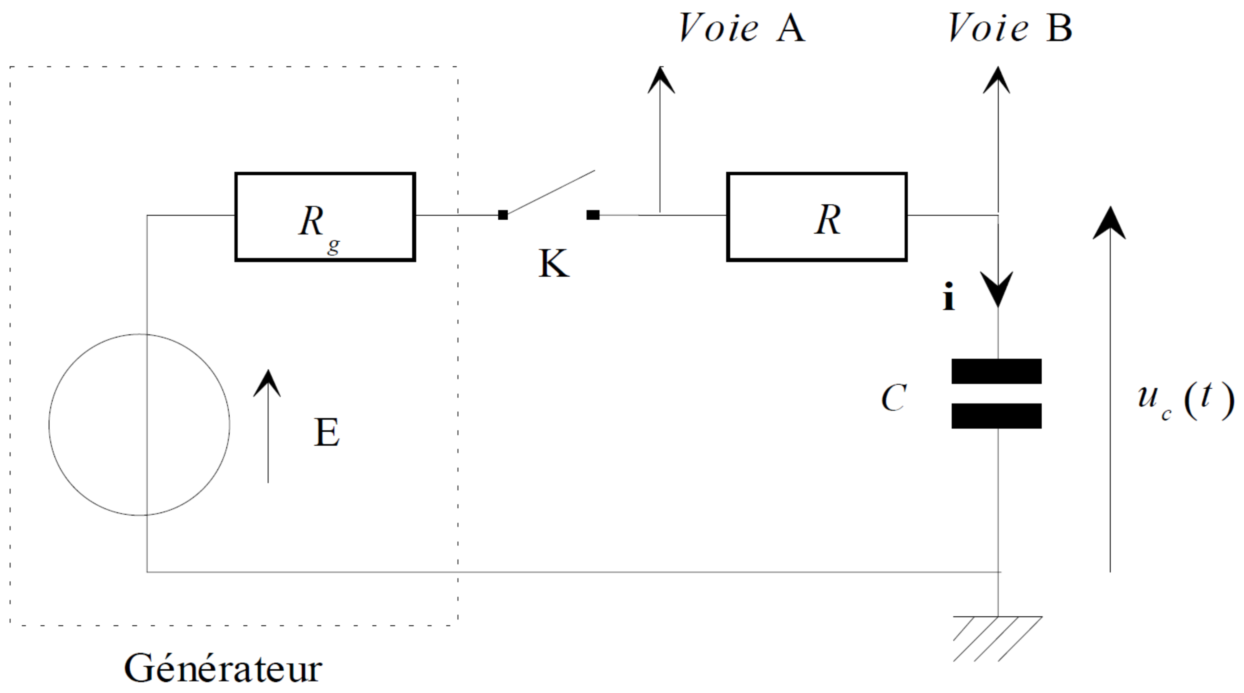
DM0 -- Révisions d'électronique de PCSI

***Problème 1* : Transitoires électriques** *(extrait Mines de sup)*

Un dipôle comporte entre ses bornes un résistor de résistance R et un condensateur de capacité C placés en série. On le place aux bornes d'un générateur de force électromotrice E et de résistance interne R_g en série avec un interrupteur K.

Initialement (à $t < 0$), le circuit est ouvert et le condensateur déchargé. Soit u_c la tension aux bornes du condensateur. A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K.



1. Déterminer, sans calcul et en le justifiant $u_c(0^+)$. Déterminer alors $i(0^+)$.

2. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit $u_c(t)$.

3. Déterminer la constante de temps τ du circuit, et donner son interprétation physique (i.e. quelle information nous donne cette constante ?).

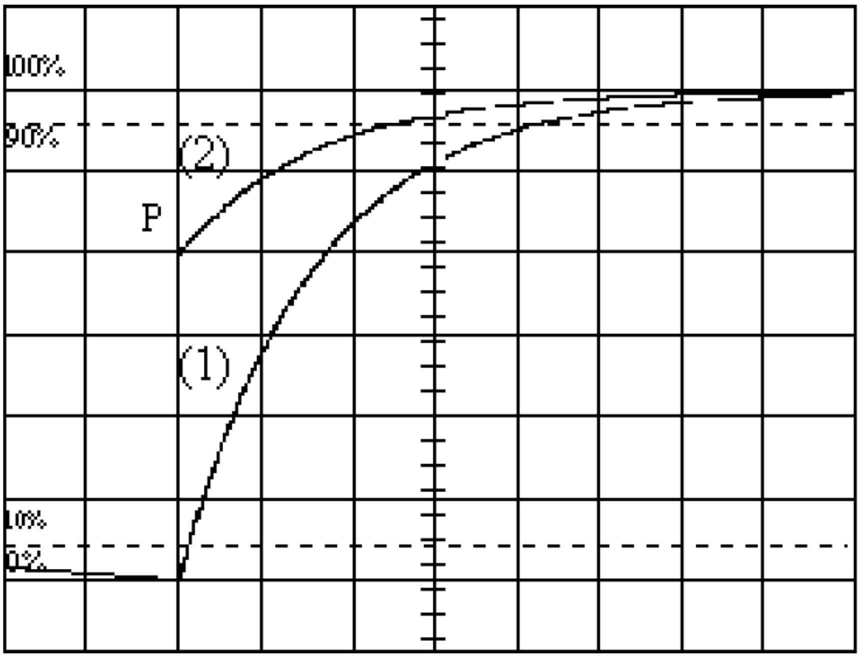
4. Etablir l'expression de $u_c(t)$ en fonction du temps.

5. Déterminer l'instant t_1 pour lequel la tension du condensateur vaut $u_c = 0{,}9\,E$.

6. Lorsque le régime permanent est atteint (théoriquement pour un temps infini), quelle est l'énergie emmagasinée dans le condensateur ?

7. Au cours de la charge du condensateur ($t \in [0, +\infty[$), quelle est l'énergie fournie par le générateur ? Faire un bilan de puissance, puis un bilan énergétique, et en déduire l'énergie totale dissipée par effet Joule dans le circuit.

Dans l'étude expérimentale du circuit RC, on observe l'oscillogramme ci-dessous en utilisant un générateur délivrant un signal créneau [0,E]. Les sensibilités sont : 1V / carreau vertical ; 0,1 ms / carreau horizontal.



8. Identifier les courbes (1) et (2) aux voies A et B en justifiant votre choix.

9. Doit-on régler l'oscilloscope en mode AC ou DC ?

10. Préciser l'expression mathématique de la tension au point P. Sachant que R = 100 Ω, déterminer R_g à partir de l'oscillogramme.

11. A partir de l'oscillogramme, estimer une valeur minimale de la période du signal créneau utilisé. En déduire une majoration de la fréquence du signal carré utilisé.

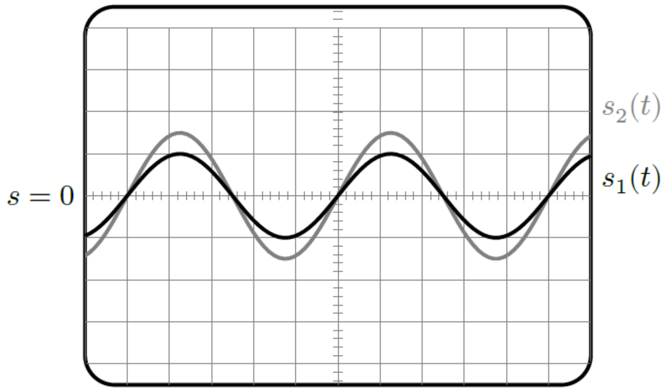
12. Comment pourrait-on observer l'intensité ? Faire un schéma du circuit avec le branchement des voies A et B de l'oscilloscope.

Résolution de problème* : *Identification d'un filtre *(extrait concours)*

On cherche à identifier les propriétés d'un filtre linéaire d'ordre 2, considéré comme une « boîte noire ». Les figures ci-dessous représentent quatre oscillogrammes de l'entrée $s_1(t)$ et de la sortie $s_2(t)$ du filtre. Chaque oscillogramme a été tracé à une fréquence définie.

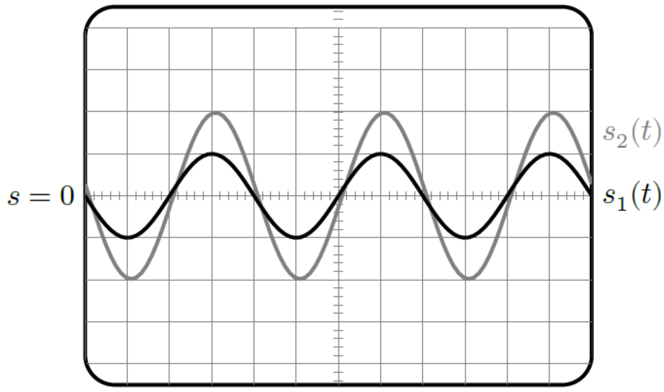
Déduire de ces quatre essais la nature du filtre testé, ainsi que ses caractéristiques : fréquence propre, fréquence de coupure, facteur de qualité. Expliciter clairement la démarche et commenter les résultats obtenus.

Essai 1



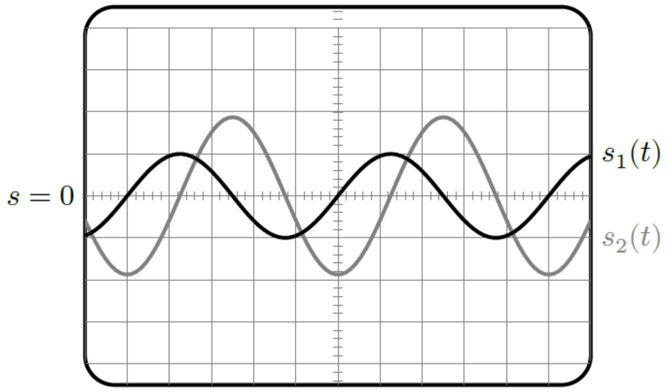
CH1 : 1 V/div CH2 : 1 V/div
Time : 2 ms/division

Essai 2



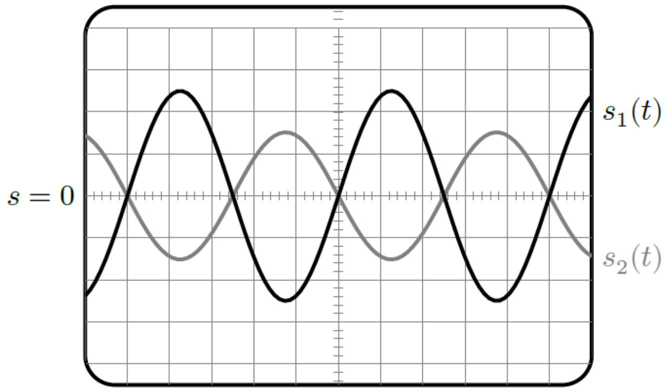
CH1 : 1 V/div CH2 : 1 V/div
Time : 50 µs/division

Essai 3



CH1 : 0,5 V/div CH2 : 2 V/div
Time : 20 µs/division

Essai 4



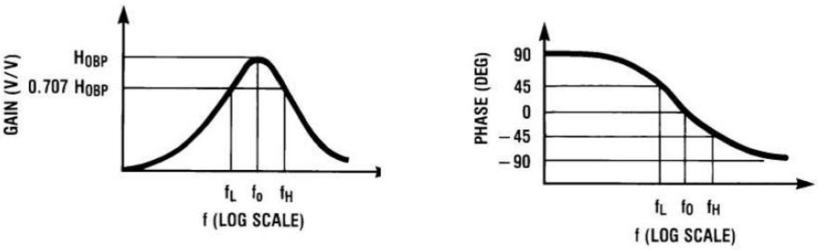
CH1 : 2 V/div CH2 : 50 mV/div
Time : 2 µs/division

Conseils :
Même si vous n'arrivez pas à trouver une stratégie complète de résolution, ne rendez surtout pas copie blanche.
Après avoir cherché au brouillon (30-40 min environ pour ce premier entraînement) une voie de résolution :
- rédigez proprement votre raisonnement, si vous pensez avoir trouvé la solution au problème
- rédigez proprement et de manière la plus ordonnée possible les idées qui vous sont venues à l'esprit et les liens que vous avez commencés à établir entre elles

Toute idée intéressante, même si elle ne vous amène pas à la conclusion finale, est valorisée dans l'évaluation.

<u>Ci-dessous sont rappelés un certain nombre de propriétés des filtres d'ordre 2</u> *(ne pas les démontrer)*

$$H_{BP}(s) = \frac{H_{OBP}\,\frac{\omega_O}{Q}\,s}{s^2 + \frac{s\omega_o}{Q} + \omega_o^2}$$



(a) (b)

$$Q = \frac{f_0}{f_H - f_L};\ f_0 = \sqrt{f_L f_H}$$

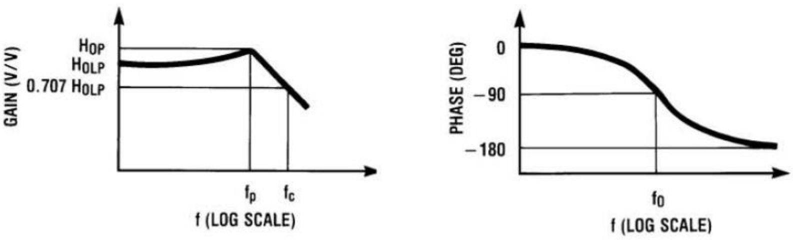
$$f_L = f_0\left(\frac{-1}{2Q} + \sqrt{\left(\frac{1}{2Q}\right)^2 + 1}\right)$$

$$f_H = f_0\left(\frac{1}{2Q} + \sqrt{\left(\frac{1}{2Q}\right)^2 + 1}\right)$$

$$\omega_o = 2\pi f_0$$

FIGURE 1. 2nd-Order Bandpass Response

$$H_{LP}(s) = \frac{H_{OLP}\,\omega_O^2}{s^2 + \frac{s\omega_o}{Q} + \omega_o^2}$$



(a) (b)

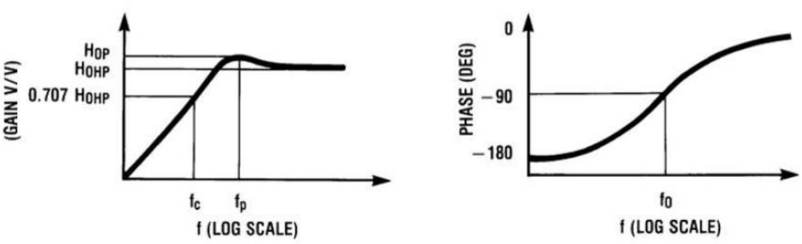
$$f_c = f_0 \times \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right) + \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right)^2 + 1}}$$

$$f_p = f_0\sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$$

$$H_{OP} = H_{OLP} \times \frac{1}{\frac{1}{Q}\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$$

FIGURE 2. 2nd-Order Low-Pass Response

$$H_{HP}(s) = \frac{H_{OHP}\,s^2}{s^2 + \frac{s\omega_o}{Q} + \omega_o^2}$$



$$f_c = f_0 \times \left[\sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right) + \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2Q^2}\right)^2 + 1}}\right]^{-1}$$

$$f_p = f_0 \times \left[\sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}\right]^{-1}$$

$$H_{OP} = H_{OHP} \times \frac{1}{\frac{1}{Q}\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$$

(b)

FIGURE 3. 2nd-Order High-Pass Response