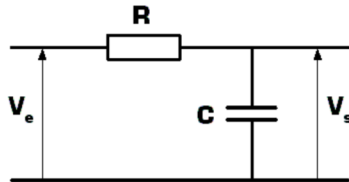


1 juin- 5 juin
Préparation

Exercice 1

1. Nature du filtre (Étude qualitative)



En envisageant le comportement du condensateur aux basses fréquences (BF) puis aux hautes fréquences (HF), déterminer la nature de ce filtre sans calcul.

2. Calculs

- a Déterminer la fonction de transfert complexe $\underline{H}(j\omega)$ et l'exprimer sous la forme canonique $\underline{H}(j\omega) = H_0 / (1 + j \omega/\omega_0)$. En déduire H_0 et ω_0 .
- b Donner l'expression du gain en décibels $G_{dB}(\omega)$.
- c Déterminer la pulsation de coupure à -3 dB.

Exercice 2 : Filtre RL

On place en série une bobine idéale d'inductance L et une résistance R . La tension d'entrée est appliquée à l'ensemble. La tension de sortie est récupérée **aux bornes de la bobine**.

1. Nature du filtre (Étude qualitative)

Déterminer la nature du filtre en étudiant les comportements limites de la bobine.

2. Calculs

- a : Établir la fonction de transfert sous la forme $\underline{H}(j\omega) = \frac{j \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$.
- b : Déterminer la pente de l'asymptote en basse fréquence sur le diagramme de Bode en gain.

Exercice 3 : Circuit RLC Série

On considère un circuit RLC série. La tension d'entrée $e(t)$ alimente le circuit complet, et la tension de sortie $s(t)$ est mesurée **aux bornes de la résistance R** .

1. Nature du filtre

Justifier qualitativement que ce circuit se comporte comme un passe-bande

2. Calculs

- a Montrer que la fonction de transfert peut s'écrire :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

Exprimer la pulsation propre ω_0 et le facteur de qualité Q en fonction de R, L, C .

- b : Quelle est la valeur maximale du gain ? Pour quelle pulsation est-elle atteinte ?
- c : Déterminer la largeur de la bande passante à -3 dB, notée $\Delta\omega$, en fonction de ω_0 et Q .

Exercice 4 : Filtrage d'un signal d'horloge bruité

Dans un système automatisé de ligne de production, un capteur génère un signal d'horloge créneau à une fréquence fondamentale de $f_0 = 1$ kHz. À cause de la proximité de moteurs électriques, ce signal est perturbé par un bruit parasite haute fréquence à $f_B = 50$ kHz. On souhaite concevoir un filtre analogique passif pour atténuer la puissance du bruit d'un facteur d'au moins 100 (ce qui correspond à une division de l'amplitude du bruit par 10), tout en conservant le signal fondamental quasiment intact.

1. Quel type de filtre faut-il utiliser ? Proposer une structure simple en précisant où est prélevée la tension de sortie.
2. Déterminer la condition mathématique que doit vérifier la pulsation de coupure ω_c du filtre pour répondre au cahier des charges.
3. Vous disposez au laboratoire de condensateurs de capacités $C=10$ nF et d'une boîte de résistances variables. Calculer la valeur de la résistance R à choisir.

Exercice 5 : Le filtre en T-Ponté

On étudie le réseau passif appelé "T-ponté", utilisé pour éliminer une fréquence spécifique (par exemple les parasites secteur à 50 Hz). Il est constitué de deux condensateurs identiques de capacité C et de deux résistances de valeurs R et $R/2$ agencés de façon spécifique.

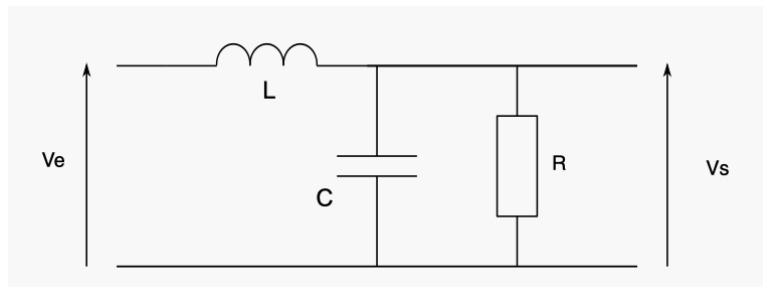
On donne la fonction de transfert obtenue après calculs :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1 - LC\omega^2}{1 - LC\omega^2 + j2RC\omega} = \frac{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j\frac{1}{Q}\frac{\omega}{\omega_0}}$$

1. Trouver la valeur du gain à $\omega \rightarrow 0$ et $\omega \rightarrow \infty$.
2. Calculez le module du gain pour la pulsation particulière $\omega = \omega_0$. En déduire le nom usuel de ce type de filtre.
3. Si le signal d'entrée est $e(t) = E_1\cos(\omega_0 t) + E_2\cos(10\omega_0 t)$, qu'obtient-on en sortie ?

Exercice 6 : Optimisation d'un filtre de haut-parleur

Dans une enceinte acoustique "2 voies", on utilise un filtre passif pour diriger les basses fréquences vers le haut-parleur de graves (le *Woofers*) et bloquer les hautes fréquences qui pourraient l'endommager ou détériorer le son. Le haut-parleur est modélisé ici par une simple résistance de charge $R_c = 8 \Omega$. On utilise le circuit LC ci-dessous pour réaliser ce filtrage passe-bas du second ordre.



On donne les valeurs des composants choisies par le constructeur : $L = 2,5 \text{ mH}$ et $C = 22 \mu\text{F}$.

1. Retrouver la nature passe-bas du filtre en étudiant le comportement des composants L et C aux fréquences limites (BF et HF). Que devient la tension aux bornes de R_c dans chaque cas ?

2. **Calcul de la fonction de transfert :**

a. Exprimer l'impédance équivalente Z_p de l'association parallèle entre le condensateur C et le haut-parleur R_c .

b. En déduire que la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega)$ peut se mettre sous la forme canonique :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j\frac{1}{Q}\frac{\omega}{\omega_0}}$$

c. Donner les expressions de la pulsation propre ω_0 et du facteur de qualité Q en fonction de L , C et R_c .

3. **Application numérique et diagnostic :**

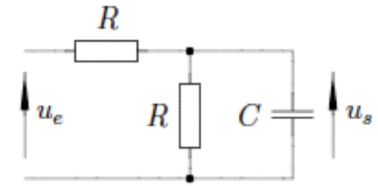
a. Calculer la valeur de la fréquence propre f_0 . À quel domaine du spectre sonore (graves, médiums, aigus) cela correspond-il ?

b. Calculer la valeur numérique de Q .

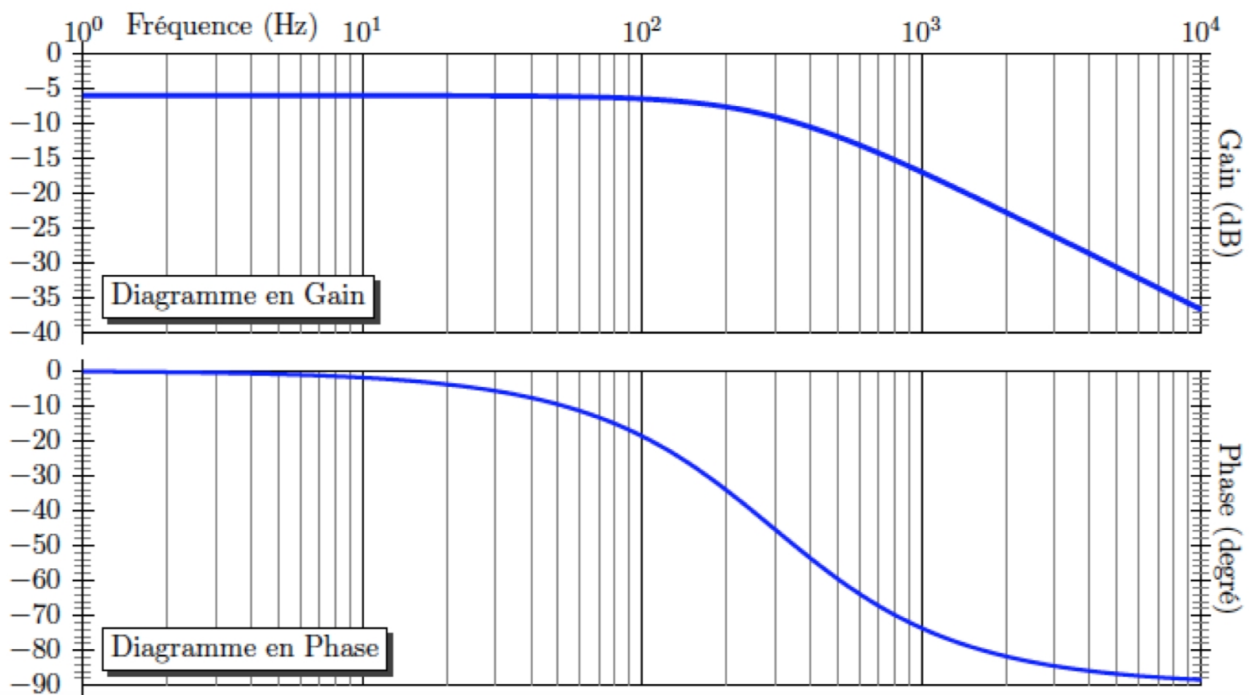
c. Question de réflexion : le filtre présente-t-il un phénomène de surtension ? Quel problème acoustique cela peut-il poser pour l'auditeur ?

Exercice n°7

On étudie le filtre schématisé ci-contre.

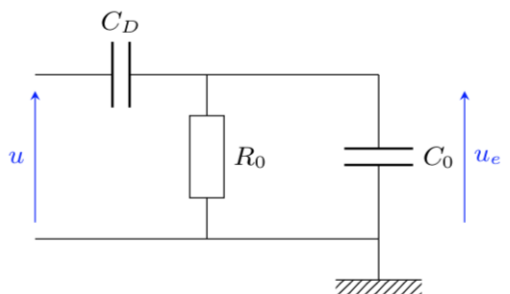


1. En représentant le circuit équivalent en basses fréquences et en hautes fréquences, déterminer la nature du filtre.
2. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}(x)$ de ce filtre en fonction de $x = RC\omega$.
3. Déterminer la pulsation de coupure ω_c en fonction de RC .
4. On a tracé ci-dessous les diagrammes de Bode de ce filtre. Justifier les parties rectilignes du diagramme de Bode en gain. Déterminer un ordre de grandeur du produit RC .
5. On envoie en entrée de ce filtre le signal suivant: $e(t) = E_1 \cos(2\pi \cdot 10 t) + E_2 \cos(2\pi \cdot 10^3 \omega_0 t)$. Déterminer l'expression du signal de sortie $s(t)$.



Exercice n°8

Lorsqu'on applique une tension $u(t)$ à l'entrée d'un oscilloscope, celle-ci est envoyée à l'entrée d'un amplificateur dont on peut considérer l'impédance d'entrée comme constituée d'une association parallèle d'une résistance $R_0 = 1.0 \text{ M}\Omega$ et d'un condensateur de capacité $C_0 = 13 \text{ pF}$. Lorsqu'on se couple en mode DC, cette description est suffisante (envoi direct), mais dans le cas d'un couplage AC, on applique préalablement la tension à un condensateur de capacité C_D . Dans ce cas, l'entrée de l'oscilloscope se comporte comme le filtre ci-contre.



1. Etablir la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \underline{u_e}/\underline{u}$ correspondant au couplage AC.
2. Simplifier \underline{H} en considérant que $C_D \gg C_0$. Quelle est la nature du filtre ? Quel est l'intérêt du couplage AC ?