

Filtrage

Travaux Dirigés

La mémoire est un filtre malhonnête. Comme la littérature d'ailleurs. Et c'est sans doute bien ainsi.
Denis Bélanger

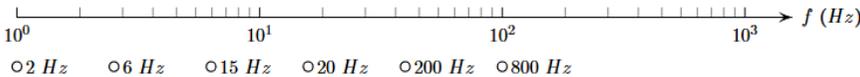
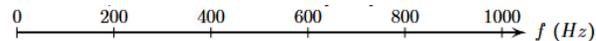
En autonomie

Cahier d'entraînement : [fiche 5](#) (sauf 5.07)

Savoir-faire

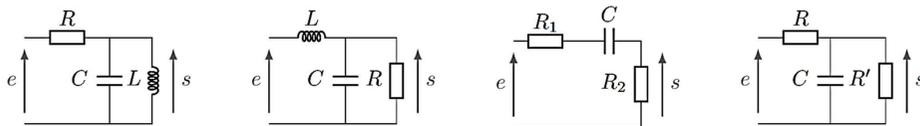
Savoir-faire 1 – Comprendre l'intérêt et savoir utiliser une échelle logarithmique

Q1. Sur la figure ci-dessous, placer sur les deux axes les différentes fréquences en utilisant une couleur pour chaque fréquence.



Savoir-faire 2 – Reconnaître qualitativement la nature d'un filtre

Q1. Déterminer la nature des filtres ci-dessous.



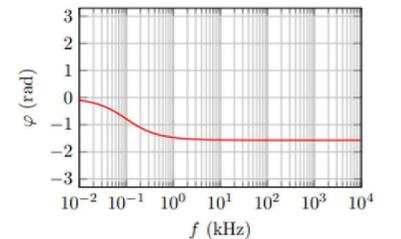
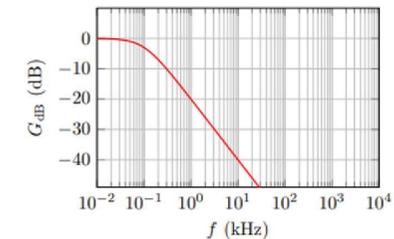
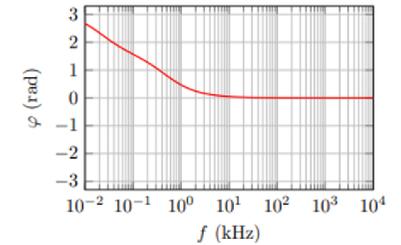
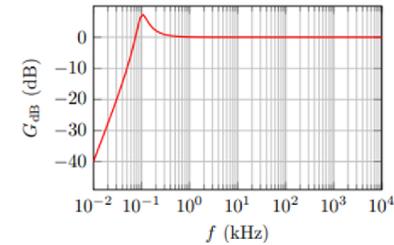
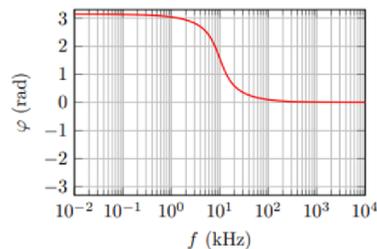
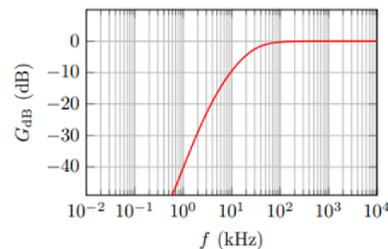
Savoir-faire 3 – Déterminer une fonction de transfert

Q1. Établir les fonctions de transfert des filtres du SF2.

Savoir-faire 4 – Savoir extraire les informations d'un diagramme de Bode

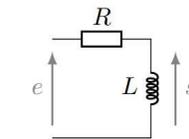
Q1. Pour les trois diagrammes de Bode ci-dessous, indiquer le type de filtre dont il s'agit.

Q2. Identifier l'ordre du filtre et sa fréquence caractéristique.



Savoir-faire 5 – Tracer un diagramme de Bode asymptotique

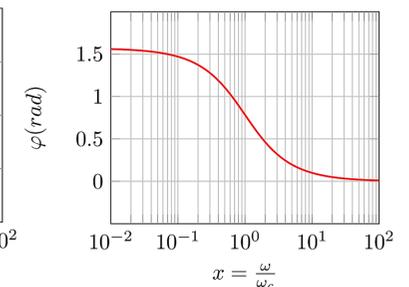
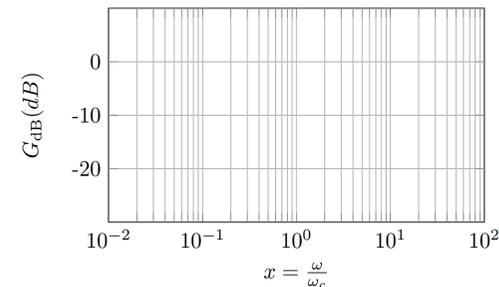
On considère le circuit ci-contre avec $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $L = 10 \text{ mH}$ dont la fonction de transfert est de la forme :



$$H(j\omega) = H_0 \cdot \frac{j\omega}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

Q1. Déterminer les pentes des asymptotes en gain dans les limites haute et basse fréquence, ainsi que leur ordonnée « à l'origine » en $x = 1$.

Q2. Construire le diagramme de Bode asymptotique en gain sur la figure ci-après et en déduire l'allure du diagramme réel.



Savoir-faire 6 – Exploiter une fonction de transfert et ses représentations graphiques pour déterminer la réponse d'un filtre à un signal donné

On considère le filtre du SF précédent.

Q1. Donner la forme du signal d'entrée et du signal de sortie si le signal d'entrée est :

- une sinusoïde d'amplitude 4 V, centrée autour de 0 V, de fréquence $f = 2 \text{ kHz}$.
- une sinusoïde d'amplitude 4 V, centrée autour de 1 V, de fréquence $f = 2 \text{ kHz}$.
- la somme de trois harmoniques de même amplitude (1 V), même phase initiale (qu'on prendra nulle) et de fréquences respectives $f_1 = 50 \text{ Hz}$, $f_2 = 1 \text{ kHz}$ et $f_3 = 10 \text{ kHz}$.
- un signal triangle de fréquence 60 Hz.

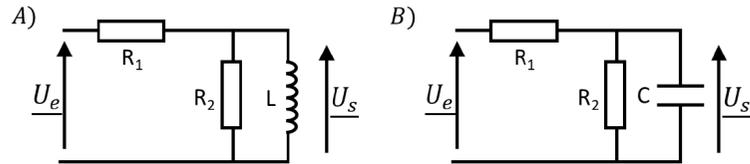
Savoir-faire 7 – Comprendre et utiliser un gabarit

Le cahier des charges d'un filtre passe-bas indique les caractéristiques suivantes :

- Gain maximal : 0 dB ;
- Atténuation des fréquences inférieures à 1 kHz : pas plus de 3 dB.
- Atténuation des fréquences supérieures à 10 kHz : au moins 30 dB.

Q1. Construire le gabarit d'un tel filtre.

Q2. Proposer un montage permettant de satisfaire ce cahier des charges.

Exercices incontournables**Exercice 1 : Détermination des caractéristiques d'un filtre du 1^{er} ordre**

On a : $R = 200 \Omega$; $L = 60 \text{ mH}$; $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 1,3 \text{ k}\Omega$; $C = 0,1 \text{ mF}$.

U_0 est une constante homogène à une tension on considérera $f_1 = 200 \text{ Hz}$, $\omega_1 = 2\pi f_1$.

Répondre aux questions suivantes pour les montages A et B :

- Q1. Déterminer sans calculs la nature du filtre.
- Q2. Déterminer la fonction de transfert du circuit.
- Q3. Tracer son diagramme de Bode asymptotique.
- Q4. Déterminer la (les) fréquence(s) de coupure et la bande passante.
- Q5. $u_e(t)$ est une tension constante. Déterminer $u_s(t)$.

On envoie en entrée du filtre le signal : $u_e(t) = U_0 \cdot (1 + \cos(2\pi f_1 \cdot t))$

Q6. Déterminer une approximation raisonnable de l'expression du signal $u_s(t)$ de sortie du filtre.

On envoie cette fois en entrée du filtre le signal :

$$u_e(t) = U_0 + U_0 \cdot \cos(\omega_1 t) + U_0 \cdot \cos\left(10 \cdot \omega_1 t + \frac{\pi}{4}\right) + U_0 \cdot \cos\left(100 \cdot \omega_1 t - \frac{\pi}{3}\right)$$

Q7. Donner une approximation raisonnable de l'expression du signal $u_s(t)$ de sortie du filtre.

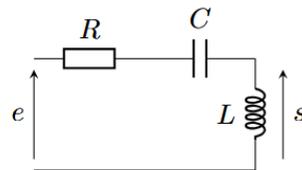
Exercice 2 : Filtre passe-haut d'ordre 2

- Q1. Justifier que ce filtre est un filtre passe-haut. Définir sa pulsation caractéristique ω_0 et son facteur de qualité Q .
- Q2. Déterminer sa fonction de transfert et l'écrire sous la forme :

$$H = \frac{jQx}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)} \text{ avec } x = \omega/\omega_0.$$

Q3. Déterminer la pente des asymptotes du diagramme de Bode en gain. Tracer qualitativement son allure en supposant que le facteur de qualité est tel que le circuit n'est pas résonant.

Q4. Ce filtre peut-il avoir un comportement dérivateur ? intégrateur ?

**Exercice 3 : Modélisation d'un récepteur radio**

Un récepteur radio doit capter les signaux sur une gamme de fréquence allant de 150 à 300 kHz. Il peut être modélisé par un circuit RLC série avec $R = 2 \text{ k}\Omega$ et $L = 1 \text{ mH}$.

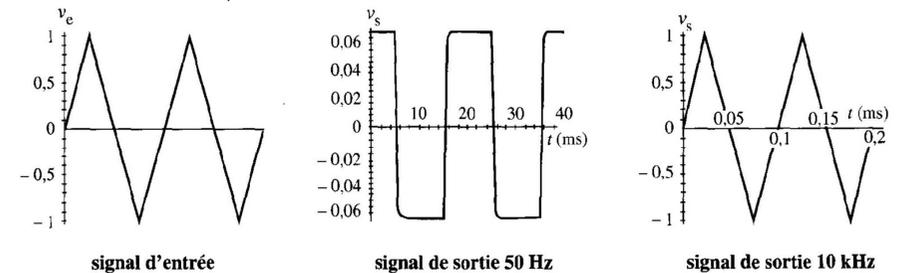
Q1. Quel type de filtrage doit-il réaliser ? En déduire le dipôle aux bornes duquel la tension de sortie doit être mesurée.

Q2. Établir la fonction de transfert du filtre.

Q3. Déterminer les valeurs de C répondant aux attentes.

Exercices d'entraînement**Exercice 4 : Détermination des caractéristiques d'un filtre du 1^{er} ordre**

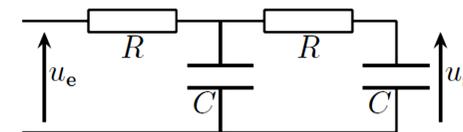
On dispose d'un filtre du premier ordre. On l'alimente par un signal triangulaire (première courbe ci-dessous) d'amplitude 1 V. Dans le premier cas la fréquence du signal d'entrée est de 50 Hz, on obtient en sortie du filtre la deuxième courbe. Lorsque la fréquence du signal d'entrée est de 10 kHz, on obtient la troisième courbe.



Q1. Déterminer le type du filtre et évaluer sa fréquence caractéristique.

Exercice 5 : Circuits RC en cascade

On étudie le filtre réalisé par le circuit ci-dessous :



- Q1. Déterminer sans calculs la nature du filtre.
- Q2. Déterminer la fonction de transfert du circuit.
- Q3. Identifier à une fonction de transfert canonique, et trouver l'expression des paramètres caractéristiques du filtre.
- Q4. Tracer son diagramme de Bode asymptotique, avec un minimum de calcul.
- Q5. Tracer l'allure du diagramme de Bode réel.