

TD11- FILTRAGE LINÉAIRE

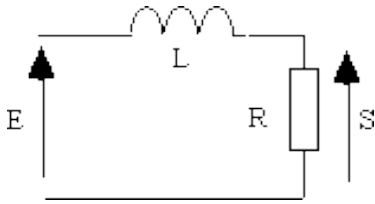
Exercice 1 : Questions de cours (à savoir faire sans le cours sous les yeux)

- 1 Définir la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal périodique de période T.
- 2 Calculer la valeur moyenne du signal $s(t) = A_0 + A_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$.
- 3 Etablir l'expression de la valeur efficace S_{eff} du signal $s(t) = S_{\text{max}} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$
- 4 Soit un signal $s(t) = \sum_{n=0}^{\infty} s_n \cos\left(2\pi n \frac{t}{T} + \varphi_n\right)$. Exprimer s_{eff}^2 en fonction des amplitudes de ses harmoniques (égalité de Parseval).
- 5 Filtre passe bas du premier ordre.
 - a Donner la forme de la fonction de transfert d'un filtre passe-bas du premier ordre.
 - b Donner un exemple de filtre passe-bas du 1^{er} ordre, et prévoir son comportement sans calcul.
 - c Donner l'allure du diagramme de Bode correspondant (gain + phase, échelle semi-log puis linéaire) et interpréter les zones rectilignes du diagramme (valeur des pentes des asymptotes à démontrer).
 - d Déterminer la bande passante à -3dB du filtre.
 - e Montrer qu'un filtre passe-bas du premier ordre se comporte comme un intégrateur pour une bande de fréquences à déterminer.
- 6 Filtre passe-haut du premier ordre.
 - a Donner la forme de la fonction de transfert d'un filtre passe-haut du premier ordre.
 - b Donner un exemple de filtre passe-haut du premier ordre, et prévoir son comportement sans calcul.
 - c Donner l'allure du diagramme de Bode correspondant (gain + phase, échelle linéaire) et interpréter les zones rectilignes du diagramme (valeur des pentes des asymptotes à démontrer).
 - d Déterminer la bande passante à -3dB du filtre.
 - e Montrer qu'un filtre passe-haut du premier ordre se comporte comme un dérivateur pour une bande de fréquences à déterminer.
- 7 Filtre passe bande du 2^{ème} ordre.
 - a Donner la forme de la fonction de transfert d'un filtre passe-bande du 2^{ème} ordre.
 - b Donner l'allure du diagramme de Bode correspondant (pour le gain uniquement) et interpréter les zones rectilignes du diagramme.
 - a Sur quelle gamme de fréquences un passe-bande se comporte-t-il comme un intégrateur ? un dérivateur ? (à démontrer)
- 8 Comment faut-il choisir les impédances d'entrée et de sortie de filtres que l'on souhaite mettre en cascade ? Pourquoi ?
- 9 Dessiner **en justifiant** l'allure du signal de sortie lorsque l'on fait passer un signal créneau de fréquence fondamentale f_1 à travers un filtre passe bas de fréquence de coupure f_c pour les trois cas suivants :
 - a $f_1 \ll f_c$
 - b $f_1 \approx f_c$
 - c $f_1 \gg f_c$

Exercice 2 : Valeur efficace ★

- 1 Calculer (en justifiant) S_{eff} pour $s(t) = I_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) + I_0$
- 2 Soit un sèche-cheveux sur lequel il est écrit « 220V et 2,2kW ». Lorsque le sèche-cheveux fonctionne :
 - 2.a Calculer I_{eff}
 - b. Calculer I_{max} .
 - c. Calculer la résistance du sèche-cheveux.

Exercice 3 : Etude de filtres très simples ● ★ ★ ★

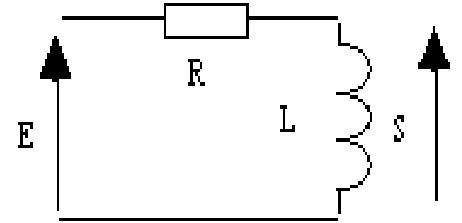


Filtre 1

- Sans réaliser aucun calcul, donner le type de filtre.
- Déterminer la fonction de transfert de ce filtre.
- Retrouver le résultat de la question a. à partir de la fonction de transfert.
- Tracer l'allure du diagramme de Bode et commenter.

Filtre 2

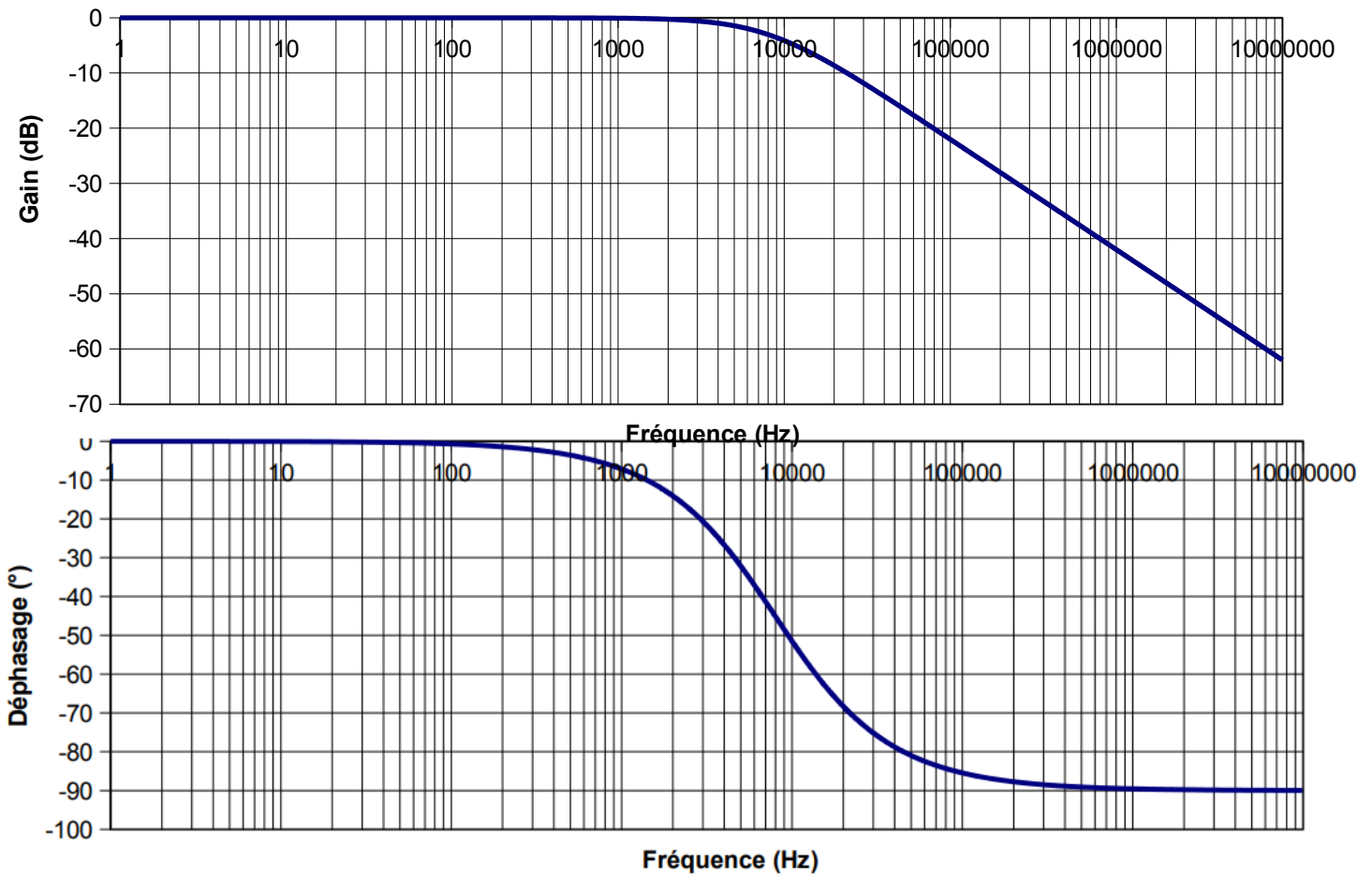
- Sans réaliser aucun calcul, donner le type de filtre.
- Déterminer la fonction de transfert de ce filtre.
- Retrouver le résultat de la question a. à partir de la fonction de transfert.
- Tracer l'allure du diagramme de Bode et commenter.



Exercice 4 : échelle logarithmique ● ★ ★ ★

Un élève a tracé sur du papier logarithmique le diagramme de Bode ci-dessous.

- De quel type de filtre s'agit-il ? Donner l'expression de sa fonction de transfert.
- Justifier précisément l'allure des deux courbes. On donnera l'équation de toutes les asymptotes.
- Donner la ou les valeurs numériques de la (ou des) pulsation de coupure du filtre.



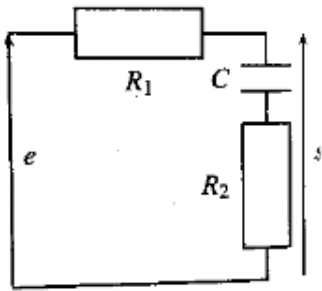
4 Le signal d'entrée est de la forme $e(t) = 2\cos(2\pi ft) + 0,5 \cos(2\pi 10^4 t)$ et possède une fréquence fondamentale de $f = 10000$ Hz, Donner l'expression de $s(t)$ à l'aide du diagramme de Bode

Exercice 5 : Filtre passe-haut du deuxième ordre ● ● ★ ★ ★

- Donner un exemple de filtre passe-haut du deuxième ordre utilisant un simple circuit RLC série, et prévoir son comportement sans calcul.
- Donner la forme de la fonction de transfert d'un filtre passe-haut du deuxième ordre.
- Donner, pour plusieurs facteurs de qualité, l'allure du diagramme de Bode correspondant (gain + phase, échelle semi-log) et interpréter les zones rectilignes du diagramme (valeur des pentes des asymptotes à démontrer).

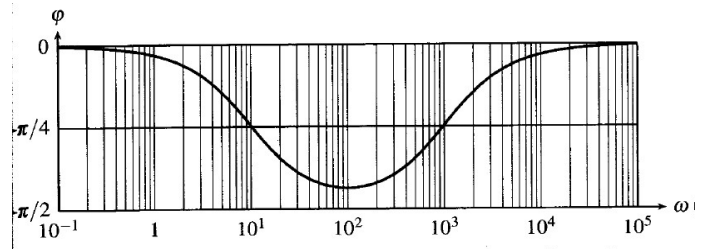
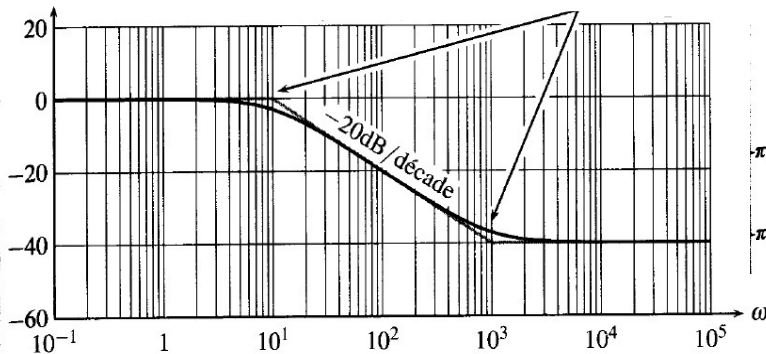
Exercice 6 : Etude d'un filtre du premier ordre ★ ★ ★

On considère le filtre ci-dessous :

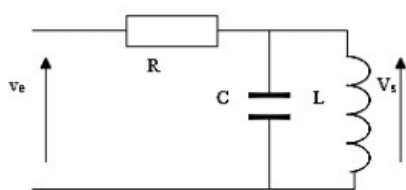


1. Déterminer le comportement du filtre sans aucun calcul.
2. Déterminer sa fonction de transfert. On introduira deux constantes de temps $\tau=R_2C$ et $\tau'=(R_1+R_2)C$.
3. On donne le diagramme de Bode du filtre. Interpréter très précisément ce diagramme en justifiant les valeurs limites, les pentes, le comportement intégrateur/dérivateur, et les valeurs de ω au niveau des cassures. Quel est le type du filtre ?

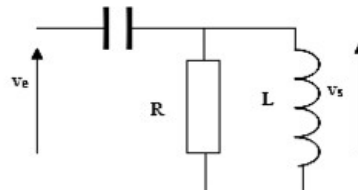
Cassures



Exercice 7 : Filtrage RLC ★ ★ ★



Montage ①



Montage ②

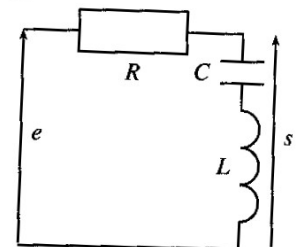
1. Sans aucun calcul déterminer le type de filtre du montage 1 et de celui du montage 2.
2. Pour chacun des filtres, déterminer :
 - a. L'expression de la fonction de transfert. On mettra sous la forme :

$$H_1 = \frac{j \frac{x}{Q}}{1 - x^2 + j \frac{x}{Q}} ; H_2 = \frac{-x^2}{1 - x^2 + j \frac{x}{Q}}$$

- b. La pulsation pour laquelle le gain est maximum.

Exercice 8 : Filtre coupe bande ★ ★

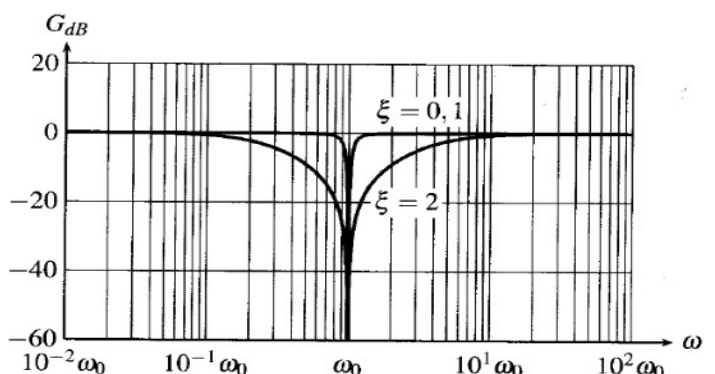
On considère le filtre ci-contre :



1. Dire, sans aucun calcul, comment se comporte le filtre à basses et hautes fréquences.

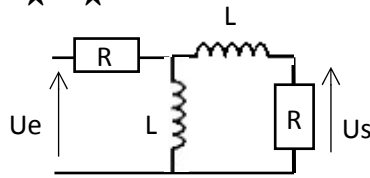
2. Déterminer sa fonction de transfert. On introduira $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \frac{1}{2\xi} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

3. On donne le diagramme de Bode du filtre (uniquement pour le gain). Interpréter très précisément ce diagramme.



Exercice 9 : filtre inconnu ★ ★ ★ ★

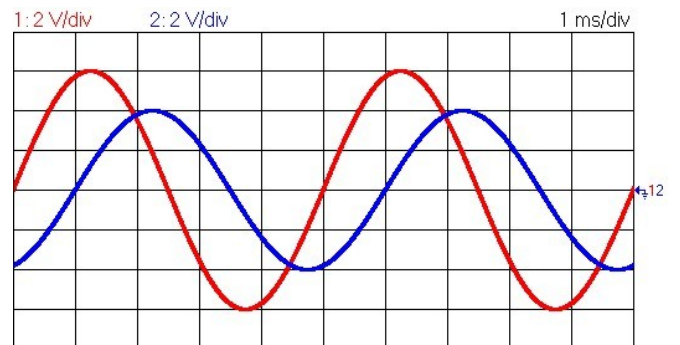
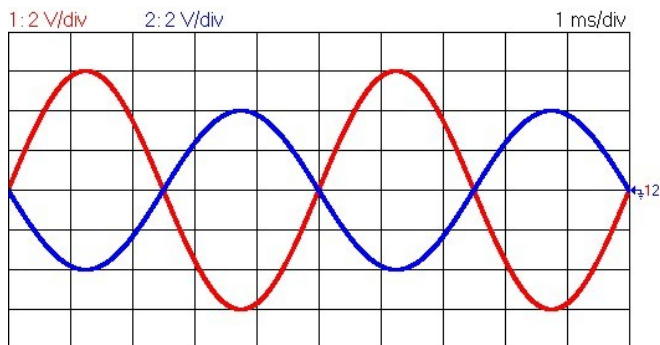
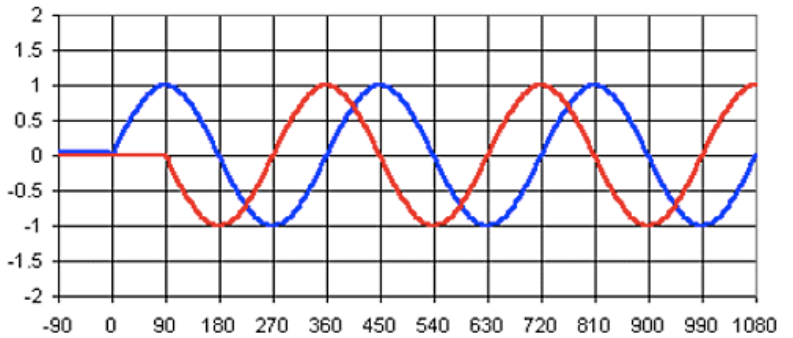
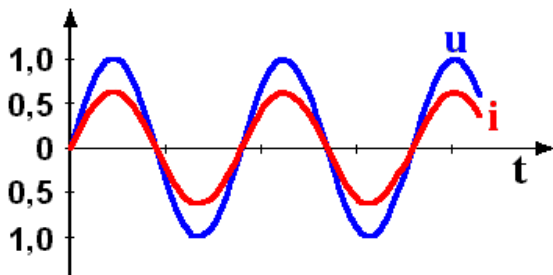
On s'intéresse au filtre suivant :



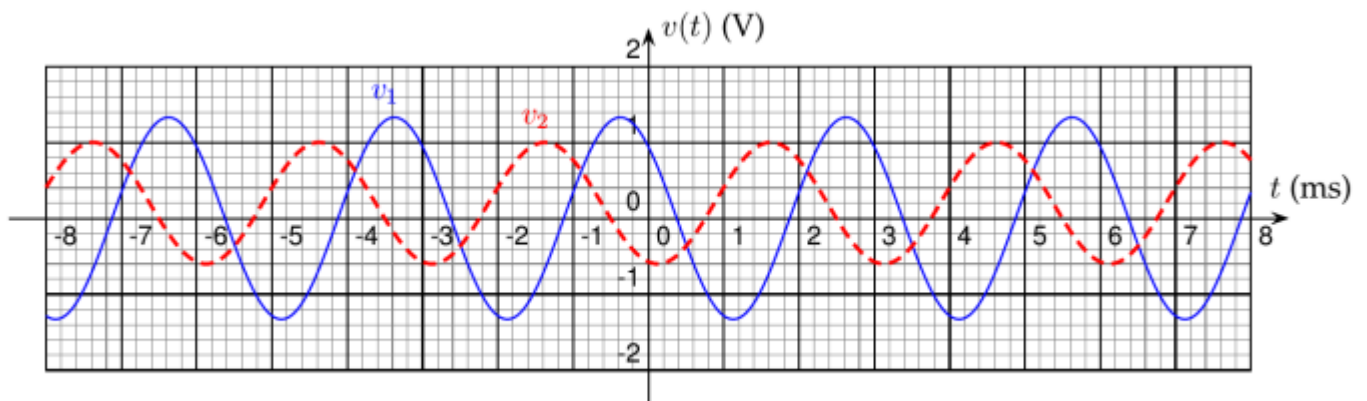
- 1 Sans aucun calcul déterminer le type de filtre.
- 2 Déterminer l'expression de la fonction de transfert. On la mettra sous forme canonique, en précisant les expressions de ω_0 et Q .
- 3 Peut-il y avoir résonance avec ce filtre ? Justifier.
- 4 Tracer l'allure du diagramme de Bode (gain + phase) en justifiant toutes les asymptotes.

Exercice 10 : lecture de déphasage ★ ★ ★ ★

1. Lire le déphasage (en en valeur absolu) entre les deux signaux sur les oscillogrammes suivants :



La figure ci-dessous représente l'écran d'un oscilloscope dont le calibre est réglé à 1 ms/div et 1 V/div.



- 2 Donner par lecture graphique graphique l'amplitude, la valeur moyenne, la période et la fréquence de chacune des tensions. Les deux tensions sont-elles synchrones ?
- 3 La tension v_2 est-elle en avance ou en retard par rapport à v_1 ? Quel est le décalage temporel associé ? En déduire le déphasage.
- 4 Donner la phase à l'origine des deux tensions.