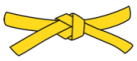
BLAISE PASCAL
PT 2023-2024

DM 1 – à rendre lundi 11 septembre

Révisions sur les filtres

Travailler avec vos cours et TD ouverts est **chaudement recommandé** : un DM est un entraînement, pas une évaluation. Réfléchir ensemble est une bonne idée, mais le travail de rédaction doit être individuel. En cas de besoin, **n'hésitez pas à me poser des questions**, à la fin d'un cours, par mail ou via l'ENT.

Flasher ce code pour accéder au corrigé

Ceinture		Travail à réaliser
	Ceinture blanche	Exercices I et II jusqu'à Q9 incluse
	Ceinture jaune	Exercices I et II en entier
	Ceinture rouge	Exercices II et III jusqu'à Q14 incluse
	Ceinture noire	Exercices II et III en entier

Pour le moment, choisissez librement votre ceinture en fonction de ce que vous estimez être votre niveau de compétence en physique, sans avoir peur d'être ambitieux.

- *Ceinture blanche : 3/2 qui rencontrait d'importantes difficultés en PTSI (p.ex. 5 derniers du concours blanc), cette ceinture ne concerne que très peu d'étudiants ;*
- *Ceinture jaune : 3/2 s'estimant fragile à moyen (p.ex. deuxième moitié de classe au concours blanc), 5/2 qui rencontrait d'importantes difficultés en 3/2 ;*
- *Ceinture rouge : 3/2 s'estimant moyen à plutôt à l'aise (p.ex. première moitié de classe au concours blanc), 5/2 s'estimant fragile à moyen en 3/2 ;*
- *Ceinture noire : 3/2 très à l'aise (p.ex. top 5 au concours blanc), 5/2 s'estimant moyen à très l'aise en 3/2.*

I - Passe-bas atténuateur

On s'intéresse au filtre dont le schéma et le diagramme de Bode en gain sont représentés figure 1. Ce filtre est construit à partir d'une résistance $R = 1\,\text{k}\Omega$, l'objectif de l'exercice étant de déterminer la valeur de C à partir du diagramme de Bode.

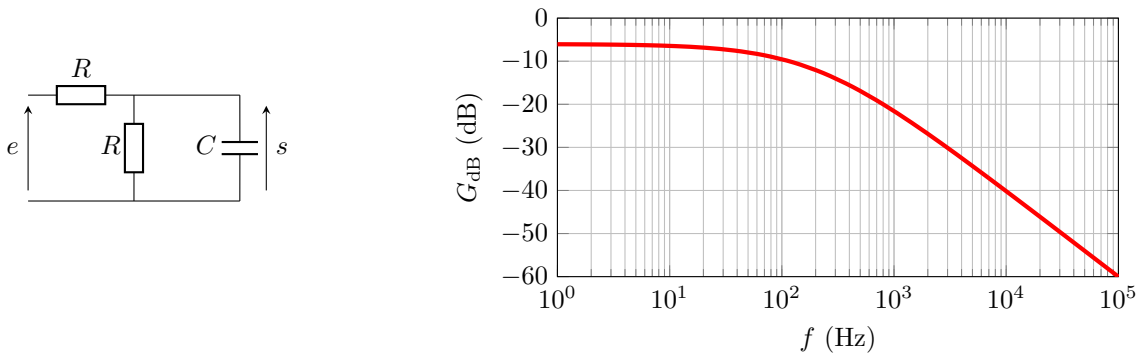


Figure 1 – Filtre passe-bas atténuateur.

1 - En raisonnant sur des schémas électriques équivalents dans la limite des hautes et basses fréquences, justifier le nom du filtre : « passe-bas atténuateur ».

BY-NC-SA

2 - Établir sa fonction de transfert et l'écrire sous la forme

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + \mathrm{j}\omega/\omega_\mathrm{c}}$$

en donnant la valeur de H_0 et en exprimant ω_c en fonction de R et C.

3 - Établir les équations des deux asymptotes haute et basse fréquence. Vérifier la cohérence de la valeur de H_0 et de la pente en haute fréquence avec le diagramme de Bode.

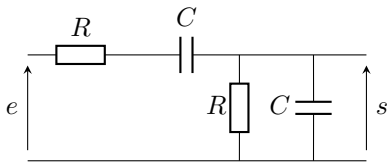
4 - Montrer que les deux asymptotes se croisent en $\omega = \omega_\mathrm{c}$. En déduire la valeur numérique de C ... attention à ne pas confondre fréquence et pulsation.

5 - Le cahier des charges du filtre stipule que les signaux de fréquence supérieure à 10 kHz doivent être atténués d'un facteur 100 au moins. Montrer que c'est bien le cas, d'abord en exploitant graphiquement le diagramme de Bode puis ensuite par le calcul. Pour simplifier ledit calcul, on raisonnera directement à partir de l'équivalent haute fréquence de la fonction de transfert.

II - Filtre de Wien

oral banque PT

> *Cet exercice est un grand classique, que vous pourrez retrouver tel quel dans un sujet d'écrit : l'oscillateur de Wien construit à partir de ce filtre est un exemple très courant d'oscillateur quasi-sinusoïdal, et sera d'ailleurs notre exemple de cours dans quelques semaines.*



On s'intéresse au filtre représenté ci-contre, appelé filtre de Wien.

6 - Par analyse des comportements asymptotiques, déterminer le type de filtre dont il s'agit.

7 - Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}$ du filtre.

8 - On pose $\omega_0 = 1/RC$ et $x = \omega/\omega_0$. Montrer que la fonction de transfert s'écrit sous la forme

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + \mathrm{j}Q\left(x - \dfrac{1}{x}\right)},$$

en précisant ce que valent H_0 et Q.

9 - Calculer simplement le gain maximal du filtre, exprimer sa valeur en dB, et calculer le déphasage correspondant.

10 - Représenter le diagramme de Bode asymptotique du filtre en gain et en phase et en déduire qualitativement le tracé réel.

> ***Rappel de méthode :***
>
> ❶ *Étudier séparément les limites basse et haute fréquence ;*
> ❷ *Pour chaque limite, **commencer** par calculer la fonction de transfert équivalente en ne conservant que les termes dominants du numérateur et du dénominateur ;*
> ❸ ***Dans un second temps**, calculer le module et l'argument de ces équivalents pour obtenir les équations des asymptotes ;*
> ❹ *Pour un deuxième ordre, l'allure du diagramme réel est précisée en calculant explicitement la valeur en $\omega = \omega_0$ (ce qui ne nécessite pas de nouveau calcul ici puisque cela a été fait à la question précédente).*
>
> *Inverser les étapes ❷ et ❸, c'est-à-dire calculer le module et l'argument en toute généralité avant de les simplifier, conduit à des calculs inutilement compliqués.*

11 - Calculer la pulsation propre ω_0 pour $R = 1{,}0\,\mathrm{k\Omega}$ et $C = 500\,\mathrm{nF}$. Donner le signal de sortie du filtre pour le signal d'entrée

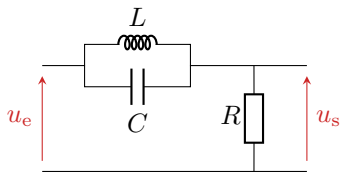
$$e(t) = E_0 + E_0\cos(\omega t) + E_0\cos(10\,\omega t) + E_0\cos(100\,\omega t)$$

avec $E_0 = 10\,\mathrm{V}$ et $\omega = 200\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$.

BY-NC-SA

III - Filtre réjecteur

oral banque PT



La tension u_e est issue d'un appareil de mesure, mais se trouve parasitée par un bruit à 50 Hz due à la tension d'alimentation de l'appareil. On souhaite l'éliminer à l'aide du filtre schématisé ci-contre.

12 - Montrer que ce filtre n'est ni un passe-haut, ni un passe-bas, ni un passe-bande.

13 - Déterminer sa fonction de transfert. Que vaut-elle en $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$? Commenter le nom du montage.

14 - On dispose d'une bobine d'inductance 1 H. Quel condensateur faut-il choisir ?

15 - Pour améliorer la sélectivité du filtre, est-il préférable de choisir $R = 25\,\Omega$ ou $R = 250\,\Omega$?

> ***Indication :*** *Ainsi posée, la dernière question n'est vraiment pas facile ! La sélectivité concerne la largeur de la bande coupée, qui doit être la plus étroite possible si le filtre est sélectif : il est donc naturel de commencer par déterminer la largeur de cette bande coupée, via un calcul des pulsations de coupure du filtre. Essayez de ne pas arnaquer sur les signes : vous allez trouver quatre solutions mathématiques, dont seulement deux sont pertinentes physiquement. Lesquelles ? Pourquoi ? À vous de jouer* ☺

BY-NC-SA