



BLAISE PASCAL
PT 2021-2022

DM 2 – à rendre mercredi 15 septembre

Filtrage

Vous êtes invités à porter une attention particulière à la rédaction et au soin de votre copie. Les numéros des questions doivent être mis en évidence et les résultats encadrés.

Travailler avec vos cours et TD ouverts est **chaudement recommandé** : un DM est un entraînement, pas une évaluation. En cas de besoin, **n'hésitez pas à me poser des questions**, à la fin d'un cours ou sur le serveur de la classe.



Flasher ce code pour
accéder au corrigé

Suppression du bruit thermique

Le comportement des composants électroniques varie légèrement avec la température. Ainsi, en raison de l'effet Joule et des simples mouvements d'air, la plupart des tensions présentent une légère composante basse fréquence qui n'est pas due aux signaux d'intérêt mais traduit ces effets thermiques. L'échelle de temps caractéristique de ce phénomène est de l'ordre de la minute, soit des fréquences inférieures à 0,02 Hz. Ces fluctuations basse fréquence peuvent perturber certains systèmes : pour les éliminer, on utilise un filtre de fréquence de coupure $f_0 \sim 1$ Hz.

1 - La figure 1 représente le tracé asymptotique des courbes en gain de diagrammes de Bode de trois filtres notés (a), (b) et (c). Lequel correspond le mieux à l'utilisation souhaitée? Justifier.

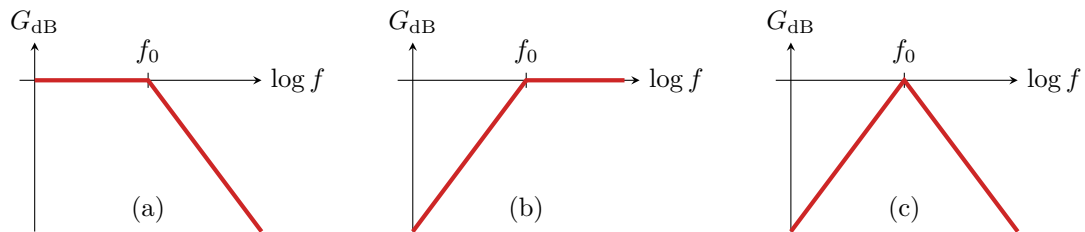


Figure 1 – Diagrammes de Bode asymptotiques.

La figure 2 représente le signal brut (en haut à gauche) et les trois signaux obtenus en sortie des trois filtres ci-dessus. La figure 3 en donne les spectres.

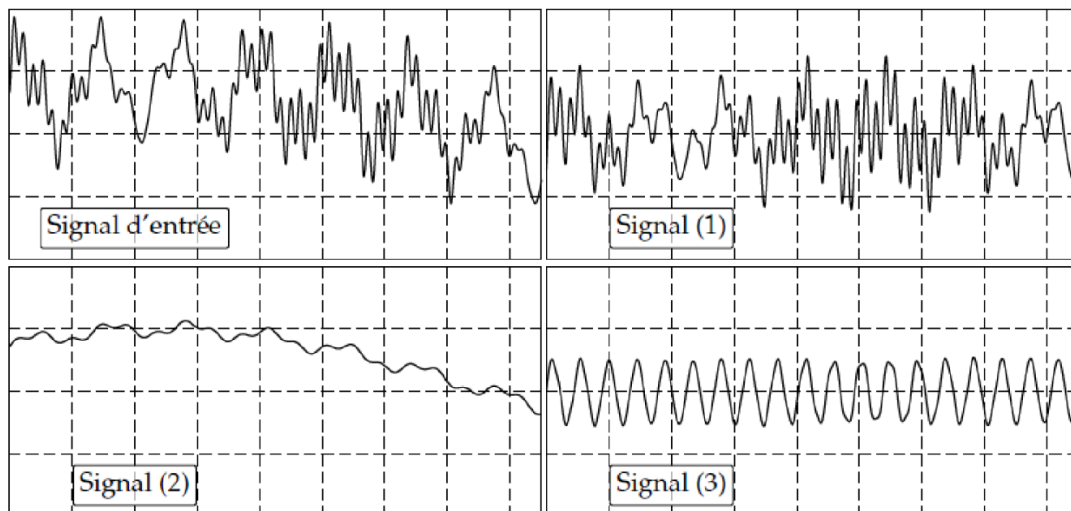


Figure 2 – Signal d'entrée et signaux de sortie.

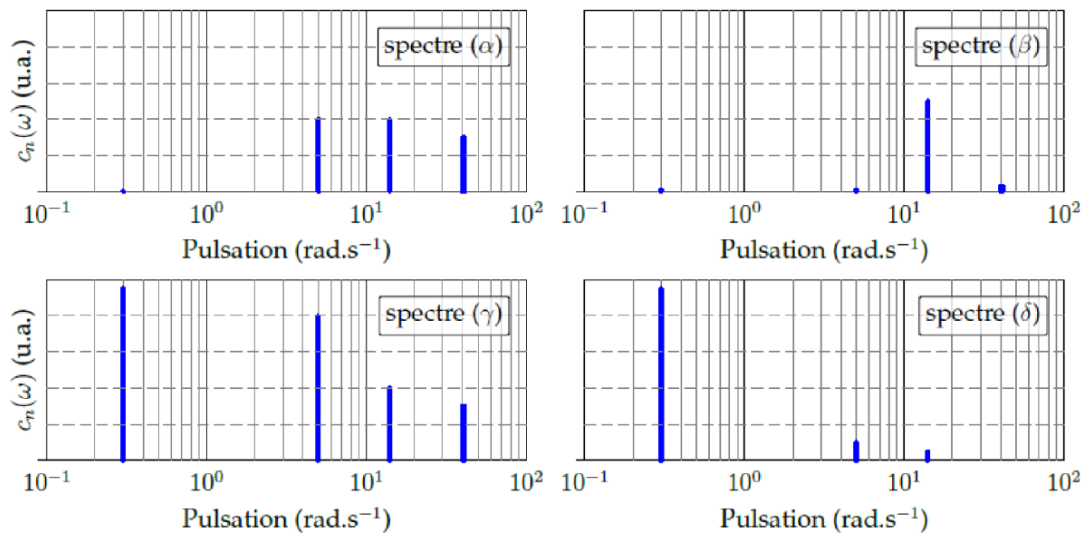


Figure 3 – Spectre des différents signaux.

2 - Associer chaque signal et chaque spectre à la sortie de chacun des filtres en reproduisant le tableau ci-dessous. Justifier brièvement les réponses.

	Entrée du montage	Sortie filtre (a)	Sortie filtre (b)	Sortie filtre (c)
Signal	Entrée			
Spectre				

3 - Pour réaliser le filtrage souhaité, on envisage pour commencer un circuit RC du premier ordre. La tension de sortie doit-elle être mesurée aux bornes de la résistance ou du condensateur ? Justifier en raisonnant par équivalence de dipôles à haute et basse fréquence.

4 - Établir l'expression de la fonction de transfert \underline{H}_1 du filtre.

5 - On utilise une résistance de 100 k Ω . Quelle valeur de capacité faut-il choisir pour obtenir une fréquence de coupure de 1 Hz ?

6 - Le cahier des charges stipule qu'un signal de fréquence 0,01 Hz doit être atténué d'un facteur 100 par rapport à un signal de fréquence 0,1 Hz. Le montage précédent convient-il ?

Pallier ce problème exige d'utiliser un filtre d'ordre supérieur. On dispose d'un filtre dont la fonction de transfert s'écrit sous la forme

$$\underline{H}_n = \frac{\left(j \frac{f}{f_0}\right)^n}{\left(1 + j \frac{f}{f_0}\right)^n} \quad \text{avec} \quad f_0 = 1 \text{ Hz.}$$

7 - En raisonnant sur l'expression asymptotique de la fonction de transfert, déterminer la valeur minimale de n .

8 - Pour réaliser un tel filtre, une idée consisterait à monter en cascade plusieurs filtres RC identiques à celui envisagé dans les questions précédentes. Montrer que pour une association de deux filtres, la sortie du premier étant l'entrée du deuxième, la fonction de transfert s'écrit

$$\underline{H} = \frac{(jRC\omega)^2}{jRC\omega + (1 + jRC\omega)^2}.$$

9 - Contrairement à ce que l'on aurait pu attendre, elle ne peut pas se factoriser sous la forme \underline{H}_2 donnée ci-dessus : d'où provient physiquement la différence ? Quel montage simple permettrait de pallier la difficulté ?