

L3 - Signaux et systèmes continus

TD 4 - Applications

Rémi Flamary

Exercice 1 Synthèse de filtre

On veut réaliser un filtre analogique de Butterworth. Pour cela on doit choisir l'ordre du filtre, le polynôme de Butterworth correspondant étant donné dans la table suivante :

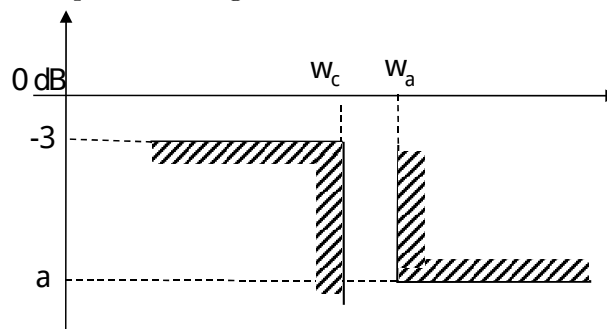
Ordre	Polynôme
1	$1 + jw$
2	$(jw)^2 + \sqrt{2}jw + 1$
3	$(jw + 1)((jw)^2 + jw + 1)$
4	$((jw)^2 + 0.7654jw + 1)((jw)^2 + 1.8478jw + 1)$

1. On rappelle que le module de la fonction de transfert d'un filtre de Butterworth est de la forme suivante :

$$|B_N(f)|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{w}{w_c}\right)^{2N}}$$

Tracer la partie module du diagramme de Bode pour différents ordre de filtre.

2. On veut synthétiser un filtre répondant au gabarit suivant :



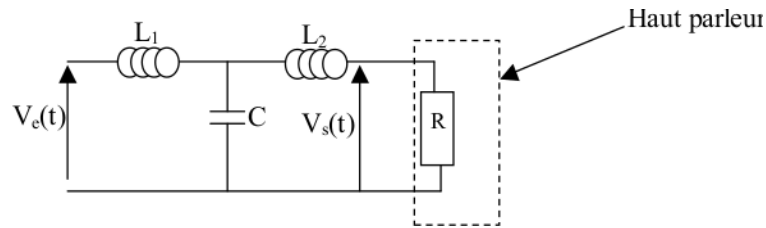
En utilisant le forme de la fonction de transfert du filtres de Butterworth, déterminer l'ordre du filtre minimal en fonction des paramètres w_c, w_a et a .

Exercice 2 Filtrage de signaux dans des enceintes (Réalisation)

Pour couvrir une plus large bande de spectre de l'oreille humaine (et vendre plus cher), les enceintes acoustiques comportent en général plusieurs haut parleurs. Chaque haut parleur couvre une portion de la bande passante de l'enceinte (woofers pour les basses fréquences, medium pour les fréquences intermédiaires et tweeter pour les hautes fréquences). Chaque haut parleur est donc précédé par un filtre. Nous étudions dans cet exercice les filtres des deux voies woofers et tweeter¹.

1. Étude du Woofer
— Le circuit suivant précède le woofers de l'enceinte :

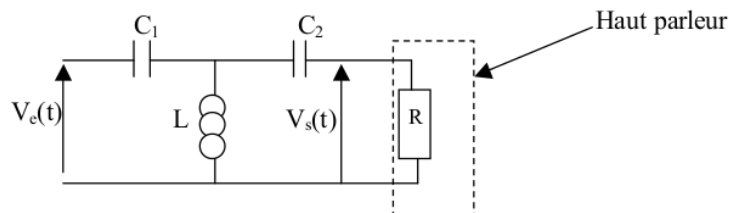
1. Exercice de Lycée tiré de http://cms.ac-martinique.fr/discipline/physiquechimie/file/1_TD10_Notion_de_filtrage.PDF



- Déterminer sa fonction de transfert $H_1(w)$ en fonction des paramètres.
- On veut que le filtre soit de Butterworth car ainsi les oscillations dans la bande passante sont minimisée. Choisir dans le tableau l'ordre du filtre que l'on souhaite et donner la fonction de transfert $B_1(w)$ du filtre de Butterworth correspondant.
- Sachant de la résistance normalisée d'un haut parleur de salon est 8Ω déterminer les paramètres L_1, L_2 et C en fonction de R et w_0 pour que le filtre soit un filtre de Butterworth choisis précédemment. Calculer ces valeurs pour une pulsation de coupure de $w_0 = 6000$ rad/s.
- Tracer le diagramme de Bode du filtre.

2. Étude du Tweeter

- Le circuit suivant précède le tweeter de l'enceinte :



- Déterminer sa fonction de transfert $H(w)$ en fonction des paramètres.
- Le filtre est de même ordre que pour le woofer mais cette fois ci on veut un filtre de Butterworth passe-haut, transformer le filtre de butterwoth $B_1(w)$ en filtre passe haut.
- Sachant de la résistance normalisée d'un haut parleur de salon est 8Ω déterminer les paramètres C_1, C_2 et L en fonction de R et w_0 pour que le filtre soit un filtre de Butterworth choisis précédemment. Calculer ces valeurs pour une pulsation de coupure de $w_0 = 6000$ rad/s.
- Tracer le diagramme de Bode du filtre.