Examen de 2eme session de Filtrage analogique 3E100 du 13 juin 2019

55' , avec documents et calculatrice

On désire réaliser un filtre passe haut de Butterworth d'ordre 2 normalisé à **-0.5 dB**. On ne peut pas utiliser les tableaux de prototype de Butterworth fournis car aucun de prévoit de Butterworth normalisé à -0.5 dB. On rappelle que le gain au carré normalisé d'un filtre passe bas de Butterworth se met sous la forme suivante :

$$|H(\omega_n)|^2 = \frac{1}{1+\varepsilon^2\,\omega_n^{\,4}} \qquad (1)$$

où ω_n est la fréquence normalisée et où ε est un coefficient qu'il faut calculer pour que le prototype soit normalisé à -0.5 dB.

1. **Montrer** que ε doit valoir environ 0.35 . (On posera $\varepsilon = 0.35$ dans la suite de l'exercice)
2. **Expliquer** rapidement comment on peut calculer la fonction de transfert normalisée. **(ne pas faire le calcul)**

On trouve finalement la fonction de transfert suivante du filtre passe bas de Butterworth normalisé à -0.5 dB :

$$H(p_n) = \frac{1}{0.35\,p_n^{\,2} + 0.84\,p_n + 1}$$

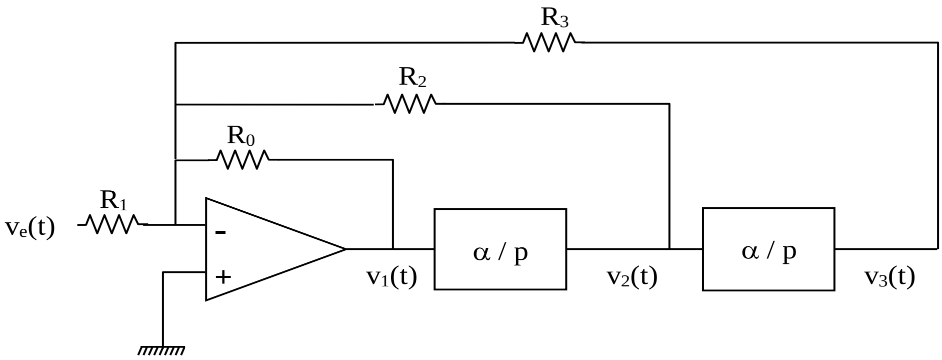
3. **Calculer** la fonction de transfert $H'(p_n)$ du filtre passe-haut normalisé correspondant.

On veut réaliser un filtre passe haut qui atténue de 0.5 dB au maximum à partir de 10 kHz et atténue d'au moins 20 dB les fréquences en dessous de 1 kHz.

4. **Tracer le gabarit** du filtre passe haut désiré **et le gabarit** passe bas normalisé correspondant.
5. **Vérifier** que la fonction de transfert d'ordre 2 trouvée en 2°/ à partir de la réponse fréquentielle donnée dans l'équation 1 convient (grâce à l'équation (1)).
6. **Calculer** la fonction de transfert H'(p) dénormalisée du filtre passe haut désiré et montrer qu'on trouve :

$$H'(p) = \frac{p^2}{1{,}38.10^9 + 5{,}3.10^4\,p + p^2}$$

7. On veut réaliser le filtre passe haut en suivant la technologie des filtres à intégrateurs comme figuré ci-dessous :



Calculer la fonction de transfert $H'(p)=V_1 / V_e$ en fonction de R_0, R_1, R_2, R_3 et α.

8. **Calculer** les valeurs de R_1, R_2 et R_3 sachant que $R_0 = 10\ \text{k}\Omega$ et $\alpha = 10^4$.