

TP N°2

But du TP

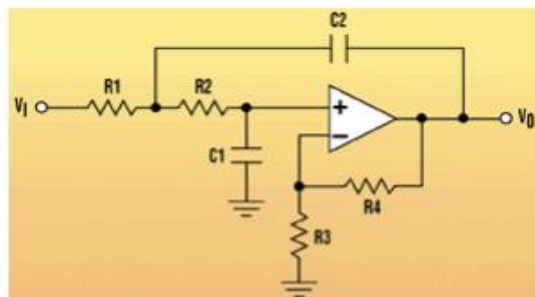
L'objectif de ce TP est d'apprendre à synthétiser des filtres actifs répondant à un cahier des charges. Pour cela, nous allons utiliser deux types de synthèses : Butterworth et Tchebychev pour créer des filtres par association de structures de Sallen-key permettant de répondre aux contraintes d'un gabarit.

Préparation théorique

On souhaite concevoir un filtre passe-bas. Atténuation maximale en bande passante : 3 dB de 0 à 8 kHz . Atténuation minimale en bande atténuée : 40 dB au delà de 20 kHz Ceci permet d'établir le gabarit que doit respecter le filtre.

Il faut qu'en dessous de 8 kHz l'atténuation soit inférieure à 3 dB et au dessus de 20 kHz l'atténuation soit supérieure à 40 dB.

- 1) Tracer le gabarit du filtre qui correspond à ce cahier des charges.
- 2) Identifier l'ordre du filtre par une synthèse type Butterworth et Tchebychev.
- 3) Déduire les deux fonctions de transfert normalisées en se servant des tables des polynômes de Butterworth et Tchebychev.
- 4) Dénormaliser les deux fonctions de transfert obtenues.
- 5) Utiliser des cellules d'un filtre actif de type Sallen-key (structure ci-dessous) pour réaliser ce filtre, pour Butterworth et Tchebychev.



Dans notre cas les résistances $R4$ et $R3$ sont nulles car nous ne souhaitons pas avoir un gain supérieur à 1 en régime statique. Ne pas rajouter de gain qui permet de mieux assurer la stabilité du montage. On pose en plus $R1=R2=R = 10 \text{ KOhm}$.

- a) Calculer les pulsations propres et les facteurs de qualité pour chaque cellule pour Butterworth et Tchebychev. Déduire les valeurs des capacités $c1$ et $c2$.
- b) Que remarquez-vous ?

Manipulation

Pour les filtres de Butterworth et Tchébychev déterminés lors de la préparation, en utilisant un programme MATLAB :

- 1) Calculer l'ordre du filtre pour Butterworth et Tchébychev , ainsi que la fonction de transfert.
- 2) Tracer le diagramme de Bode en amplitude et phase de ce filtre.

- 3) Comparer les comportements de ces deux types de filtres (pente, ondulation ...). On pourra tracer les diagrammes de Bode des filtres de Butterworth et de Tchébychev sur un même graphique pour étudier plus précisément leur comportement dans la bande passante.
- 4) Tracer la réponse indicielle et impulsionnelle de ce filtre.
- 5) Conclure

Quelques fonctions Matlab

`[N,Wn]=buttord(wp,wa,Amax,Amin,'s')`: calcule l'ordre du filtre de Butterworth et la fréquence de coupure à 3db.

`[b,a]=butter(N,Wn,'s')`: calcule le dénominateur et le numérateur de la transfert du filtre

`H1=tf(b,a)` : calcule la fonction de transfert

`[hb,bc]=freqs(b,a,F)`: calcule la réponse fréquentielle

`Bode(b,a)` : donne la courbe du gain et de phase en décibel

`semilogx(bc,20*log10(abs(hb)))` : affichage avec axe des abs. log.

`xlabel()`, `ylabel()`:spécification des axes

`[z,p,k]=buttap(N)` : calcule pôles, zéros et gain

`h=tf(b,a)` : calcule la fonction de transfert

`y=zpk(h)` : donne la forme factorisée de la fonction de transfert h

`[Nc, Wc] = cheb1ord (Wn, Wp, Amax, Amin, 's')`: calcule l'ordre du filtre de Tchebychev et la fréquence de coupure à 3db.

`[C_Num, C_Den] = cheby1 (Nc, Ripple, Wp,'low','s')`:calcule la fonction de transfert du filtre de Tchebychev

`H2=tf(C_Num, C_Den)` : calcule la fonction de transfert