

## GEF311 : Signaux et systèmes

### Lab #7 : Filtre passe-bande de Butterworth

**Laboratoire :** Le but du laboratoire est de construire un filtre passe-bande de Butterworth du sixième ordre dont les fréquences de coupure à 3 dB sont 1 kHz et 4 kHz.

1. Montrez que la fonction de transfert  $H_{BP,3}(s)$  du filtre à construire satisfait

$$H_{BP,3}(s) \propto \frac{s^3}{(s^2 + 18849s + 0.15791 \times 10^9) \times (s^2 + 14740s + 0.56655 \times 10^9) \times (s^2 + 4108.8s + 0.44014 \times 10^8)}$$

*Suggestion :* Utilisez *MAPLE* pour factoriser les polynômes.

2. Sachant que la fonction de transfert du circuit de la figure 1 est :

$$H_1(s) = \frac{V_L(s)}{V_i(s)} = \frac{1/(R_1 R_2 C_1 C_2)}{s^2 + \frac{s}{C_1(R_1 \parallel R_2)} + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

calculez  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  de façon à ce que

$$H_1(s) \propto \frac{1}{s^2 + 4108.8s + 0.44014 \times 10^8}$$

Construisez le circuit et vérifiez son fonctionnement. Mettez ce circuit de côté ; ne le démontez pas.

*Suggestion :* Utilisez  $R_1 = 8.2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 9.1 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 0.056 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 0.0056 \text{ }\mu\text{F}$ .

3. Sachant que la fonction de transfert du circuit de la figure 2 est :

$$H_2(s) = \frac{V_H(s)}{V_i(s)} = \frac{s^2}{s^2 + \frac{s}{R_2(C_1 \parallel C_2)} + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

calculez  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  de façon à ce que

$$H_2(s) \propto \frac{s^2}{s^2 + 18849s + 0.15791 \times 10^9}$$

Construisez le circuit et vérifiez son fonctionnement. Mettez ce circuit de côté ; ne le démontez pas.

*Suggestion :* Utilisez  $R_1 = 22 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 39 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 3.3 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 2.2 \text{ nF}$ .

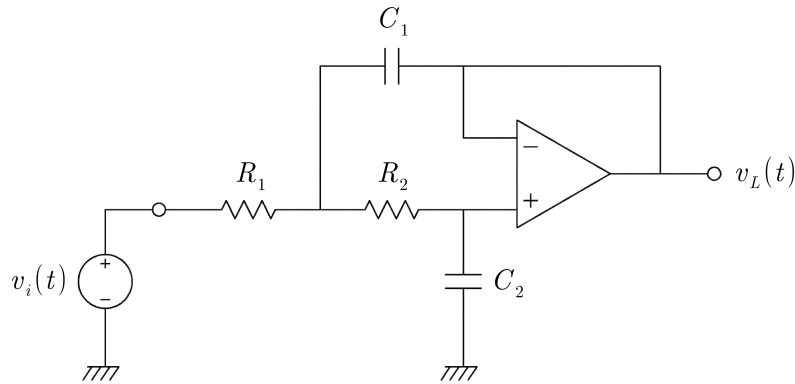


FIGURE 1 –

4. Sachant que la fonction de transfert du circuit de la figure 3 est :

$$H_3(s) = \frac{V_B(s)}{V_i(s)} = - \frac{\frac{s}{R_2 C_2}}{s^2 + \frac{s}{R_3(C_1 \parallel C_2)} + \frac{1}{(R_1 \parallel R_2) R_3 C_1 C_2}}$$

calculez  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  de façon à ce que

$$H_3(s) \propto \frac{s}{s^2 + 14740 s + 0.56655 \times 10^9}$$

Construisez le circuit et vérifiez son fonctionnement. Mettez ce circuit de côté; ne le démontez pas.

*Suggestion* : Utilisez  $R_1 = R_3 = 51 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2.4 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 0.01 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 0.0015 \text{ }\mu\text{F}$ .

5. Cascadez les circuits des parties 2, 3, 4 pour implémenter la fonction de transfert  $H_{BP,3}(s)$  (à une constante de proportionnalité près). Mesurez-en la réponse en fréquence de 100 Hz à 10 kHz en utilisant l'analyseur de réseau du Gizmo *Analog Discovery* de *Digilent*.

### Rapport :

- Détaillez votre travail pour les parties 1 à 4 ci-dessus.
- Tracez les réponses en fréquences théoriques et expérimentales sur le même graphique. Commentez.

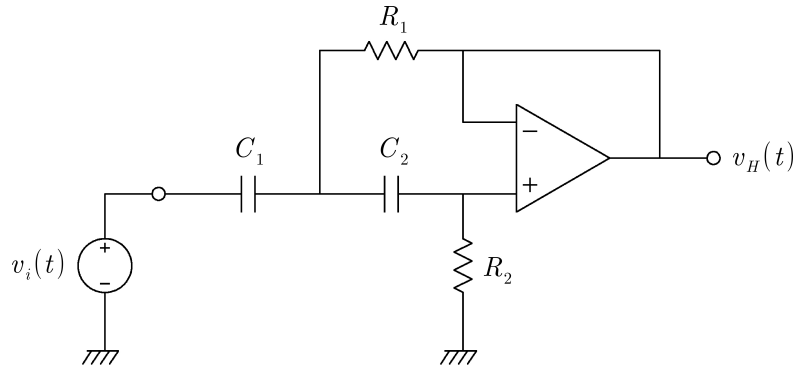


FIGURE 2 -

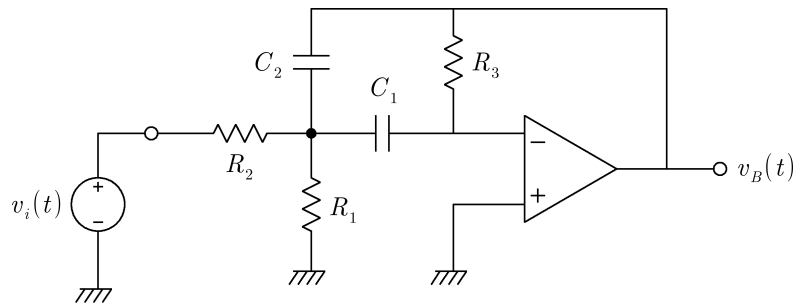


FIGURE 3 -