

ÉLECTRONIQUE

DM n°2

Benjamin QU – SY1924124

Synthèse de filtre

1 Filtre passe-bas

Question 1

Dans le cours, on a déterminé qu'il faut un filtre d'ordre 4, soit 2 filtres passe-bas normalisés d'ordre 2 pour répondre au cahier des charges :

Type de filtre	Passe-bas
Fréquence de coupure	1 kHz
Début de bande d'arrêt (BA)	4 kHz
Atténuation minimale dans la BA	45 dB
Contrainte	Amplitude la plus plate possible dans la BP

Avec l'implémentation de la structure Biquad, on a besoin de 2 cellules Biquad mises en commun. Pour vérifier le bon dimensionnement, on fait donc une simulation avec le modèle fourni dans le fichier LTspice « MAX274_2.asc », qui se présente comme dans la **Figure 1.1**.

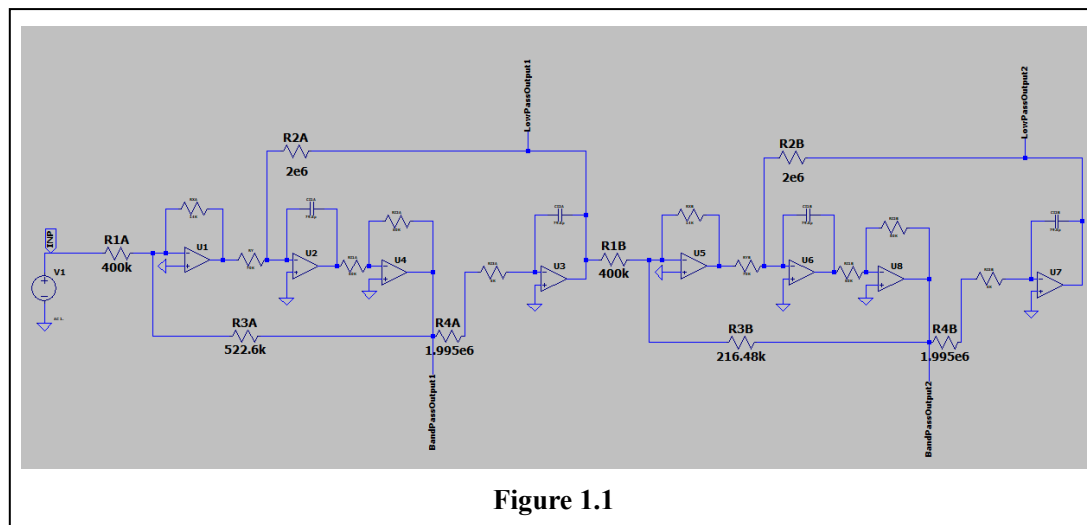
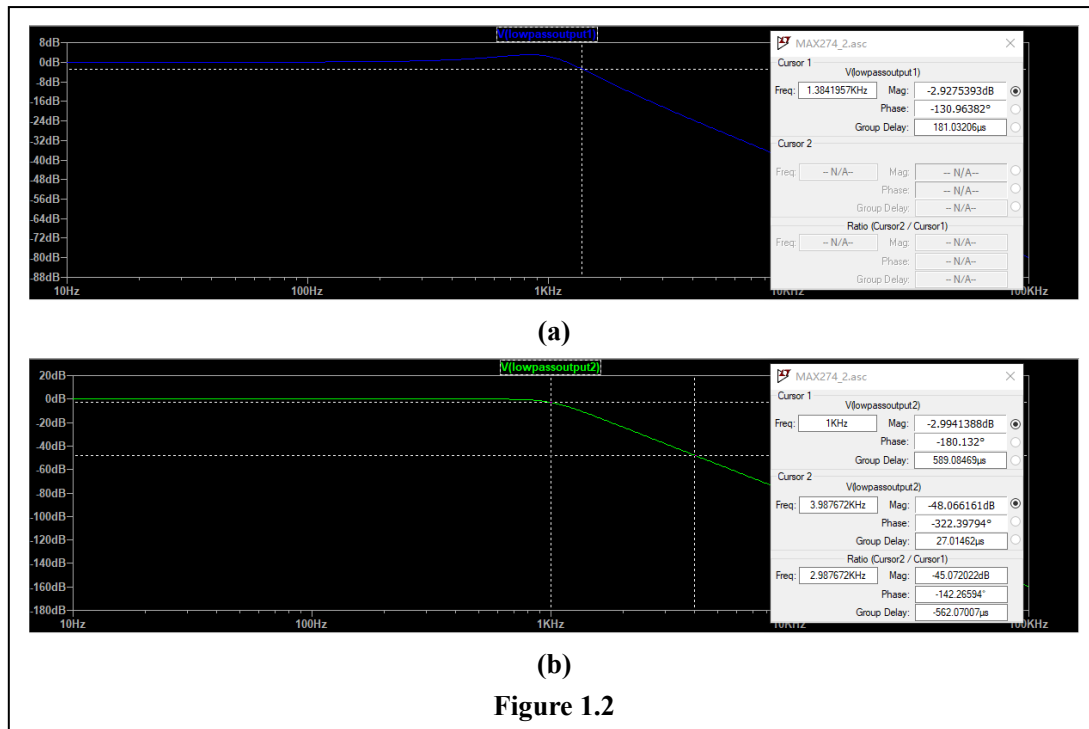


Figure 1.1

Les paramètres (les résistances) sont déjà déterminés dans le cours :

Résistances	Valeurs (Ω)
R1A et R1B	400 k
R2A et R2B	2 M
R3A	522.6 k
R3B	216.48 k
R4A et R4B	1.995 M

La sortie passe-bas du premier étage du filtre est montrée dans la **Figure 1.2 (a)**, et la sortie passe-bas de l'ensemble des deux étages est montrée dans la **Figure 1.2 (b)**. On va vérifier que le comportement dans la **Figure 1.2 (b)** répond bien au cahier des charges.



Justification : On peut voir que dans la **Figure 1.2 (b)**, la fréquence de coupure où le gain est -3 dB est 1 kHz. Et quand la fréquence atteint 4 kHz (début de BA), le gain est atténué jusqu'à -48 dB. Et bien sûr, l'amplitude dans la BP est la plus plate possible (l'erreur de l'amplitude dans la BP, si on utilise le curseur pour voir clairement, est d'ordre mdB).

Conclusion : Le dimensionnement des résistances est correct, et le comportement de cette implémentation répond bien au cahier des charges.

2 Filtre passe-bande

Le cahier des charges du filtre passe-bande étudié en TD :

Type de filtre	Passe-bande
Fréquence centrale	10 kHz
Bande passante (BP)	$B = 1 \text{ kHz}$
Bande d'atténuation (BA)	$B' = 3 \text{ kHz}$
Atténuation minimale dans la BA	10 dB
Contrainte	Amplitude la plus plate possible dans la BP

3 Structure Biquad

Question 2

Dans le TD, on a vu qu'un seul filtre passe-bas normalisé d'ordre 1 est suffisant. Avec la structure Biquad, on a besoin d'une cellule Biquad, donc on va simuler en utilisant le modèle fourni dans le fichier LTspice « **MAX274.asc** ». Le dimensionnement des résistances dans le TD nous donne :

Résistances	Valeurs (Ω)
R1	400 k
R2	200 k
R3	400 k
R4	195 k

Le modèle est donc présenté dans la **Figure 2.1**.

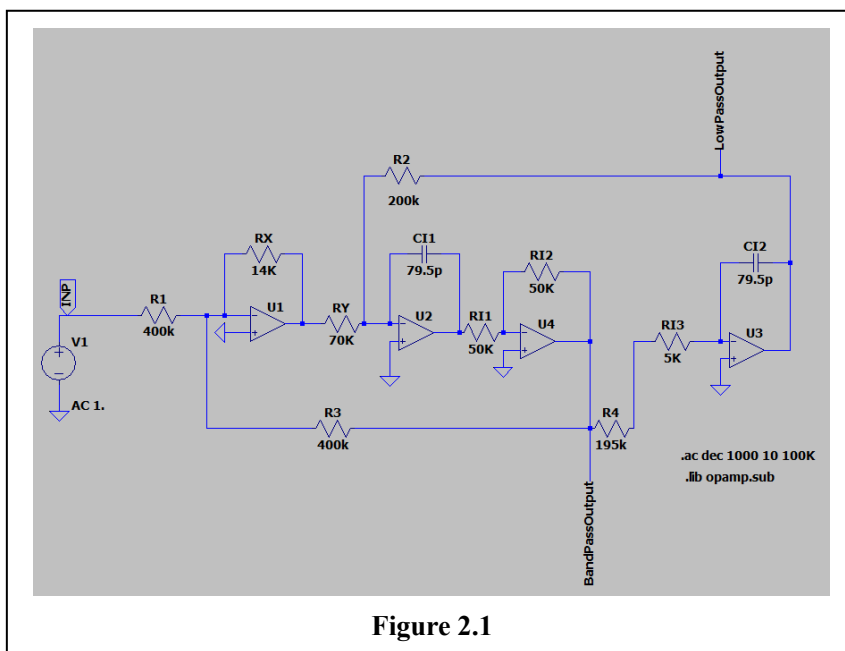


Figure 2.1

La sortie passe-bande de ce modèle est montrée dans la **Figure 2.2**.

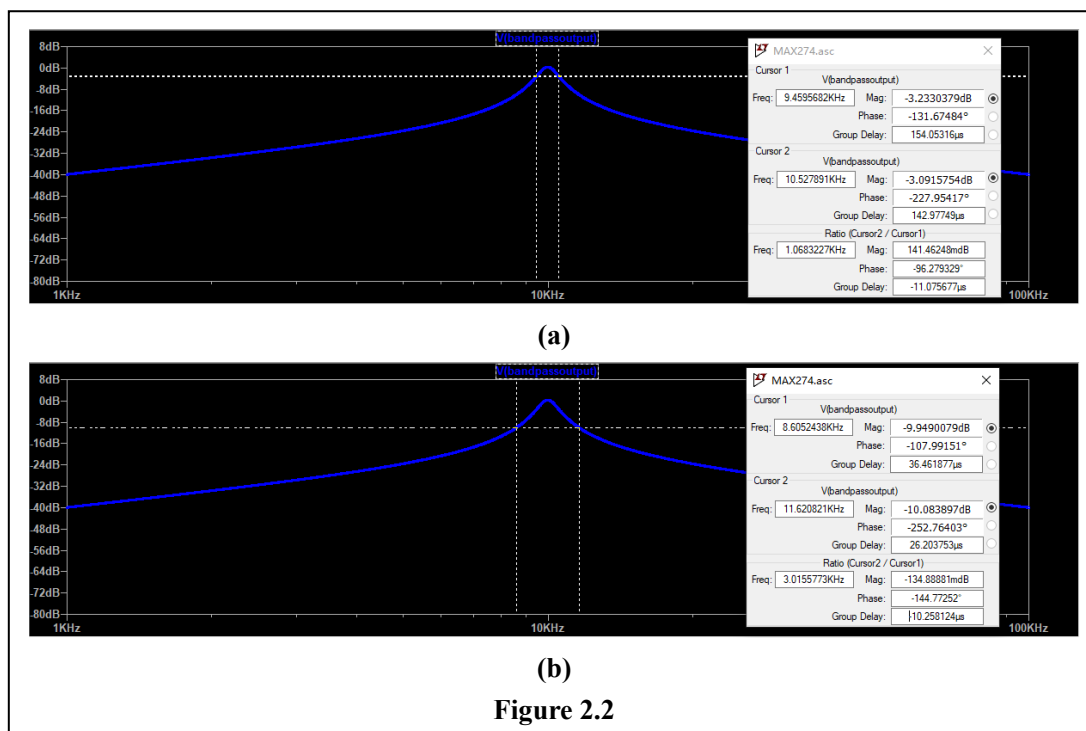


Figure 2.2

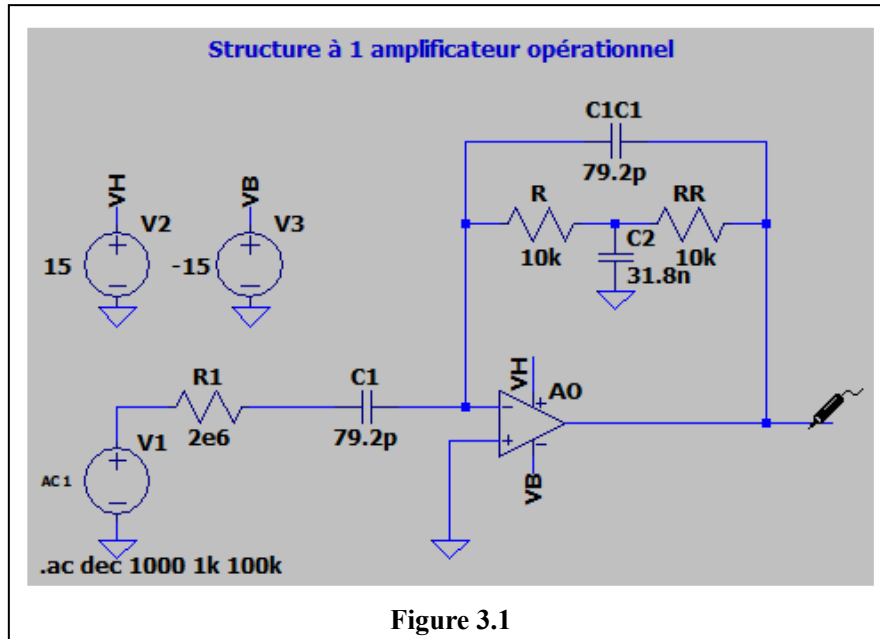
Justification : On peut voir que dans la **Figure 2.2 (a)**, $f_1 \approx 9.46$ kHz, $f_2 \approx 10.53$ kHz, d'où la bande passante $B = f_2 - f_1 \approx 1.07$ kHz. Dans la **Figure 2.2 (b)**, on a $f'_1 \approx 8.61$ kHz, $f'_2 \approx 11.62$ kHz, d'où la bande d'atténuation $B' = f'_2 - f'_1 \approx 3.01$ kHz. Et la fréquence centrale est bien $f_0 = \sqrt{f_1 f_2} = \sqrt{f'_1 f'_2} \approx 10$ kHz. L'utilisation d'un filtre de Butterworth indique déjà que l'amplitude dans la BP est la plus plate possible.

Conclusion : Le dimensionnement des résistances du filtre passe-bande avec la structure Biquad est bien correct.

4 Structure à 1 amplificateur opérationnel

Question 3

On utilise maintenant un nouveau modèle présenté dans la **Figure 3.1**.



Dans le TD on a déterminé les valeurs pour différents composants :

Résistances	Valeurs
C1 (et C1C1)	$\approx 79.2 \text{ pF}$
C2	$\approx 31.8 \text{ nF}$
R (et RR)	$10 \text{ k}\Omega$
R1	$= RC_2 / 2C_1 \approx 2 \text{ M}\Omega$

La sortie de l'amplificateur est montrée dans la **Figure 3.2** (dans la page suivante).

Justification : On peut voir que dans la **Figure 3.2 (a)**, $f_1 \approx 9.42 \text{ kHz}$, $f_2 \approx 10.44 \text{ kHz}$, d'où la bande passante $B = f_2 - f_1 \approx 1.02 \text{ kHz}$. Dans la **Figure 3.2 (b)**, on a $f'_1 \approx 8.57 \text{ kHz}$, $f'_2 \approx 11.53 \text{ kHz}$, d'où la bande d'atténuation $B' = f'_2 - f'_1 \approx 2.96 \text{ kHz}$. Et la fréquence centrale est bien $f_0 = \sqrt{f_1 f_2} = \sqrt{f'_1 f'_2} \approx 10 \text{ kHz}$.

Conclusion : Le dimensionnement du filtre passe-bande avec la structure à un seul amplificateur est bien correct.

