

# TP 01 : Etude des filtres actifs

*TP Fonction de l'Électronique*

Dr. Lezzar

# Table des matières



|  |   |
|--|---|
| <b>Objectifs</b>                             | 3 |
| <b>I - Étude théorique</b>                   | 4 |
| 1. Filtre passe bas .....                    | 4 |
| 2. Filtre passe haut .....                   | 5 |
| 3. Filtre passe bande .....                  | 6 |
| <b>II - Manipulation</b>                     | 7 |
| 1. Réalisation d'un filtre passe bas .....   | 7 |
| 2. Réalisation d'un filtre passe haut .....  | 8 |
| 3. Réalisation d'un filtre passe bande ..... | 9 |

# Objectifs

- Vérifier les différentes fonctions de filtrage (passe bas, passe haut et passe bande).
- Déterminer expérimentalement la bande passante, la fréquence de coupure des filtres actifs de premier ordre.
- Tracer le diagramme de Bode des filtres.

# Étude théorique

I

Un filtre est un circuit électronique qui réalise une opération de traitement du signal. Autrement dit, il atténue certaines fréquences d'un signal et en laisse passer d'autres.

Il existe plusieurs types de filtres, dont les plus connus sont :

1. Filtre passe-haut d'ordre un
2. Filtre passe-bas d'ordre un
3. Filtre passe-bande d'ordre un

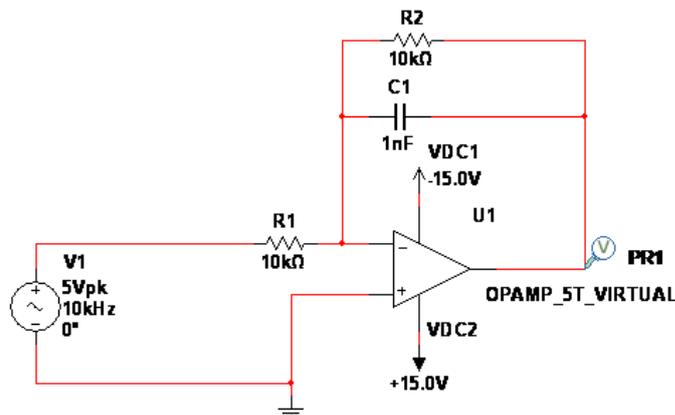
La fréquence de coupure des filtres est calculée pour un gain :

$$G(f_c) = \frac{V_s}{V_e} = G_{max} - \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$G(f_c) \text{ db} = 20 * \log\left(\frac{V_s}{V_e}\right) = G_{max} - 3 \text{ db}$$

## 1. Filtre passe bas

Il ne laisse passer que les fréquences en-dessous d'une fréquence déterminée, appelée "fréquence de coupure". Il atténue les autres (les haute fréquences). Autrement dit, il «laisse passer ce qui est bas».



### Complément

C'est un atténuateur d'aiguës pour un signal audio. On pourrait l'appeler coupe-haut.

### Fondamental

On note  $Z = C1 // R2$

La fonction de Transfert de ce filtre est :

$$Z = \frac{\left(\frac{R_2}{j \cdot C1 \cdot w}\right)}{\left(R2 + \frac{1}{j \cdot C1 \cdot w}\right)} = R \frac{2}{(1 + j \cdot R2 \cdot C1 \cdot w)}$$

$$\frac{Vs}{Ve} = H(jw) = \frac{-Z}{R1} = \frac{-R2}{R1} \cdot \frac{1}{(1 + j \cdot R2 \cdot C1 \cdot w)}$$

La pulsation de coupure et la fréquence de coupure :

$$w_0 = \frac{1}{(R2 \cdot C2)}, f_c = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot R2 \cdot C2)}$$

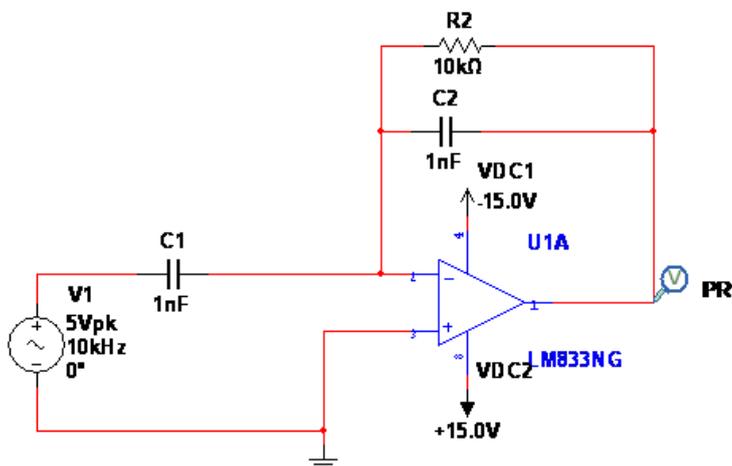
Le gain G et le module de la fonction de transfert :

$$|H(x)| = \left| \frac{(R2/R1)}{\left(1 + j \cdot \frac{w}{w_0}\right)} \right|$$

le gain en db :  $H(db) = 20 \cdot \log H(w) = 10 \cdot \frac{R2}{R1} \cdot \log \left(1 + \frac{w^2}{w_0^2}\right)$

## 2. Filtre passe haut

Il ne laisse passer que les fréquences au-dessus d'une fréquence déterminée, appelée "fréquence de coupure". Il atténue les autres (les basses fréquences). Autrement dit, il «laisse passer ce qui est haut».



### Complément

C'est un atténuateur de graves pour un signal audio. On pourrait aussi l'appeler coupe-bas.

### Fondamental

On note  $Z = R2 // C2$

La fonction de Transfert de ce filtre est :

$$Z = \frac{\left(\frac{R2}{j \cdot C2 \cdot w}\right)}{\left(R2 + \frac{1}{j \cdot C2 \cdot w}\right)} = \frac{R2}{(1 + j \cdot R2 \cdot C2 \cdot w)}$$

$$\frac{Vs}{Ve} = H(jw) = \frac{-Z}{Zc} = \frac{-(j \cdot R2 \cdot C1)}{(1 + j \cdot R2 \cdot C2 \cdot w)} = \frac{-C1}{C2} \cdot \frac{(j \cdot R2 \cdot C2 \cdot w)}{(1 + j \cdot R2 \cdot C2 \cdot w)}$$

La pulsation de coupure et la fréquence de coupure :

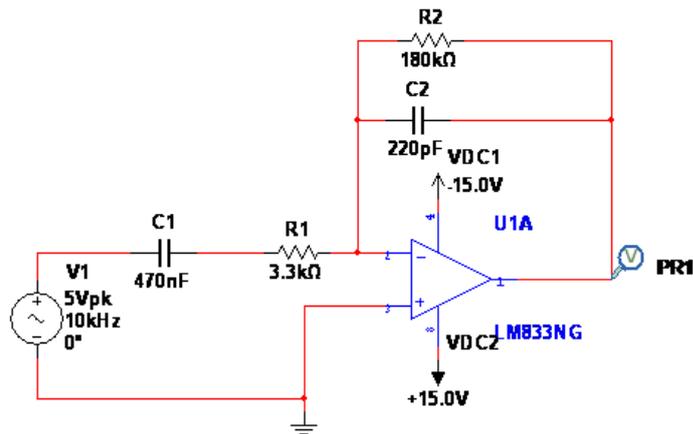
$$w_0 = \frac{1}{(R2 \cdot C2)}, f_c = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot R2 \cdot C2)}$$

Le gain G et le module de la fonction de transfert :  $|H(x)| = \left| \frac{C1}{C2} * \frac{(j \frac{w}{w_0})}{(1 + j \frac{w}{w_0})} \right|$

le gain en db :  $H(db) = 20 * \log H(w) = \frac{C1}{C2} * (20 * \log (\frac{w}{w_0}) - 10 * \log (1 + \frac{w^2}{w_0^2}))$

### 3. Filtre passe bande

Il ne laisse passer que les fréquences en-dessous d'une fréquence déterminée, appelée "fréquence de coupure". Il atténue les autres (les haute fréquences). Autrement dit, il «laisse passer ce qui est bas».



#### Complément

Il est très utilisé dans les récepteurs radio, tv pour isoler le signal que l'on désire capter.

#### Fondamental

on note  $Z1=R1+Zc1$ ,  $Z2=R2//Zc2$ .

La fonction de Transfert de ce filtre est :

$$Z1 = R1 + \frac{1}{(j * C1 * w)} = \frac{(1 + j * R1 * C1 * w)}{(j * R1 * C1 * w)}, Z2 = \frac{(\frac{R2}{(j * C2 * w)})}{(R2 + \frac{1}{(j * C2 * w)})} = \frac{R2}{(1 + j * R2 * C2 * w)}$$

$$\frac{Vs}{Ve} = H(jw) = \frac{-Z2}{Z1} = \frac{-R2}{R1 * ((1 + j * R2 * C2 * w) * (1 + j * R1 * C1 * w))}$$

La fréquence de résonance :  $f_0 = \frac{1}{(2 * \pi * \sqrt{(R1 * C1 * R2 * C2)})}$

Les fréquences de coupure :

$$w_{c1} = \frac{1}{(R2 * C1)}, f_{c1} = \frac{1}{(2 * \pi * R2 * C1)}$$

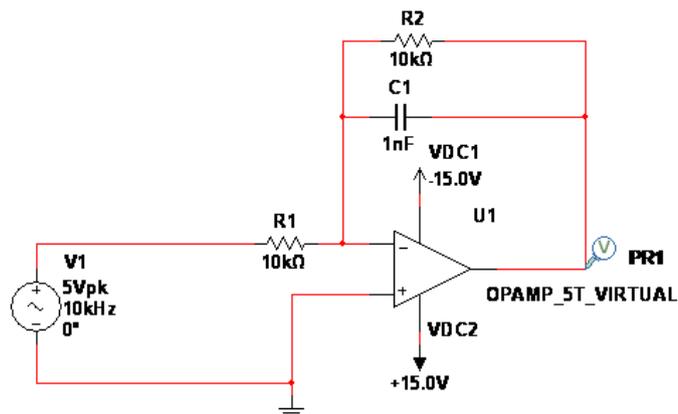
$$w_{c2} = \frac{1}{(R2 * C2)}, f_{c2} = \frac{1}{(2 * \pi * R2 * C2)}$$

# Manipulation

## II

### 1. Réalisation d'un filtre passe bas

Réalisez montage de la figure 1



#### Méthode : Visualisation

Maître une sonde de tension a la sortie Vs

- Visualisé le gain et la phase en fonction de la fréquence en mode AC sweep avec l'axe verticale en décibé

#### Attention : Utilisation de l'application Analyse fréquentiel (AC Sweep)

Dans l'application Electric circuit studio la tension d'entrée doit être obligatoirement  $V1=1V_{pk}$ .

et le  $G (db)=20*\log(g)$  avec petit g représente le gain linéaire ( $mag$ )= $V_s/V_e$

#### Rappel : La fréquence de coupure $f_c$

$f_c$  est prélevé sur le graphe G db en fonction des fréquence.  $G (f_c) db = G_{max} - 3db$

La bande passante d'un filtre passe bas contient les bas fréquence inférieur à  $f_c$

#### Remarque : Changement de la bande passante

Pour élargir ou réduire la bande passante on doit modifier la fréquence de coupure.

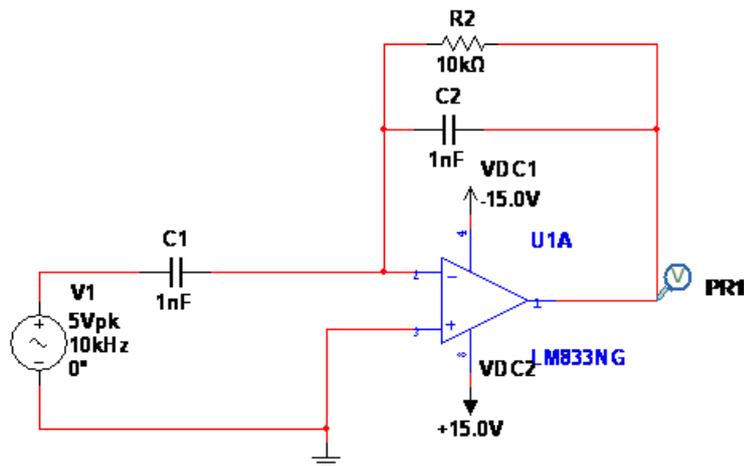
Dans un filtre passe bas il fait augmenté la fréquence de coupure pour élargir la bade passante qui commence à 1Hz et se termine à cette fréquence

### Complément : Gain

Pour augmenter le Gain max selon la formule  $|H(\omega)|$ , donc il suffit d'augmenter le rapport des résistances

## 2. Réalisation d'un filtre passe haut

Réalisez montage de la figure 2



### Méthode : Visualisation

Maître une sonde de tension a la sortie Vs

- Visualisé le gain et la phase en fonction de la fréquence en mode AC sweep avec l'axe verticale en lumière

### Attention : Utilisation de l'application Analyse fréquentiel (AC Sweep)

Dans l'application Electric circuit studio la tension d'entrée doit être obligatoirement  $V1=1Vpk$ .

et le  $G (db)=20*\log(g)$  avec petit g représente le gain linéaire ( $mag)=Vs/Ve$

### Rappel : Fréquence de coupure $f_c$

La fréquence de coupure  $f_c$  est prélevé sur le graphe G en fonction des fréquence est à  $G (f_c)=G_{max}- 1/\sqrt{2}$

La bande passante d'un filtre passe haut contient les bas fréquence supérieur à  $f_c$

### Remarque : Changement de la bande passante

Pour élargir la bande passante on doit modifier la fréquence de coupure.

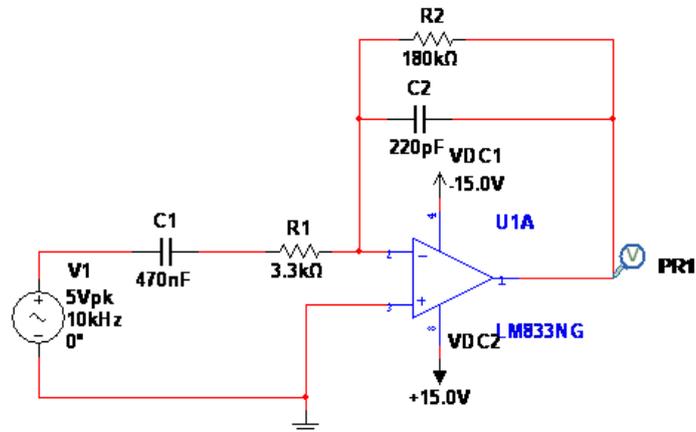
Dans un filtre passe haut il fait diminué la fréquence de coupure pour élargir la bade passante qui commence à cette fréquence et se termine à  $\infty$

### Complément : Gain

Pour augmenter le Gain max selon la formule  $|H(\omega)|$ , donc il suffit d'augmenter le rapport des condensateurs

### 3. Réalisation d'un filtre passe bande

Réalisez montage de la figure 3



#### Méthode : Visualisation

Maître une sonde de tension a la sortie Vs

- Visualisé le gain et la phase en fonction de la fréquence en mode AC sweep avec l'axe verticale en décibelle pour G (db)

#### Attention : Utilisation de l'application Analyse fréquentiel (AC Sweep)

Dans l'application Electric circuit studio la tension d'entrée doit être obligatoirement  $V1=1V_{pk}$ .  
et le  $G (db)=20*\log(g)$  avec petit g représente le gain linéaire ( $mag$ )= $V_s/V_e$

#### Rappel : La fréquence $f_0$

C'est la fréquence maximum représentée sur la courbe G en fonction des fréquence.

La bande passante d'un filtre passe bande contient les bas fréquence entre  $f_{c1}$  et  $f_{c2}$ .

#### Méthode : Changement de la bande passante

Pour augmenté la bande passante on doit modifier la fréquence de coupure  $f_{c1}$  et  $f_{c2}$ , sachant que les limite de la bande sont  $f_{c1}$  et  $f_{c2}$

Dans un filtre passe bande il fait choisir la fréquence de coupure minimum comme le début de la bande et la fréquence de coupure maximum comme la fin de la bande bande.