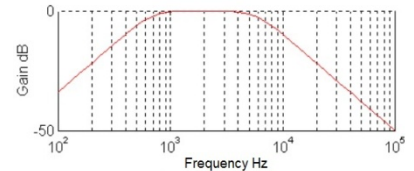


Apports de connaissances

- ✓ Différents types de filtre : passe-bas, passe-haut, passe bande, réjecteur de bande
- ✓ Gain d'un filtre
- ✓ Fréquence de coupure d'un filtre
- ✓ Bande passante d'un filtre



1. Présentation.

Le **filtrage** est une fonction de l'électronique qui réalise une opération de traitement du signal.

Il consiste à **atténuer certaines composantes d'un signal et à en laisser passer d'autres**.

Les circuits électroniques qui réalisent cette fonction sont appelés **filtres**.

Il existe plusieurs types de filtres :

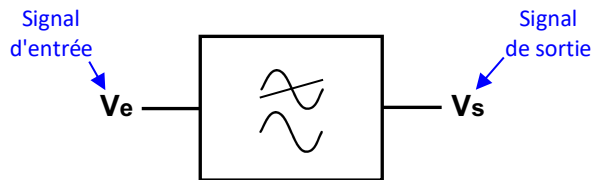
- le filtre passe-bas
- le filtre passe-haut
- le filtre passe-bande
- le filtre réjecteur de bande.

2. Différents types de filtres.

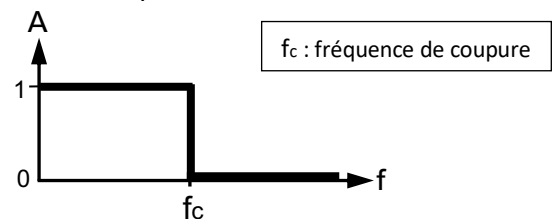
21 Filtre passe-bas.

Le **filtre passe-bas** ne laisse passer que les fréquences au-dessous d'une fréquence déterminée f_c , appelée **fréquence de coupure**. Il atténue les autres fréquences (les hautes fréquences). Autrement dit : "il laisse passer ce qui est bas". C'est un atténuateur de sons aigus pour un signal audio.

On pourrait également appeler un filtre passe-bas : un filtre coupe-haut.



Symbole d'un filtre passe-bas



Caractéristique du filtre

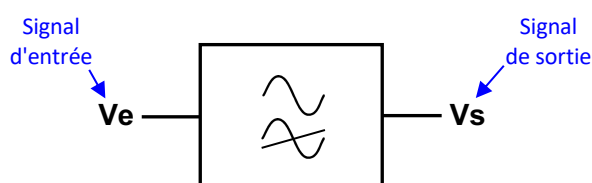
Remarque : A est égal au rapport $\frac{V_{Smax}}{V_{Ema}} = \frac{V_{Seff}}{V_{Eeff}}$. A est appelé **coefficient d'amplification**.

Le coefficient d'amplification représente la capacité d'une structure à augmenter ou diminuer l'amplitude d'un signal.

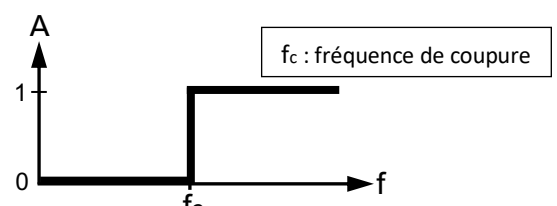
22 Filtre passe-haut.

Le **filtre passe-haut** ne laisse passer que les fréquences au-dessus d'une fréquence déterminée f_c , appelée **fréquence de coupure**. Il atténue les autres fréquences (les basses fréquences). Autrement dit : "il laisse passer ce qui est haut". C'est un atténuateur de sons graves pour un signal audio.

On pourrait également appeler un filtre passe-haut : un filtre coupe-bas.



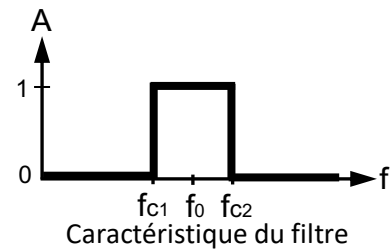
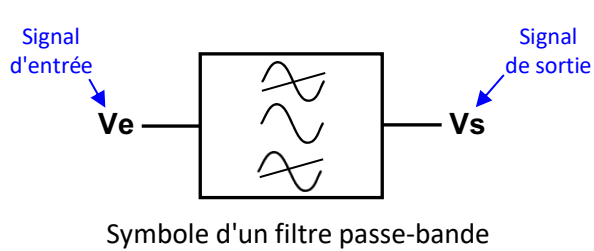
Symbole d'un filtre passe-haut



Caractéristique du filtre

23 Filtre passe-bande.

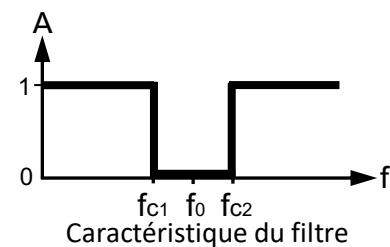
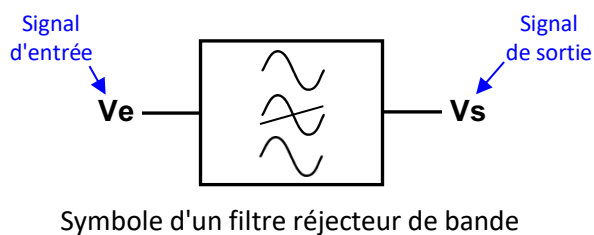
Le **filtre passe-bande** ne laisse passer qu'une certaine bande de fréquences (et atténue tout ce qui est "en dessous" et "au dessus"). Il est très utilisé dans les récepteurs radio et TV pour isoler le signal que l'on désire capter.



- f_0 : fréquence centrale
- f_{c1} : fréquence de coupure basse
- f_{c2} : fréquence de coupure haute

24 Filtre réjecteur de bande.

Le **filtre réjecteur de bande** appelé aussi "filtre trappe" ou filtre "coupe-bande", est le complémentaire du filtre passe-bande. Il atténue une plage de fréquences spécifiée. Il peut être utilisé par exemple pour diminuer certains parasites présents sur une plage de fréquences étroite spécifiée.



- f_0 : fréquence centrale
- f_{c1} : fréquence de coupure basse
- f_{c2} : fréquence de coupure haute

3. Gain d'un filtre.

Lorsque l'on étudie des filtres, plutôt que de parler de coefficient d'amplification, on préfère parler de **gain**.

Comme le coefficient d'amplification, le gain désigne la capacité d'une structure à augmenter ou diminuer l'amplitude d'un signal.

Il est défini par la formule :

$$G = 20 \log(A)$$

L'unité du gain est le **décibel** noté dB.

Si le gain est positif, la structure amplifie le signal, si le gain est négatif, la structure atténue le signal. Dans le cas où le gain est nul : il n'y a ni amplification, ni atténuation.

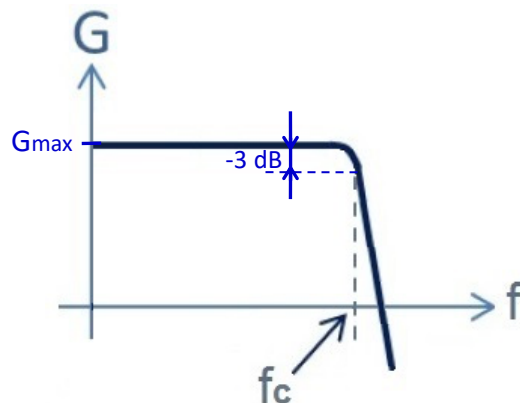
4. Fréquence de coupure d'un filtre.

Les quatre filtres évoqués au paragraphe 2 possèdent des caractéristiques idéales (car constituées de segments de droite horizontaux et verticaux). Dans la réalité, la caractéristique des filtres n'est pas aussi idéale : voir caractéristique du filtre passe-bas ci-dessous.

C'est pourquoi la fréquence de coupure d'un filtre est définie comme indiqué ci-après :

La fréquence de coupure f_c d'un filtre spécifie une fréquence particulière pour laquelle le signal est atténué d'un certain nombre de décibels par rapport au gain maximal. Généralement on choisit une fréquence de coupure à -3 dB (-3 dB est la valeur prise par défaut lorsqu'on parle de fréquence de coupure).

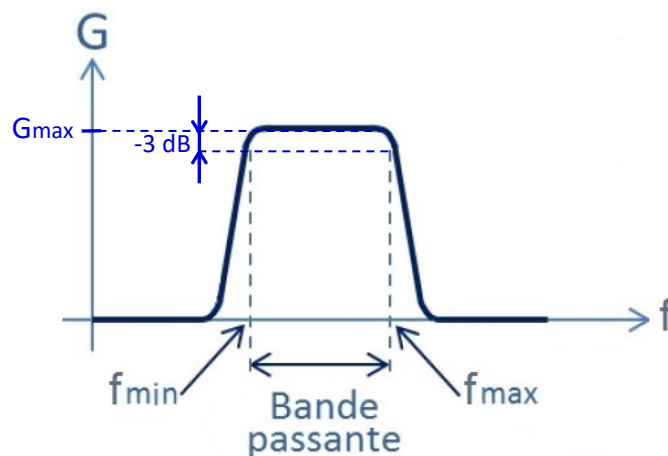
Selon la position de cette fréquence sur la caractéristique du filtre, on parle de fréquence de coupure basse ou de fréquence de coupure haute.



Caractéristique réelle d'un filtre passe-bas

5. Bande passante d'un filtre passe-bande.

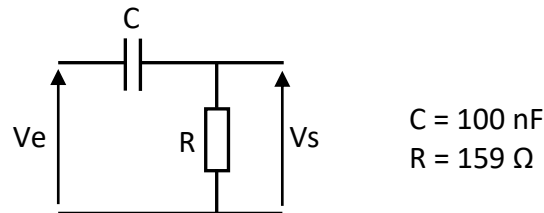
La **bande passante** d'un filtre passe-bande est la différence entre la fréquence de coupure haute et la fréquence de coupure basse. Ces deux fréquences sont choisies (généralement) pour une atténuation de -3 dB par rapport au gain maximum.



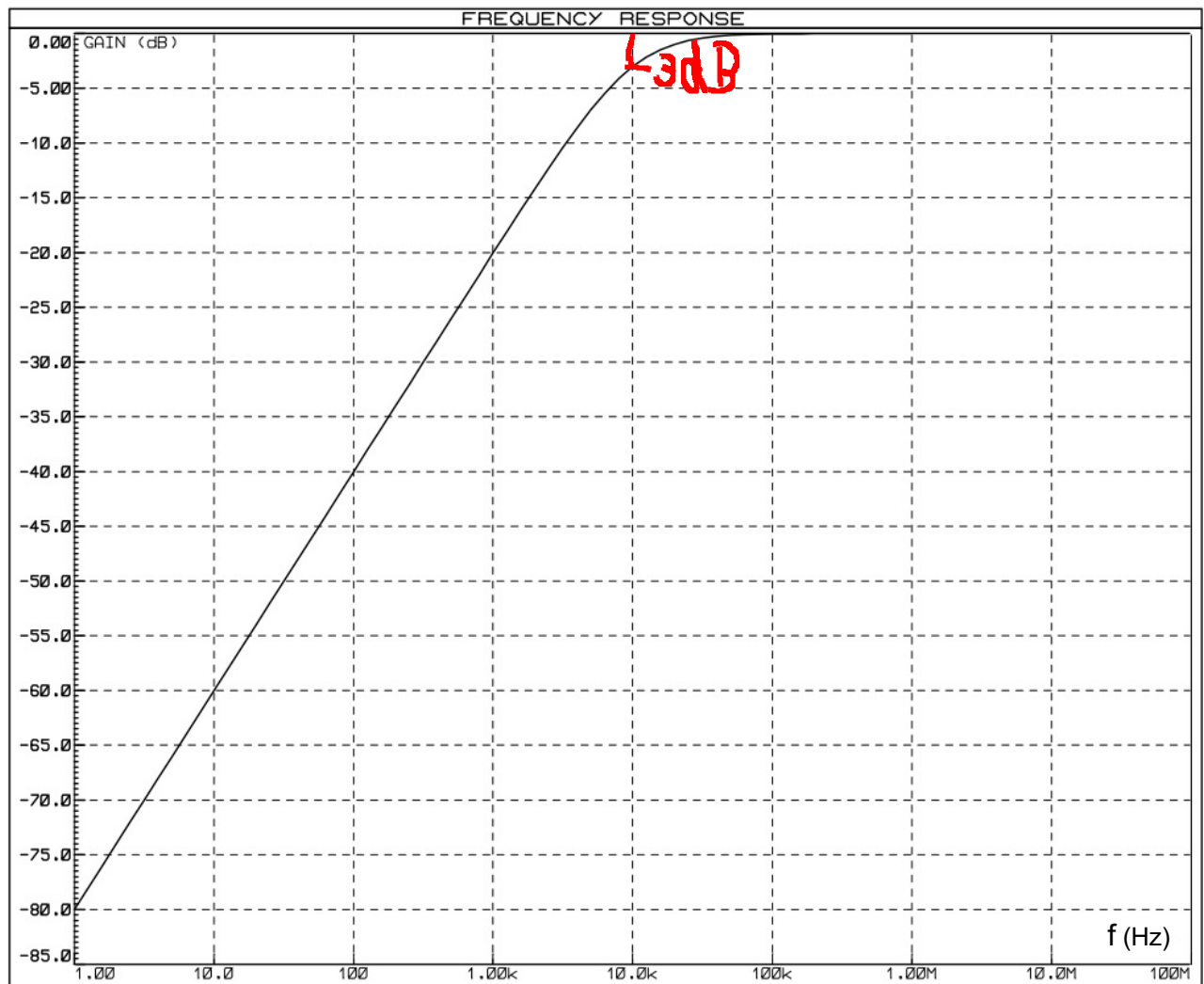
$$\text{Bande passante} = f_{\max} - f_{\min}$$

6. Exercice N°1.

On peut réaliser un filtre simple en reliant ensemble un condensateur C et une résistance R comme indiqué sur le schéma ci-dessous. Les valeurs choisies pour R et C fixent la fréquence de coupure du filtre. La position des composants dans le circuit détermine le type du filtre.



On donne la caractéristique de ce filtre.



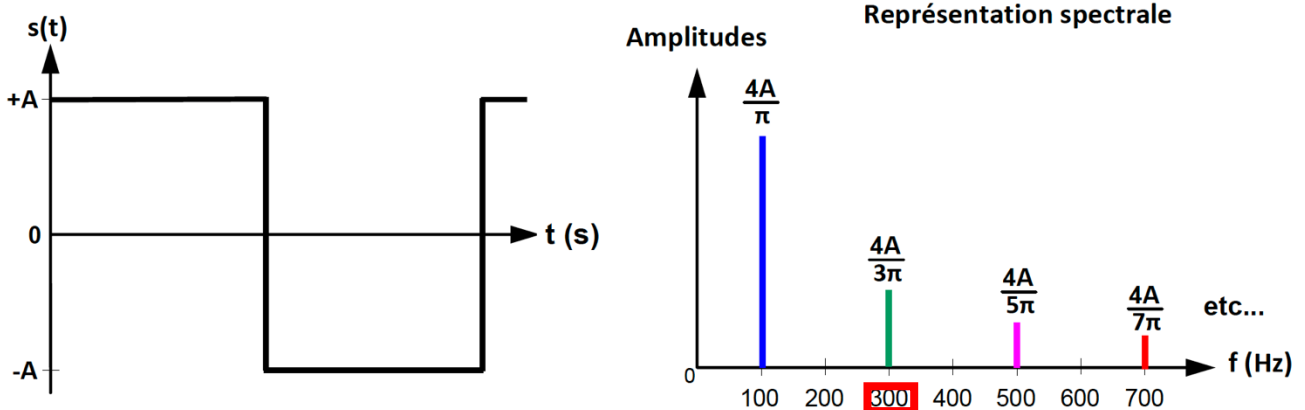
a) Quel est le type de ce filtre ?
il s'agit d'un filtre passe-haut

b) Déterminer graphiquement la fréquence de coupure f_c du filtre.

$f_c = 10 \text{ kHz}$

7. Exercice N°2.

On considère le signal carré $s(t)$ de fréquence 100 Hz et sa représentation spectrale (voir ci-dessous).

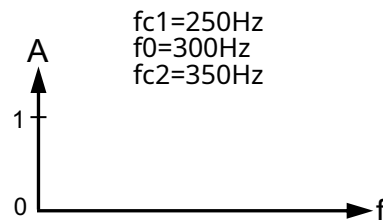


- a) Quel type de filtre faut-il utiliser pour extraire du signal carré $s(t)$ l'harmonique de rang 3 ?
Dessiner le symbole de ce filtre.

un filtre passe-bande



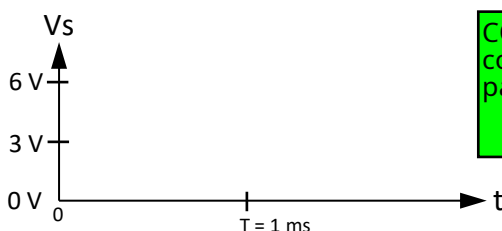
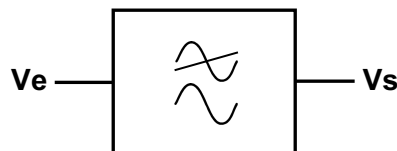
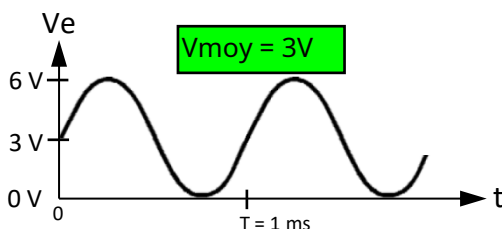
- b) Tracer ci-contre la caractéristique de ce filtre en précisant ses valeurs remarquables :
fréquence(s) de coupure et / ou fréquence centrale.
On supposera que le filtre est idéal (voir pages 1 et 2).



Caractéristique du filtre

8. Exercice N°3.

On considère le signal V_e ci-dessous que l'on applique à l'entrée d'un filtre passe-bas idéal (voir page 1). La fréquence de coupure f_c du filtre est égale à 0,1 Hz.
Tracer ci-dessous le chronogramme du signal V_s en sortie du filtre. Justifier votre réponse.



CORRECTION: le signal est composé d'une dimension continue située à 3V (0Hz), qui n'est pas filtrée par le filtre passe-bas, nous laissant donc avec un signal continu à 3V

le chronogramme sera vide car il s'agit d'un filtre passe bas laissant passer toutes fréquences inférieures à 0.1Hz mais la fréquence sur chronogramme est de 1kHz