

Le filtrage de fréquences

Fiche de cours

Le filtrage des fréquences permet d'éliminer certaines fréquences présentes dans un signal. Cas pratiques :

- élimination du 50Hz généré par le secteur dans un signal électrique sonore,
- séparations des spectres de fréquences sur une ligne ADSL,
- filtrage d'un canal radio sur une VHF,...

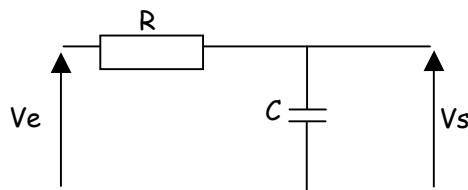
Il existe deux grandes familles de filtres suivant leur montage électronique:

- les filtres passifs : qui sont exclusivement composés de composants électroniques passifs (résistors, condensateurs et bobines),
- les filtres actifs : qui sont réalisés autour de composants actifs (amplificateurs, transistors,...).

I/ Les filtres passe-bas :

Ils permettent d'éliminer les hautes fréquences tout en conservant les basses fréquences.

Exemple :



Fonctionnement :

En basses fréquences, le condensateur correspond à un circuit ouvert. Le résistor laisse passer le signal. Donc $V_s = V_e$

En hautes fréquences, le condensateur correspond à un court-circuit, le signal en sortie vaut donc 0. $V_s = 0V$

En moyennes fréquences, le condensateur "conduit" d'autant plus que la fréquence augmente. Il en résulte une atténuation du signal en sortie.

On définit ainsi l'atténuation par la formule $A_v = \frac{V_s}{V_e}$

On définit également le gain par la formule $G = 20 \log(A_v) = 20 \log\left(\frac{V_s}{V_e}\right)$

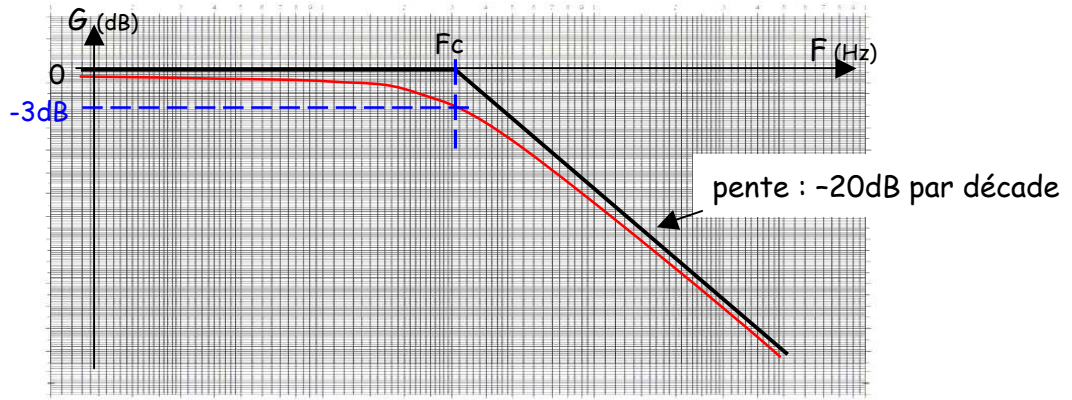
On trouve alors une fréquence caractéristique appelée fréquence de coupure et notée

$$F_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

A cette fréquence de coupure, le gain se caractérise par la valeur -3dB

Il est possible de représenter la courbe de gain en fonction de la fréquence. On obtient alors une courbe que l'on représente sur un papier spécial appelé semi-logarithmique. En effet, l'ordonnée

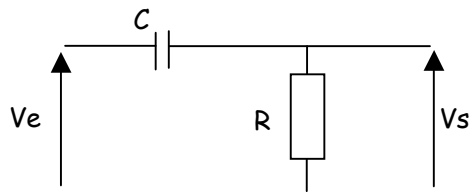
suit une progression linéaire, alors que l'abscisse suit une progression logarithmique. Dans ce cas, on obtient une courbe du type :



II/ Les filtres passe-haut :

Ils permettent d'éliminer les basses fréquences tout en conservant les hautes fréquences.

Exemple :



Fonctionnement :

En hautes fréquences, le condensateur correspond à un court-circuit. Le signal est donc transmis directement. Donc $V_s = V_e$

En basses fréquences, le condensateur correspond à un circuit ouvert, le signal en sortie vaut 0 à cause du résistor. $V_s = 0\text{ V}$

En moyennes fréquences, le condensateur "conduit" d'autant moins que la fréquence diminue. Il en résulte une atténuation du signal en sortie.

On définit ainsi l'atténuation par la formule $A_v = \frac{V_s}{V_e}$

On définit également le gain par la formule $G = 20 \log (A_v) = 20 \log \left(\frac{V_s}{V_e} \right)$

On trouve alors une fréquence caractéristique appelée fréquence de coupure et notée

$$F_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

A cette fréquence de coupure, le gain se caractérise par la valeur -3 dB

Il est possible de représenter la courbe de gain en fonction de la fréquence. On obtient alors une courbe que l'on représente sur un papier spécial appelé semi-logarithmique. En effet, l'ordonnée suit une progression linéaire, alors que l'abscisse suit une progression logarithmique. Dans ce cas, on obtient une courbe du type :

IV/ Filtre réjecteur de bande

Ils permettent d'éliminer les moyennes fréquences tout en conservant les basses et les hautes fréquences.

Fonctionnement :

En hautes fréquences, le signal est transmis avec une atténuation d'autant plus importante que l'on se rapproche des fréquences moyennes. Donc $V_s < V_e$

En basses fréquences, le signal est transmis avec une atténuation d'autant plus importante que l'on se rapproche des fréquences moyennes.. Donc $V_s < V_e$

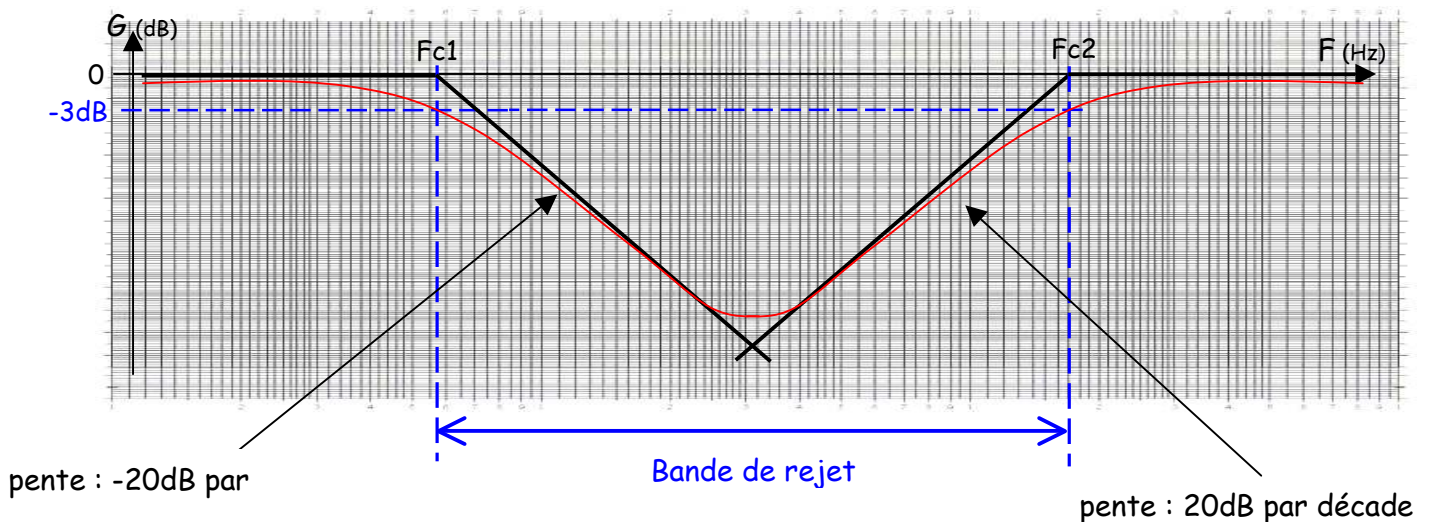
En moyennes fréquences, le signal n'est pas ou peu transmis.

On définit ainsi l'atténuation par la formule $A_v = \frac{V_s}{V_e}$

On définit également le gain par la formule $G = 20 \log(A_v) = 20 \log\left(\frac{V_s}{V_e}\right)$

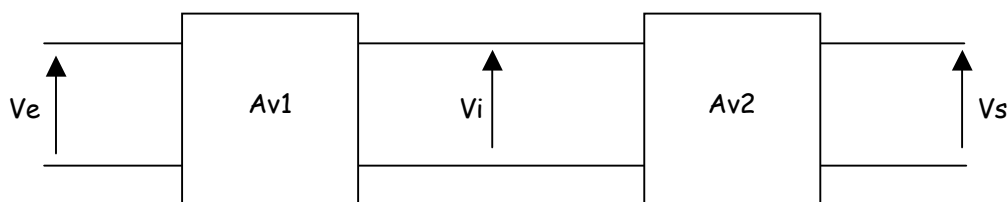
On trouve alors deux fréquences de coupure notées F_{c1} et F_{c2} . A ces deux fréquences de coupure, le gain se caractérise par la valeur -3dB . On appelle bande de rejet l'espace de fréquences situé entre les deux fréquences de coupure. On définit sa valeur par $F_{c2} - F_{c1}$.

Il est possible de représenter la courbe de gain en fonction de la fréquence. On obtient alors une courbe du type :



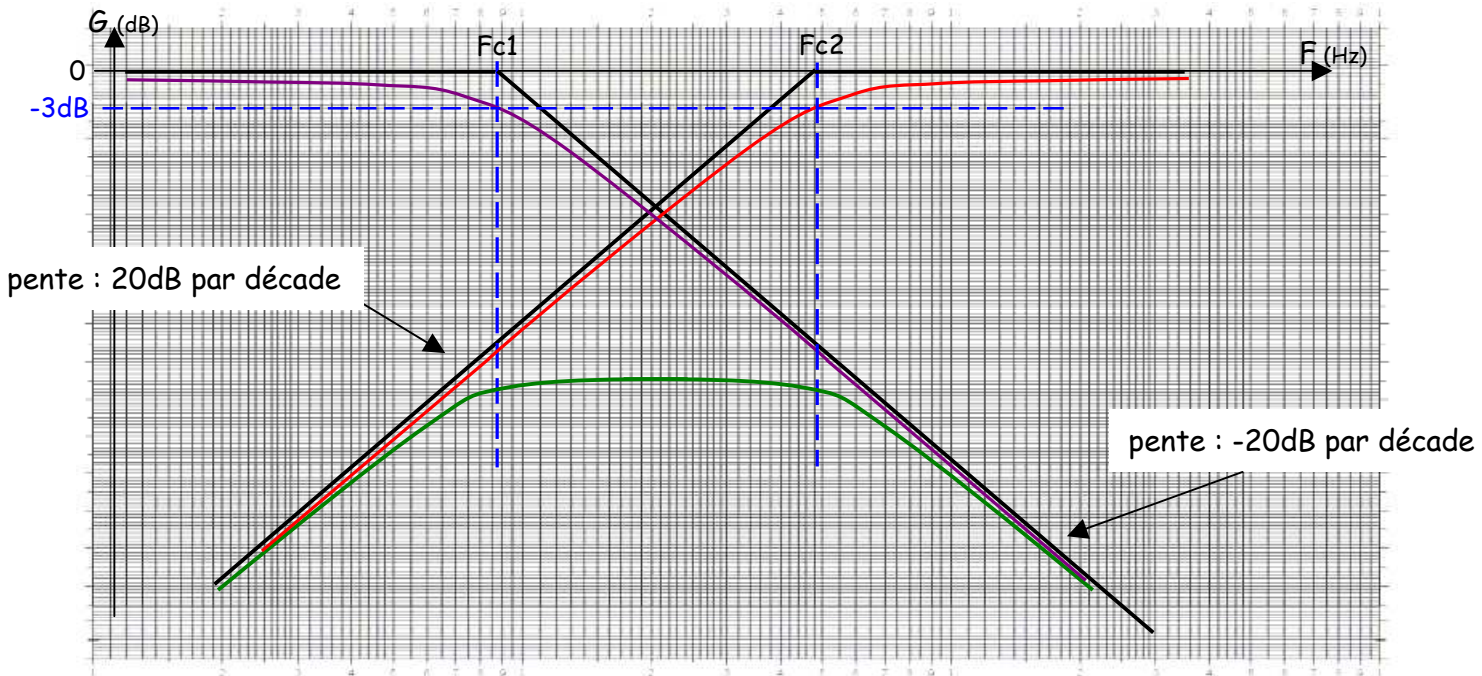
V/ Association de filtres

Il est possible d'associer des filtres entre eux. Dans ce cas, on obtient :



Le filtre équivalent est caractérisé par $A_v = A_{v1} \times A_{v2}$

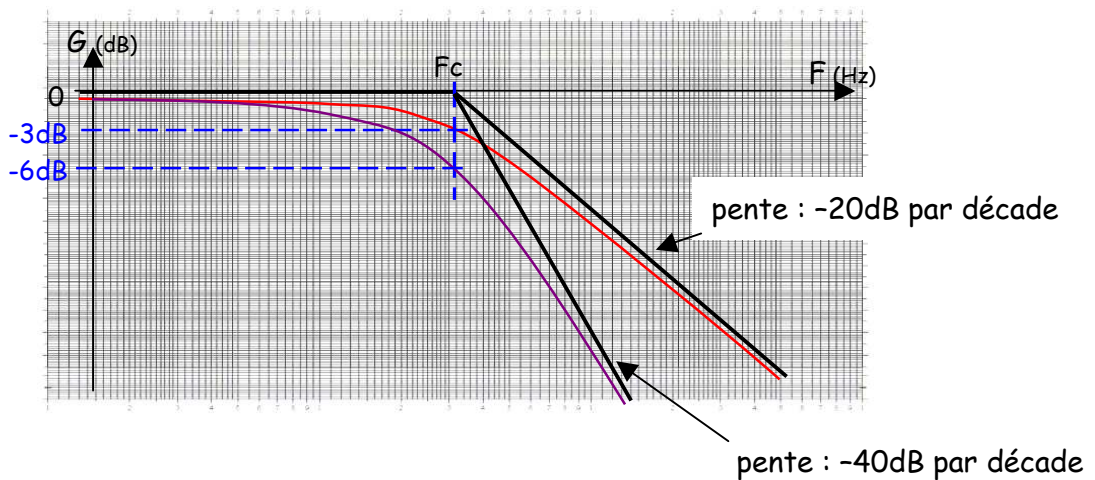
Dans la représentation graphique sur papier semi-logarithmique, les courbes s'ajoutent. Ainsi, si l'on place à se suivre, deux filtres l'un passe-bas (courbe violette), l'autre passe-haut (courbe rouge), on peut déterminer le filtre obtenu directement sur la courbe (courbe verte).



La courbe obtenue est dans le cas présent un filtre passe-bande.

Cas particulier de 2 filtres identiques :

Si les deux filtres sont identiques, la fréquence de coupure est la même. On obtient alors un filtre de même type, mais dont la pente est plus raide. Représenté en rouge le filtre seul, en violet les deux filtres associés.



Dans ce cas, la pente est doublée.
A la fréquence de coupure, le gain est de -6dB.