

Electronique S2 – cours 5

Action de filtrage

Intérêt des filtres et applications

Le filtrage est une forme de traitement de signal, obtenu en envoyant le signal à travers un ensemble de circuits électroniques, qui **modifient son spectre de fréquence et/ou sa phase** et donc sa forme temporelle.

Il peut s'agir soit :

- d'éliminer ou d'affaiblir des fréquences parasites
- d'isoler la ou les bandes de fréquences utiles d'un signal

Applications : systèmes de télécommunication, systèmes d'acquisition et de traitement de signaux, alimentation électrique....

Différentes familles de filtre

On différencie 3 familles de filtres

- **Passifs** : quadripôles constitués de résistances, de bobines et de condensateurs.
- **Actifs** : circuits comprenant une alimentation externe, capables d'apporter de l'énergie dans le circuit.
- **Numériques** : fonctionnement à partir de signaux échantillonnés en réalisant des opérations mathématiques sur les échantillons (seront vus l'an prochain).

Différents types de filtre

On distingue 4 types de filtres fondamentaux :

- **passe bas** : le circuit garde les signaux ayant une basse fréquence (inférieure à un certain seuil)
- **passe haut** : le circuit garde les signaux ayant une haute fréquence (supérieure à un certain seuil)
- **passe-bande** : le circuit conserve les signaux ayant une fréquence comprise entre deux seuils
- **réjecteur** : le circuit coupe les signaux ayant une fréquence comprise entre deux seuils

Gabarit d'un filtre

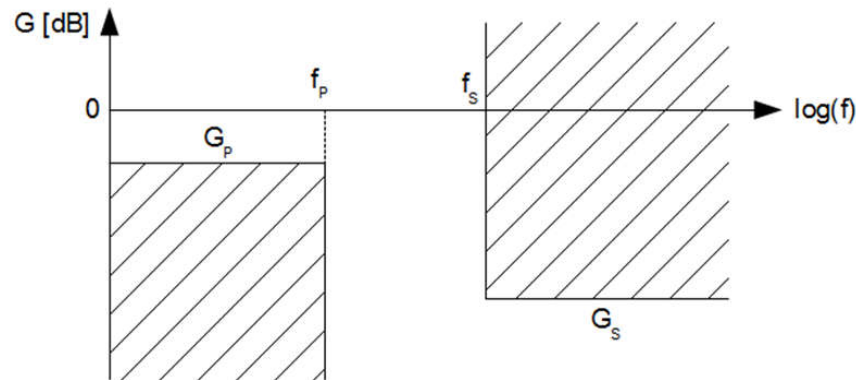
Le gabarit d'un filtre est la représentation graphique de son comportement fréquentiel (fixe le cahier des charges)

On définit plusieurs grandeurs :

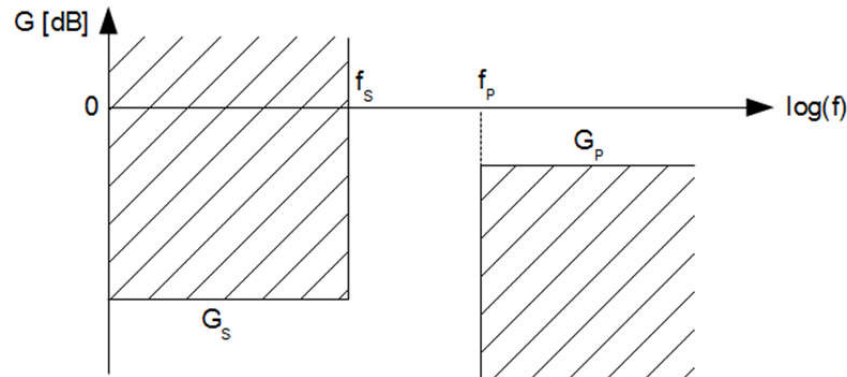
- **Bande passante** : gamme fréquentielle pour laquelle le gain est supérieur ou égal à un gain noté G_p
- **Bande atténuée ou coupée** : gamme fréquentielle pour laquelle le gain est inférieur ou égal à un gain noté G_s
- **Bande de transition** : gamme fréquentielle entre la bande passante et la bande atténuée.
- **Ondulation en bande passante** : variation crête à crête du gain permise dans la bande considérée
- **Raideur du filtre** : pente maximale (généralement en dB/décade) que présente le gain en bande de transition.

Gabarits des différents filtres

Filtre passe-bas (low-pass filter) :

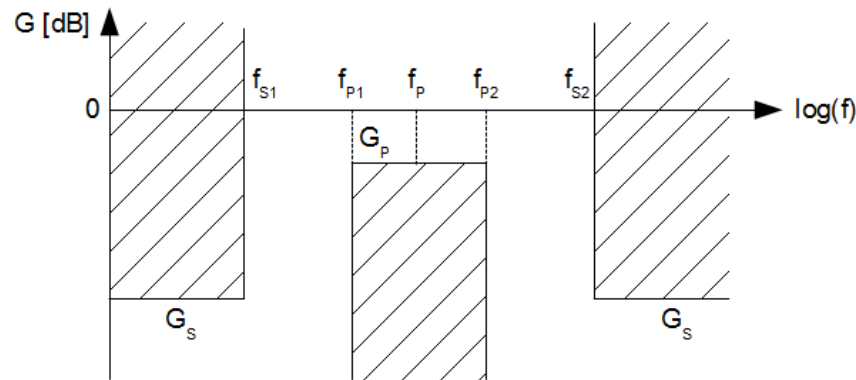


Filtre passe-haut (high-pass filter) :



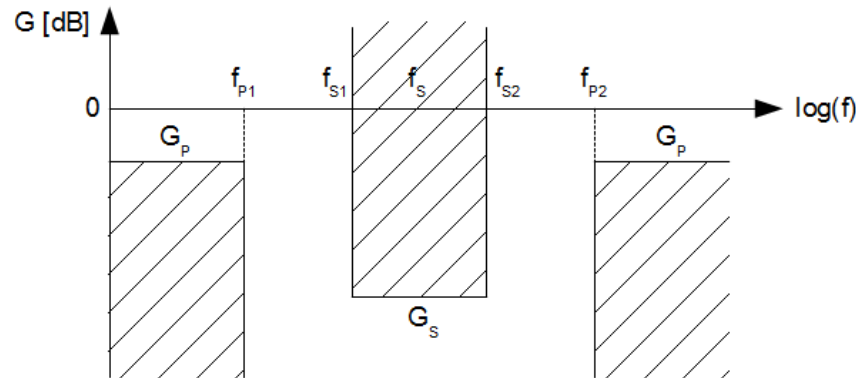
Gabarits des différents filtres

Filtre passe-bande (pass-band filter) :



$$f_p = \sqrt{f_{p1} \cdot f_{p2}} = \sqrt{f_{s1} \cdot f_{s2}}$$

Filtre réjecteur de bande (band-rejector filter) :



$$f_s = \sqrt{f_{s1} \cdot f_{s2}} = \sqrt{f_{p1} \cdot f_{p2}}$$

Fonction d'approximation

Il existe plusieurs fonctions d'approximation pour passer du gabarit à l'expression du filtre

- Butterworth (bande passante plate)
- Tschhebyscheff (bande de transition raide)
- Bessel (phase linéaire)
- ...

Exemple des réponses passe-bas et passe-haut de Butterworth

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega/\omega_0)^{2n}}} \qquad |H(j\omega)| = \frac{(\omega/\omega_0)^n}{\sqrt{1+(\omega/\omega_0)^{2n}}}$$

ou n est l'ordre du filtre

La raideur de ce filtre est de $20n$ Db/decade