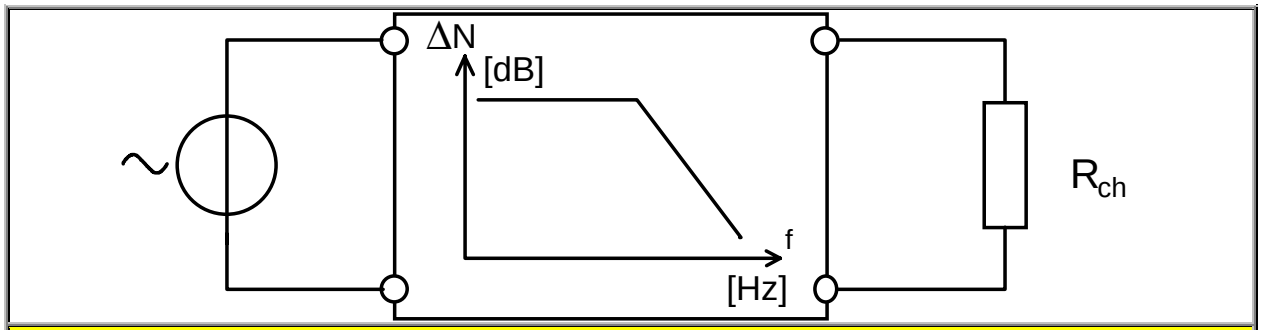
Les caractéristiques des filtres

Caractéristiques des filtres :

Dans les appareils de l'électronique de divertissement, les filtres ont pour fonctions d'épurer ou d'aiguiller les différentes fréquences composant les signaux analogiques.
L'exemple le plus simple est celui d'une colonne de haut parleur. Dès qu'elle est composée de plusieurs haut-parleurs, la colonne doit être équipée de filtres pour "aiguiller" le signal BF en fonction de sa fréquence vers les HP adéquats. Le HP basse ne doit pas recevoir de fréquence élevée et c'est l'inverse pour le HP des aiguës.
Nous ne trouvons pas des filtres que dans le domaine des basses fréquences. Les téléviseurs et les récepteurs radio sont également équipés de filtres, mais ils ne fonctionnent pas aux même fréquences.
Les circuits d'asservissements de moteurs contiennent également des filtres pour définir la rapidité de l'asservissement ou la fonction d'asservissement (vitesse ou position).

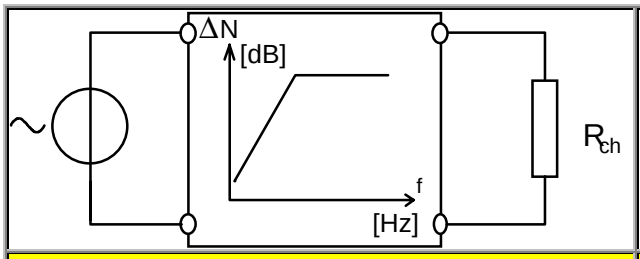
Différents types de filtres :

Comme nous venons de le voir, les circuits composés d'éléments réactifs ont des comportements qui varient en fonction de la fréquence. Il va de soit que lorsqu'ils seront montés ensemble dans des circuits, ils présenteront des caractéristiques non-linéaires en fonction de la fréquence. Il s'agit justement du but recherché et de l'essence même des filtres !
Attention ! Il existe encore d'autres types de filtres qui peuvent fonctionner selon l'amplitude du signal ou selon la composante continue du signal. Notre but n'est pas d'étudier ce genre de filtres, sans pour autant négliger leur existence et leur complexité.
Un filtre est un montage dans lequel un signal arrive par son entrée et sort par sa sortie. Dans le montage, il va se produire une modification de ce signal, en fonction de sa fréquence. Cette modification sera visible sur l'amplitude du signal de sortie.

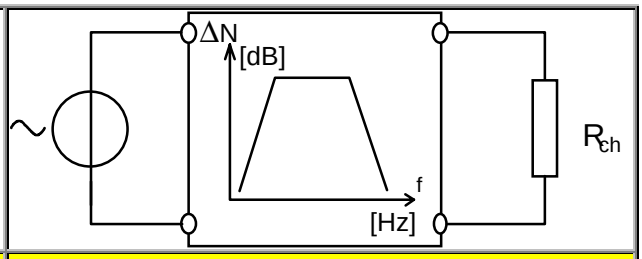


Exemple de filtre avec amortissement des fréquences élevées (passe-bas)

Comme nous l'avons vu dans la première partie du cours, il est facile d'imaginer de quoi se compose l'intérieur du filtre, et fonction des éléments utilisés, nous obtiendrons encore d'autres formes de caractéristiques
.



Filtre passe-haut



Filtre passe-bande

Pente :

La pente détermine la sélectivité du filtre. Elle est visible sur le côté de la courbe caractéristique du filtre. Plus cette pente sera raide, plus le filtre sera sélectif.

Dans l'étude d'une courbe caractéristique, nous lisons les informations de la gauche vers la droite. Il est donc aisé de constater que pour les filtres passe-bas la pente va descendre, et que pour les filtres passe-haut, la pente va monter. Il faudra être attentif au fait qu'un filtre passe-bas ou un filtre passe-haut peuvent avoir une pente de même inclinaison. Nous allons donc devoir les différencier d'une façon sûre en plaçant simplement un signe devant la valeur de la pente.

Filtre passe-bas (pente négative) et filtre passe-haut (pente positive)

Suivant les composants qui le constituent, nous aurons des filtres passe-bas, passe-bas, passe-bande ou bouchon avec des pentes de -1 ou -2 ou encore des valeurs plus élevées.
La pente peut également se qualifier d'une autre façon. Les courbes de réponse des filtres indiquent en général l'évolution du rapport de la tension d'entrée par rapport à la tension de sortie, en fonction de la fréquence présente à l'entrée du filtre. Pour faciliter la comparaison des filtres entre-eux, le rapport entrée/sortie est calculé et tracé en [dB]. Cela nous permet de comparer des circuits qui ne fonctionnent pas avec les même tensions.
Comme nous venons de le voir, la pente se détermine sur la partie montante ou descendante de la courbe. Nous pouvons alors déterminer cette pente en fonction d'une certaine variation de fréquence.
Pour cela nous utilisons les valeurs de références suivantes :

Une décade (la fréquence est décuplée)	Une octave (la fréquence est doublée)

A nouveau, nous trouverons des pentes soit positives (filtres PH) soit négatives (filtres PB) et les indications se feront de la manière suivante :

Type de filtre	Pentes		
PB 1er ordre	- 1	-6 [dB] / octave	-20 [dB] / octave
PH 1er ordre	+ 1	+6 [dB] / octave	+20 [dB] / octave
PB 2èm ordre	- 2	-12 [dB] / octave	-40 [dB] / octave
PH 2èm ordre	+ 2	+12 [dB] / octave	+40 [dB] / octave
PB 4èm ordre	- 4	-24 [dB] / octave	-80 [dB] / octave

Comportement en phase des filtres :

Lorsqu'un signal traverse un filtre, il se produit automatiquement une variation de phase entre l'entrée et la sortie du filtre. Dès que nous branchons ensemble deux éléments aux comportements différents en alternatif (RC , RL, LC), nous obtenons une vecteur résultant que variera soit entre ± 90 ° ; (RC , RL), soit de 180 °; (LC, RLC).

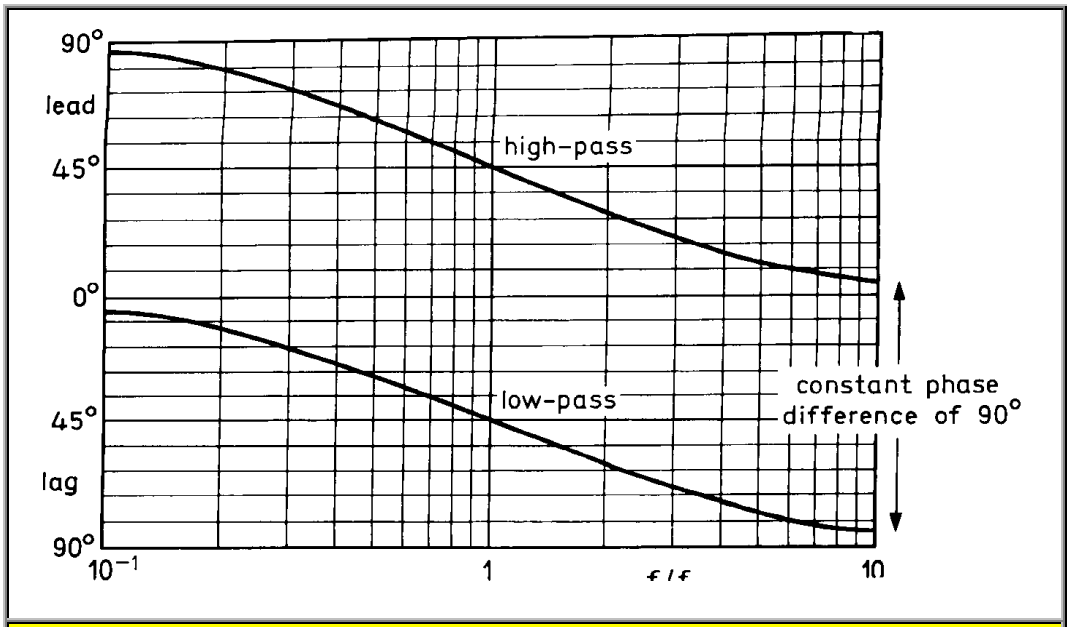
Nous obtiendrons alors des circuits appelés réseaux à avance de phase, ou réseaux à retard de phase.

Rappels : pour un condensateur la tension est en retard sur le courant
pour une bobine la tension est en avance sur le courant

Les courbes que nous tracerons vont représenter l'avance ou le retard de phase entre la tension de sortie et la tension d'entrée du filtre.

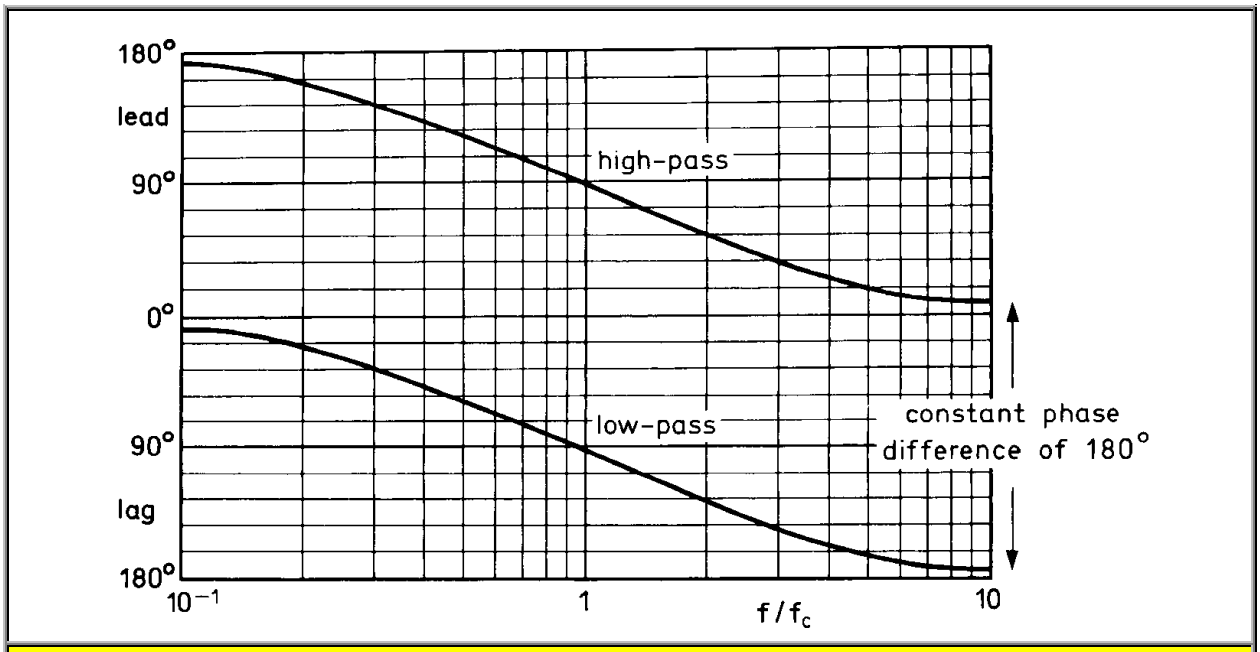
Exemples de Bodes de phase :

Si nous avons un filtre composé d'une résistance (pas de déphasage) et d'un condensateur (déphasage 0 °; à -90 °;), il est logique d'obtenir un Bode de phase nous indiquant un circuit à retard de phase.
Si nous avons un filtre composé d'une résistance (pas de déphasage) et d'une bobine (déphasage +90 ° ; à 0 °;), il est logique d'obtenir un Bode de phase nous indiquant un circuit à avance de phase.



Bodes de phase de filtres RC (retard) et RL (avance).

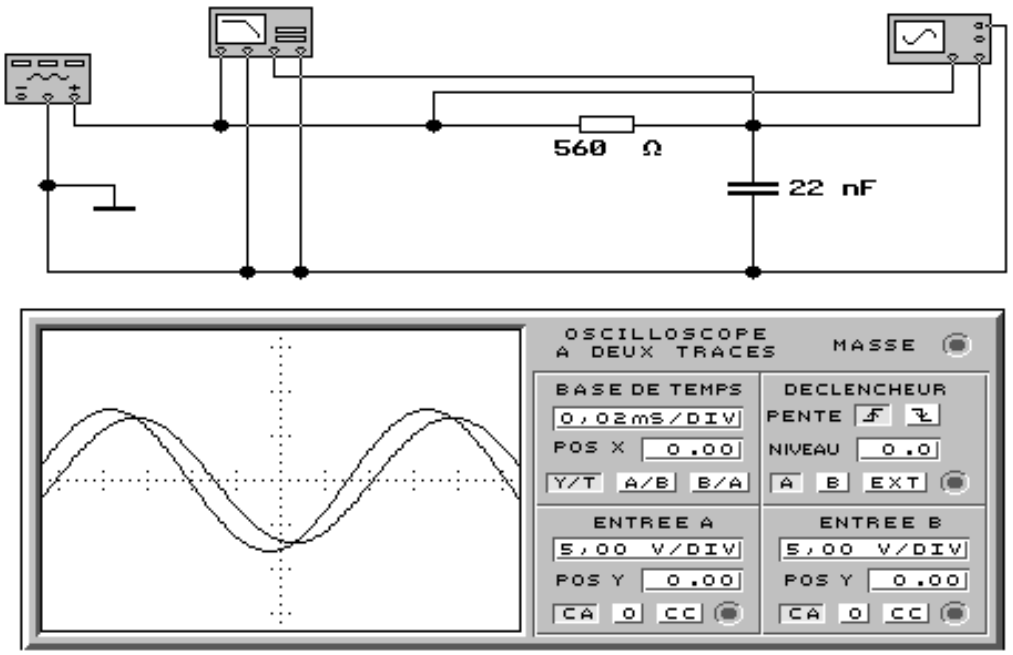
Dans les filtres plus complexes, nous ne trouvons plus des cellules RC ou RL, mais des cellules constituées des trois éléments. Cela change la caractéristique du filtre en tension mais également le Bode de phase.
Cette fois, nous allons obtenir des réseaux à avance de phase de +180 °; à 0 °; (RLC passe-haut), ou à retard de phase de 0 °; à -180 °; (RLC passe-bas).



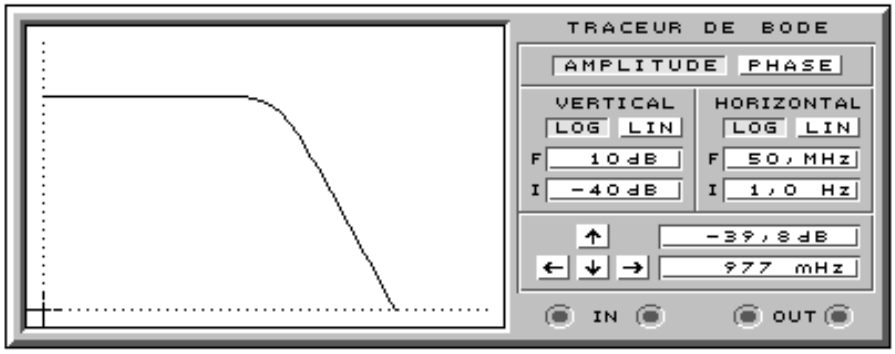
Bodes de phase de filtres RLC / PB (retard) et RLC / PH (avance).

Exemples de Bodes avec le simulateur électronique :

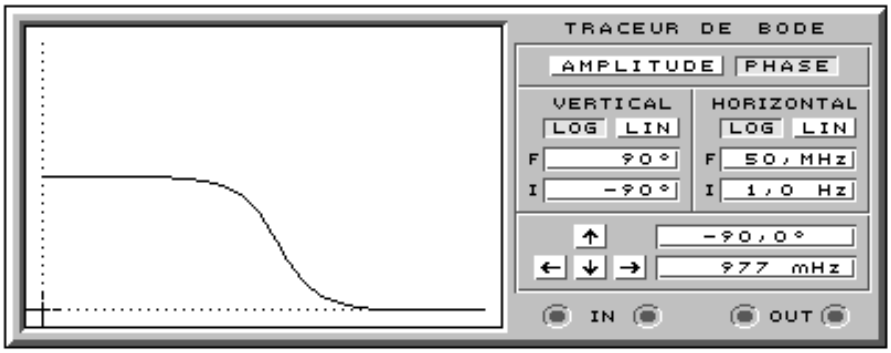
Dans la suite du cours, les courbes seront tracées avec un simulateur électronique. Nous trouverons les signaux représentés au moyen d'instruments de mesures identiques à ceux que nous rencontrons dans un atelier ou dans un laboratoire.
Les exemples ci-dessous montrent les caractéristiques d'un circuit RC monté en filtre passe-bas.



Circuit RC monté en filtre passe-bas avec oscillogrammes d'entrée et de sortie.



Bode d'amplitude du filtre.



Bode de phase du filtre.