

SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 14 : Filtrage linéaire



Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.



Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.



Un savoir-faire à acquérir.

1 Notion de filtre

1.1 Définition



Définir un filtre (en électricité), un filtre actif, un filtre passif.

1.2 Fonction de transfert, gain, phase



Définir la **fonction de transfert**, le **gain** et la **phase** d'un filtre.



Interpréter physiquement l'action d'un filtre sur un signal d'entrée sinusoïdal. *Le filtre :*

□ multiplie l'amplitude par $G(\omega) = |\underline{H}(j\omega)|$,

□ déphase le signal de $\varphi(\omega) = \arg(\underline{H}(j\omega))$.

$$e(t) = E_m \cos(\omega t + \varphi_e) \xrightarrow{\text{Filtre}} s(t) = S_m \cos(\omega t + \varphi_s) \quad \text{avec} \quad \begin{cases} S_m = G(\omega) E_m \\ \varphi = \varphi(\omega) + \varphi_e \end{cases}$$

1.3 Types de filtres



Il existe différents types de filtres, que l'on peut classer selon la manière dont ils traitent les basses et les hautes fréquences. On peut citer les filtres **passe-bas**, **passe-haut**, **passe-bande** ou **rejetteur de bande**.



Reconnaître la nature d'un filtre dont on fournit l'allure de la courbe de gain.



Définir l'**ordre** d'un filtre.

1.4 Diagramme de Bode



Définir le **diagramme de Bode en gain**, le **diagramme de Bode en phase** d'un filtre.



Sur l'axe des abscisses, l'échelle est **logarithmique**, de manière à pouvoir représenter aussi bien le comportement du filtre aux basses fréquences qu'aux hautes fréquences. Un intervalle unitaire sur l'axe des abscisses correspond à une variation de fréquence d'un facteur 10. On l'appelle une **décade**.

1.5 Pulsation de coupure, bande passante



Définir une pulsation de coupure et la bande passante d'un filtre.

2 Filtres passifs

♥ Il faut connaître les schémas des quatre filtres du cours :

❑ Pour un filtre RC série :

- sortie aux bornes de C → **pas**se-bas ;
- sortie aux bornes de R → **pas**se-haut ;

❑ Pour un filtre RLC série :

- sortie aux bornes de C → **pas**se-bas ;
- sortie aux bornes de R → **pas**se-bande ;

♥ Il faut également connaître la forme canonique de leur fonction de transfert (premier ordre seulement).

♥ Rappeler le comportement équivalent d'un condensateur/d'une bobine idéale en BF et HF.

Pour tout filtre dont vous avez le schéma, vous devez être capable de réaliser les points suivants :

- ✍ Déterminer la nature du filtre en s'appuyant sur des schémas équivalents en BF et HF.
- ✍ Établir la fonction de transfert du filtre et identifier les paramètres canoniques.
- ✍ Étudier le comportement asymptotique du filtre ($\omega \ll \omega_0$ et $\omega \gg \omega_0$). En déduire l'équation des asymptotes du diagramme de Bode en gain et en phase. Donner la valeur des pentes. Tracer le diagramme de Bode asymptotique.
- ✍ Identifier un éventuel comportement intégrateur ($\underline{H}(j\omega) = \frac{\text{Cste}}{j\omega}$) ou dérivateur ($\underline{H}(j\omega) = \text{Cste} \times j\omega$) dans un domaine de fréquence à préciser (BF ou HF)..

3 Action d'un filtre linéaire sur un signal périodique

3.1 Décomposition en série de Fourier

- ♥ Énoncer le théorème de Fourier, connaître le vocabulaire associé (composante continue, fondamental, harmonique de rang n).
- ♥ Définir le spectre en amplitude/en phase d'un signal.
- ✍ Identifier sur un spectre en amplitude fourni la composante continue, le fondamental, les harmoniques.

3.2 Valeur moyenne d'un signal périodique

- ♥ Donner la définition : $\langle s \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt$.
- ♥ Connaître les valeurs moyennes classiques : $\langle \cos \rangle = \langle \sin \rangle = 0$ et $\langle \cos^2 \rangle = \langle \sin^2 \rangle = \frac{1}{2}$.
- ♥ Savoir que la composante continue d'un signal s'identifie à sa valeur moyenne.
- ♥ Savoir qu'un multimètre en mode DC affiche la valeur moyenne du signal.

3.3 Valeur efficace d'un signal périodique

- ♥ Donner la définition : $s_{\text{eff}} = \sqrt{\langle s^2 \rangle}$.
- ✍ Montrer que pour un signal sinusoïdal $s(t)$ d'amplitude A : $s_{\text{eff}} = \frac{A}{\sqrt{2}}$.
- ♥ Savoir qu'un multimètre en mode AC affiche la valeur efficace du signal.


3.4 Décomposition de Fourier des signaux classiques

Rien de particulier à retenir dans ce paragraphe, les décompositions de Fourier seront toujours fournies si besoin dans un exercice.

3.5 Filtres linéaires et principe de superposition

♥ Savoir que :

$$\text{si } \begin{cases} e_1(t) \xrightarrow{\text{filtre}} s_1(t) \\ e_2(t) \xrightarrow{\text{filtre}} s_2(t) \end{cases} \quad \text{alors} \quad e_1(t) + e_2(t) \xrightarrow{\text{filtre}} s_1(t) + s_2(t)$$

 Calculer la tension de sortie d'un filtre dans le cas où la tension d'entrée est la somme de deux composantes (deux sinusoïdes ou bien une sinusoïde et une composante continue).

 Déterminer qualitativement l'action d'un filtre :

- ☐ on identifie les composantes spectrales qui sont transmises (dans la bande passante) et celles qui sont coupées (hors de la bande passante) ;
- ☐ on s'appuie éventuellement sur un comportement intégrateur (exemple : rectangle $\xrightarrow{\text{int}}$ triangle) ou dérivateur (exemple : triangle $\xrightarrow{\text{deriv}}$ rectangle).