

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 **rejecteur 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 $C \rightarrow \text{passe-bas} ;$
- sortie aux bornes de $R \rightarrow \text{passe-haut} ;$

□ Pour un filtre RLC série :

- sortie aux bornes de $C \rightarrow \text{passe-bas} ;$
- sortie aux bornes de $R \rightarrow \text{passe-bande} ;$

♥ 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 ($H(j\omega) = \frac{\text{Cste}}{j\omega}$) ou déivateur ($H(j\omega) = \text{Cste} \times j\omega$) 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 déivateur (exemple : triangle $\xrightarrow{\text{deriv}}$ rectangle).