SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 14 : Filtrage linéaire

- Une notion à bien comprendre, un point à retenir.
- Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.
- Un savoir-faire à acquérir.
- TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

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* $G(\omega) = \left|\underline{H}(j\omega)\right|$,
  - *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

TD Filtre du premier ordre : exercice 1.

- Il faut connaître les schémas des quatre filtres du cours :
  - Pour un filtre RC série :
    - sortie aux bornes de C $\rightarrow$ **passe-bas** ;
    - sortie aux bornes de R $\rightarrow$ **passe-haut** ;
  - Pour un filtre RLC série :
    - sortie aux bornes de C $\rightarrow$ **passe-bas** ;
    - sortie aux bornes de R $\rightarrow$ **passe-bande** ;
- Il faut également connaître la forme canonique de leur fonction de transfert.
- 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 : $\langle s \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T s(t)\mathrm{d}t$.
- 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 :

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

✍ 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).