

I | Cours et exercices

E8 Filtrage linéaire

- I **Décomposition en série de Fourier** : théorème de FOURIER, analyse spectrale, relation de PARSEVAL.
- II **Filtrage linéaire** : introduction, notion de filtre et de fonction de transfert, exemple filtre RC sur C ; effet d'un filtre sur un signal périodique composé.
- III **Description d'un filtre** : gain et gain en décibel, échelle logarithmique ; lien entre amplitude et gain en décibel, application RC sur C ; diagramme de Bode, définition et exemple, diagramme asymptotique et application RC sur C ; lecture d'un diagramme de Bode ; types de filtres (moyenleur, intégrateur, dérivateur).
- IV **Exemples de filtres** : RC sur C, passe-bas, intégrateur, RC sur R, passe-haut, dérivateur, RLC sur C, passe-bas ordre 2, RLC sur R, passe-bande ; filtres en cascade et résumé.

ON1 Ondes progressives

- I **Introduction** : signal, perturbation, onde, propagation.
- II **Onde progressive à une dimension** : définition, représentation spatiale, célérité, représentation temporelle, retard, lien entre les représentations.
- III **Onde progressive sinusoïdale** : définition, double périodicité et rappel spectre électromagnétique, expression mathématique de l'OPS, vitesse de phase.
- IV **Milieus dispersifs** : définition, exemples.

II | Cours uniquement

ON2 Interférences à deux ondes

- I **Introduction** : approximation par une onde plane, phase spatiale et déphasage, rappel valeurs particulières, différence de marche et correspondance valeurs particulières pour $\Delta\varphi_0 = 0$.
- II **Superposition d'ondes sinusoïdales de mêmes fréquences** : présentation, signaux de même amplitude, signaux d'amplitudes différentes, bilan, exercice d'application.
- III **Interférences lumineuses** : cohérence, intensité, formule de FRESNEL, chemin optique.
- IV **Expérience des trous d'YOUNG** : introduction, présentation, détermination de l'interfrange.

III Questions de cours possibles

E8 Filtrage linéaire

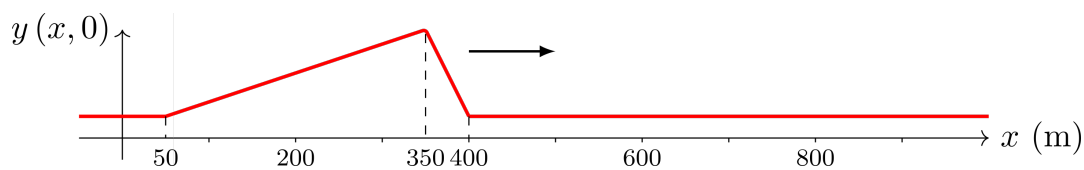
- 1) Pour un des filtres ci-dessous : présenter le système réel, le système en RSF, déterminer sa fonction de transfert, son gain en décibels, son déphasage, déterminer les asymptotes et tracer les diagrammes de BODE.

[A] RC sur C (E8|IV/A) [B] RC sur R (E8|IV/B) [C] RLC sur C (E8|IV/C) [D] RLC sur R (E8|IV/D)

- 2) Définir les trois effets de filtres étudiés : moyennneur, intégrateur dérivateur (Df.E8.7). Donner les formes canoniques des filtres passe-bas et passe-haut d'ordre 1 (Ipt.E8.1 et 2) et démontrer leur comportement intégrateur ou dérivateur (Pt.E8.3 et 4). Représentez l'effet d'un intégrateur sur un signal crêteau et l'effet d'un intégrateur sur un signal triangle (Ex.E8.4 et 5).

ON1 Ondes progressives

- 3) Démontrer le lien entre les représentations spatiales et temporelles pour une onde progressive à 1 dimension se propageant dans le sens des x croissants à la célérité c constante (Dm.ON1.1). Que se passe-t-il si l'on va dans le sens des x décroissants ? (At.ON1.1)
- 4) On considère ici une vague solitaire qui se déplace à la vitesse $c = 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ le long d'un fleuve rectiligne, et on définit un axe (Ox) dans la direction du sens de sa propagation. À l'instant $t = 0$, le profil du niveau de l'eau du fleuve a l'allure suivante :



- [1] Faire un schéma du profil du fleuve à $\tau = 1 \text{ min}$ en supposant que l'onde se propage sans déformation.
- [2] Un détecteur fixe, enregistrant la hauteur du fleuve en fonction du temps, est placé à l'abscisse $x_d = 1,6 \text{ km}$. Dessiner l'allure des variations $y(x_d, t)$ en fonction du temps à cette abscisse.
- 5) Présenter ce qu'est une onde progressive sinusoïdale (Df.ON1.6). Démontrer alors l'expression générale d'une OPS (Dm.ON1.1). Indiquer les différentes relations reliant :

[A] ω et f ou T ; [B] λ , c et f ou T (Ipt.ON1.4). [C] k et λ (Df.ON1.8) ;

ON2 Interférences à deux ondes

- 6) Démontrer le lien entre déphasage et différence de marche (Df.ON2.2, Pt.ON2.2, Dm.ON2.1). Démontrer les valeurs particulières de différence de marche en précisant la condition pour les exprimer ainsi (Dm.ON2.2). Définir et démontrer le chemin optique d'un rayon lumineux, et donner le lien entre déphasage et chemin optique (Df.ON2.5, Dm.ON.9, Pt.ON2.11).
- 7) Déterminer l'expression du signal somme de deux ondes sinusoïdales de même fréquence **et même amplitude** (Pt.ON2.4, Dm.ON2.3). On rappelle la formule de trigonométrie

$$\cos p + \cos q = 2 \cos\left(\frac{p-q}{2}\right) \cos\left(\frac{p+q}{2}\right)$$

Détailler les cas extrêmes et les valeurs de déphasage correspondantes (Pt.ON2.5, Dm.ON2.4). Qu'est-ce qui change si les signaux n'ont pas la même amplitude (Ipt.ON2.2) ? Définir les termes d'interférences constructives et destructives. (Ipt.ON2.3)

- ★ 8) Déterminer l'expression du signal somme de deux ondes sinusoïdales d'**amplitudes différentes** (Pt.ON2.6, Dm.ON2.5). Étude des cas extrêmes (Pt.ON2.7, Dm.ON2.6) si le temps le permet.

On donnera les expressions trigonométriques demandées par l'étudiant-e.

- 9) (Ap.ON2.1) Soient 2 émetteurs envoyant une onde progressive sinusoïdale de même fréquence, amplitude et phase à l'origine. Le premier est fixé à l'origine du repère, l'émetteur 2 est mobile et à une distance d du premier, et un microphone est placé à une distance fixe x_0 de l'émetteur 1 et est aligné avec les deux émetteurs. On néglige l'influence de l'émetteur 2 sur l'émetteur 1 et toute atténuation.

1 Faire un schéma.

2 On part de $d = 0$ et on augmente d jusqu'à ce que le signal enregistré soit nul. Ceci se produit pour $d_1 = 6,0$ cm. **Expliquer cette extinction** et en déduire la longueur d'onde du signal.

3 Pour $d_2 = 12,0$ cm, quelle sera l'amplitude du signal enregistré ?

- 10) Expliquer ce qu'est la cohérence (Df.ON2.4) et pourquoi on ne fait des interférence qu'avec une unique source pour des signaux lumineux (Pt.ON2.8). Donner et justifier/démontrer l'expression de l'intensité d'un signal en général et pour une OPS (Pt.ON2.9, Dm.ON2.7). Démontrer la formule de FRESNEL pour deux signaux sinusoïdaux de même fréquence et d'amplitudes différentes. La simplifier pour des signaux de même amplitude (Pt.ON2.10, Dm.ON2.8).
- 11) Trous d'YOUNG : présenter l'expérience (Df.ON2.7) et démontrer l'expression de l'intensité relevée dans le cas de signaux de même intensité. En déduire l'expression de l'interfrange (Pt.ON2.12, Dm.ON2.10).

On donne le développement limité suivant :

$$\sqrt{1 + \varepsilon} \underset{\varepsilon \ll 1}{=} 1 + \varepsilon/2 + o(\varepsilon)$$