

Du 05 au 08 janvier

I Cours et exercices

E8 Filtrage linéaire

- I **Signaux composés** : présentation décomposition en séries de FOURIER, analyse spectrale, relation de PARSEVAL ; application d'un filtre à un signal composé et effet moyenneur, intégrateur et déivateur sur H .
- II **Diagrammes de BODE** : présentation, lien entre gain et gain en décibels, lecture d'un diagramme avec application ; effets intégrateur et déivateur en gain en décibels ; construction d'un diagramme de BODE.
- III **Application aux filtres classiques** : RC sur C, sur R ; RLC sur C et sur R ; mise en cascade et résumé.

ON1 Ondes progressives

- I **Onde progressive à une dimension** : introduction, représentation spatiale, représentation temporelle, lien entre les représentations.
- II **Onde progressive sinusoïdale** : définition, double périodicité, expression mathématique de l'OPS, vitesse de phase ; milieux dispersifs.

II Cours uniquement

ON2 Interférences à deux ondes

- I **Superposition d'ondes planes sinusoïdales de mêmes fréquences** : définition onde plane, phase spatiale, déphasage et différence de marche ; somme de signaux même amplitude et différente ; bilan et exercice d'application.
- II **Interférences lumineuses** : condition d'interférence (cohérence) ; intensité et formule de FRESNEL ; chemin optique ; trous d'YOUNG.

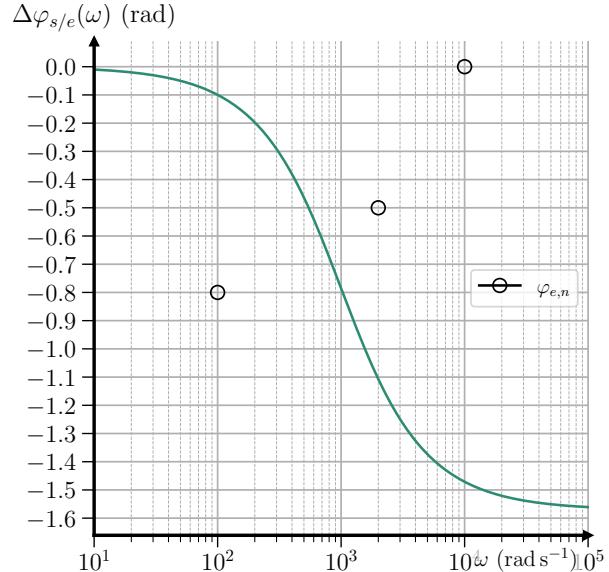
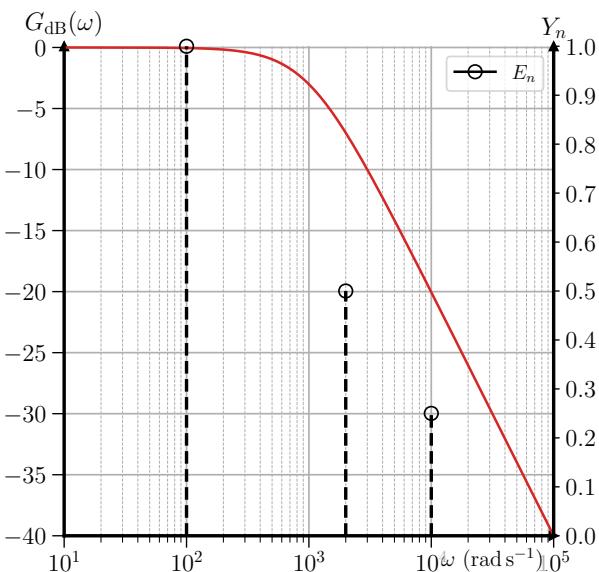
Application C13.1 : Lecture d'un diagramme de BODE, question 1)

On donne le signal d'entrée de pulsation $\omega = 100 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ tel que :

$$e(t) = E_1 \cos(\omega t + \varphi_{e,1}) + E_{20} \cos(20 \cdot \omega t + \varphi_{e,20}) + E_{100} \cos(100 \cdot \omega t + \varphi_{e,100})$$

avec
$$\begin{cases} E_1 = 1 \text{ V} & ; & E_{20} = 0,5 \text{ V} & ; & E_{100} = 0,25 \text{ V} \\ \varphi_{e,1} = -0,8 \text{ rad} & ; & \varphi_{e,20} = -0,5 \text{ rad} & ; & \varphi_{e,100} = 0 \text{ rad} \end{cases}$$

Déterminer le signal de sortie $s(t)$ à partir du diagramme de BODE ci-dessous :



III Questions de cours possibles

E8 Filtrage linéaire

- 1) Expliquer comment lire un diagramme de BODE (Ot.E8.2). Application (Ap.E8.1) voir page 1.
- 2) (Ap.E8.2, 3, 4 et 5) À partir d'une fonction de transfert redonnée par l'interrogataire (RC sur C, sur R ; RLC sur C, sur R), tracer son diagramme de BODE et discuter de ses effets en basses et hautes fréquences.
- 3) Présenter la modélisation des impédances d'un filtre lors de leur utilisation en cascade (Df.E8.4). Démontrer alors la condition pour que la fonction de transfert totale H_T d'une mise en cascade soit le produit des fonctions individuelles en boucle ouverte (Pt et Dm.E8.4).

ON1 Ondes progressives

- ★ 4) 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'onde va dans le sens des x décroissants ? (At.ON1.2)
- ★ 5) Présenter ce qu'est une onde progressive sinusoïdale (Df.ON1.6). Démontrer alors l'expression générale d'une OPS (Pt et Dm.ON1.2). Indiquer les différentes relations reliant :

A ω et f ou T ; B λ , c et f ou T (Ipt.ON1.3); C λ et σ (Ipt.ON1.3); D k et λ , σ , ω et c (Df.ON1.8).

Définir ce qu'est un milieu dispersif (Df.ON1.10) et donner des exemples (Ex.ON1.5).

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.ON2.10).
- 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.

0 Faire un schéma.

- 1) On part de $d = 0$ et on augmente d jusqu'à ce que le signal enregistré soit nul. Ceci se produit pour $d_1 = 6,0 \text{ cm}$. **Expliquer cette extinction**, et en déduire la longueur d'onde et la fréquence du son émis.
- 2) Pour $d_2 = 12,0 \text{ cm}$, quelle sera l'amplitude du signal enregistré ?

- 10) Expliquer ce qu'est la cohérence (Df.ON2.4) et pourquoi on ne fait des interférences qu'avec une unique source pour des signaux lumineux (Ipt.ON2.4). Donner et justifier/démontrer l'expression de l'intensité d'un signal en général et pour une OPS (Pt.ON2.8, 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.ON2.9, Dm.ON2.8).
- 11) Trou d'YOUNG : présenter l'expérience (Df.ON2.7) et expliquer ce qu'il se passe (Itp.ON2.2). Démontrer l'expression de l'intensité relevée dans le cas de signaux de même intensité ainsi que l'expression de l'interfrange (Pt.ON2.11, Dm.ON2.10).

On donne le développement limité suivant :

$$\sqrt{1 + \varepsilon} \underset{\varepsilon \rightarrow 0}{\sim} 1 + \frac{\varepsilon}{2}$$