

# Programme colles MPSI1 (semaine 13)

## Cours et exercices

### C8 - Filtrage linéaire

- I. **Caractéristiques d'un filtre linéaire** : définition, ordre, fonction de transfert harmonique, cas des circuits électriques (notions de quadripôle et de circuit de charge, fonction de transfert en tension), comportement en fréquences et diagramme de Bode, bande passante à -3dB.
- II. **Étude de quelques filtres électriques passifs** : passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bande du 2nd ordre, passe-bas du second ordre.
- III. **Signaux périodiques** : ordres de grandeurs des fréquences des signaux acoustiques audibles, de la lumière visible, des signaux électriques, valeurs moyenne et efficace d'un signal périodique quelconque, cas particulier du signal sinusoïdal.
- IV. **Spectre d'un signal variable quelconque** : spectre d'un signal quelconque, spectre d'un signal périodique (valeur moyenne + fondamental + harmoniques).
- V. **Filtrage d'un signal périodique quelconque** : filtrage d'un signal avec 2 composantes sinusoïdales, puis d'un signal créneau avec composante continue.
- VI. **Mise en cascade de 2 filtres** : impédance de sortie et d'entrée d'un filtre, mise en cascade de 2 filtres (si  $|Z_{s1}| \ll |Z_{e2}|$  alors  $\underline{H} \simeq \underline{H}_{01} \times \underline{H}_{02}$ ).

### ON1 - Ondes progressives

- I. **Généralités** : définition générale d'une onde, célérité, ondes transverses et longitudinales, principe de superposition, caractères absorbant et dispersif d'un milieu (définitions qualitatives).
- II. **Onde progressive à une dimension (propagation sans déformation, ni atténuation et à vitesse constante)** : formes générales  $s(x, t) = f(x \pm ct) = g(t \pm x/c)$ , formes sinusoïdales  $s(x, t) = A \cos(\omega t \pm kx + \varphi)$ , définition du vecteur d'onde  $k = \omega/c$  et de la longueur d'onde  $\lambda$ , double périodicité spatiale et temporelle, établissement de la relation  $\lambda = cT$ .
- III. **Milieux dispersifs ou non-dispersifs** : vitesse de phase d'une onde sinusoïdale, milieux dispersifs et non dispersifs.

## Cours seulement

### ON2 - Interférences entre deux ondes de même fréquence

- I. **Déphasage entre 2 signaux sinusoïdaux de même fréquence** : définition, signaux en phase et en opposition de phase, mesure d'un déphasage par retard.
- II. **Superposition de deux signaux sinusoïdaux de même pulsation** : calcul trigonométrique direct dans le cas particulier des signaux de même amplitude et dans le cas général.
- III. **Interférences à deux ondes** : ondes sphériques et circulaires émises par des sources ponctuelles (approximation par un onde plane au voisinage du point d'observation), conditions d'interférences constructives et destructives sur le déphasage, relation entre déphasage et différence de marche.
- IV. **Interférences lumineuses : exemple des trous de Young** : notion qualitative de cohérence de sources lumineuses, intensité lumineuse, formule de Fresnel, chemin optique, expérience des trous d'Young (calcul de la différence de marche et expression de l'interfrange dans l'approximation paraxiale).

## Questions de cours possibles

- Calculer les valeurs moyenne et efficace d'un signal sinusoïdal sans *offset*.
- Écrire la forme générale de la décomposition d'un signal périodique de fréquence  $f$  en série de Fourier et l'utiliser pour définir le vocabulaire associé : composante continue, fondamental, harmoniques.
- Déterminer la fonction de transfert  $\underline{H}$ , le type de filtre, et tracer l'allure du diagramme de Bode (pente des asymptotes à justifier) pour un des circuit suivant (au choix du colleur) :
  - Circuit  $RC$  série avec sortie sur  $C$  (passe-bas ordre 1)
  - Circuit  $RC$  série avec sortie sur  $R$  (passe-haut ordre 1)
  - Circuit  $RLC$  série avec sortie sur  $R$  (passe-bande ordre 2)
  - Circuit  $RLC$  série avec sortie sur  $C$  (passe-bas ordre 2)
- Présenter une onde progressive sinusoïdale se propageant à la célérité  $c$  dans le sens des  $x$  croissants, sa double périodicité et connaître les différentes relations liant  $\omega$  et  $f$  ou  $T$ ,  $k$  et  $\lambda$ , et enfin  $\lambda$ ,  $c$  et  $T$  ou  $f$ . Définir un milieu dispersif en donnant des exemple
- A partir d'un exemple fourni, dessiner l'allure d'un signal se propageant à différents instants et/ou en différents points.
- Exprimer l'amplitude  $A$  du signal somme de 2 signaux sinusoïdaux de même pulsation  $\omega$  et amplitude  $A_0$  en fonction de leur déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ .
- Exprimer le déphasage  $\Delta\varphi(M)$  entre 2 ondes au point  $M$ , en fonction de la différence de marche. Rappeler les conditions d'interférences constructives et destructives sur  $\Delta\varphi(M)$ .
- Pour l'expérience des trous d'Young, montrer  $\delta \simeq \frac{xa}{D}$ , avec  $\delta$  la différence de chemin optique entre les rayons issus de chaque trou en un point  $M$  de l'écran.