Programme de la semaine du 4 décembre 2023

Cours

Chapitre 8 : Régime sinusoïdal forcé.

- Réponse d'un système linéaire à une excitation sinusoïdale. Savoir décrire la notion de régime sinusoïdal forcé à partir de l'exemple de l'équation différentielle de l'oscillateur amorti.
- Savoir définir la représentation complexe associée à un signal sinusoïdal, puis l'amplitude complexe. Représentation complexe associée à la dérivée et à la primitive du signal.
- Savoir utiliser la méthode des complexes pour déterminer les caractéristiques (amplitude et phase) de la solution particulière de l'équation différentielle en RSF. L'exemple du circuit RC a été traité en cours (passage en complexe à partir de l'équation différentielle).
- Notion d'impédance complexe. Connaître l'impédance complexe de la résistance, de la bobine idéale et du condensateur idéal.
- Savoir interpréter physiquement le module et l'argument de l'impédance complexe. Connaître les dipôles équivalents à basse fréquence et à haute fréquence du condensateur et de la bobine.
- Connaître les formules d'associations d'impédances en série, en parallèle, du diviseur de tension et du diviseur de courant en représentation complexe.
- **Résonance d'intensité dans le circuit RLC série.** Je propose l'enchaînement suivant pour étudier la résonance d'intensité :
  - mettre en équation le circuit RLC série en RSF à la pulsation ω et exprimer l'impédance complexe $\underline{I_m}$ de l'intensité $i(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi_i)$ en fonction de ω ;
  - en déduire l'amplitude I_m et la phase initiale φ_i de $i(t)$ en fonction de ω ;
  - montrer que la pulsation de résonance est la pulsation propre ω_0 du circuit ;
  - récrire I_m en faisant apparaître la pulsation propre ω_0 et le facteur de qualité Q, définir et exprimer la largeur du pic de résonance (tracer l'allure du graphe de l'amplitude I_m) ;
  - montrer qu'à la résonance, l'intensité $i(t)$ et l'excitation $e(t)$ sont en phase ;
  - enfin, déduire de ces résultats une méthode expérimentale permettant de mesurer ω_0 et Q.
- **Résonance de charge dans le circuit RLC série.** Je propose l'enchaînement suivant pour étudier la résonance de charge :
  - mettre en équation le circuit RLC série en RSF à la pulsation ω et exprimer l'impédance complexe $\underline{U_m}$ de la tension $u_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$ aux bornes du condensateur en fonction de ω ;
  - récrire $\underline{U_m}$ en faisant apparaître la pulsation propre ω_0 et le facteur de qualité Q ;
  - en déduire l'amplitude U_m de $u_c(t)$ en fonction de ω (le calcul général de φ_u n'est pas obligatoire à ce stade) ;
  - déterminer la condition de résonance et l'expression de la pulsation de résonance ;
  - montrer que $U_m(\omega_0) = Q \times E_m$ et $\varphi_u(\omega_0) = -\pi/2$ rad (je n'attend pas une étude générale du déphasage) ;
  - enfin, déduire de ces résultats une méthode expérimentale permettant de mesurer ω_0 et Q.

Chapitre 9 : Filtrage linéaire

- Savoir énoncer le principe de superposition pour les systèmes linéaires. Savoir expliquer l'intérêt pour étudier la réponse d'un système linéaire à une excitation quelconque.
- Les signaux périodiques. Savoir définir la valeur moyenne et la calculer pour un signal sinusoïdal et pour des signaux périodiques simples dont l'expression ou le graphe est donné.
- Développement en série de Fourier d'un signal périodique : savoir définir les termes du développement.
- Savoir définir la valeur efficace d'un signal périodique. Savoir calculer la valeur efficace d'un signal sinusoïdal. Savoir que le carré de la valeur efficace d'un signal périodique est égale à la somme des carrés des valeurs efficaces de ses composantes sinusoïdales.

- Savoir définir la fonction de transfert harmonique, le gain et la phase d'un système linéaire. La fonction de transfert étant donné, savoir déterminer la réponse d'un système linéaire à une excitation $e(t)$ de la forme :

$$e(t) = A_0 + A_1 \cos(\omega_1 t + \varphi_1) + A_2 \cos(\omega_2 t + \varphi_2) + \dots$$

- Savoir tracer le diagramme de Bode associé à une fonction de transfert **d'ordre 1** selon la méthode suivante :

> ☞ **Méthode pour tracer le diagramme de Bode.**
>
> — calculer le gain $G(\omega)$ et ses limites quand $\omega \to 0$ et $\omega \to \infty$;
>
> — calculer le gain en décibels $G_{\mathrm{dB}}(\omega)$ et ses limites quand $\omega \to 0$ et $\omega \to \infty$;
>
> — tracer le diagramme de Bode **asymptotique** pour le gain en décibels en portant sur l'axe des abscisses la variables $x = \log(\omega/\omega_0)$; on aura auparavant déterminé les **asymptotes** de la fonction $G_{\mathrm{dB}}(\omega)$ à basse fréquence et à haute fréquence ;
>
> — tracer **l'allure du diagramme réel** en calculant les coordonnées de points remarquables et en les plaçant sur le graphe ;
>
> — recommencer cette procédure pour la phase $\varphi(\omega)$.

Le cas du filtre passe-bas du 1er ordre a été vu en cours.

- Le diagramme de Bode étant donné, savoir déterminer la réponse à une excitation de la forme :

$$e(t) = A_0 + A_1 \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1) + A_2 \cos(2\pi f_2 t + \varphi_2) + \dots$$

Exercices

Exercices sur le **Chapitre 8**. Les exercices sur **la résonance** seront vus mardi en TD.