Programme de la semaine du 27 novembre 2023

Cours

Chapitre 7 : De l'oscillateur harmonique à l'oscillateur amorti. Régimes transitoires du deuxième ordre.

- **Le circuit LC :** savoir mettre en équation le circuit et mettre l'équation sous la forme canonique de l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique. Savoir exprimer la pulsation propre en fonction des paramètres du circuit.
- Connaître la forme de la solution générale de l'équation différentielle de l'O.H. Nécessité de connaître 2 conditions initiales pour fixer les 2 constantes d'intégration. Savoir exprimer la période propre.
- Savoir résoudre l'équation dans le cas où $u_C(t=0) = E$ et $\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}(t=0) = 0$.
- Savoir tracer rigoureusement le graphe de la fonction $u_C(t) = E\cos(\omega_0 t)$.
- Savoir montrer que l'énergie totale du circuit est constante au cours du temps et interpréter les oscillations de la tension et de l'intensité du courant comme un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine.
- **Circuit RLC « série » :** mise en équation du circuit soumis à une excitation de tension $e(t)$, forme canonique, définition de la pulsation propre et du facteur de qualité.
- Résolution dans le cas du régime libre ($e(t) = 0$). Savoir faire un bilan de puissance et mettre en évidence la dissipation de l'énergie électromagnétique dans le circuit. Savoir établir la forme générale de la solution de l'équation différentielle homogène pour les 3 régimes (pseudo-périodique, critique, apériodique), à savoir relier à la valeur du facteur de qualité Q. Savoir déterminer les constantes d'intégration grâce aux conditions initiales $u_C(t=0) = E$ et $\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}(t=0) = 0$. Savoir tracer l'allure du graphe de $u_C(t)$. Savoir déterminer le temps de décroissance exponentielle dans les 3 régimes, et tracer l'allure de son évolution en fonction de Q .
- Dans le cas de la réponse indicielle (réponse à un échelon de tension), savoir résoudre l'équation différentielle en tenant compte des conditions initiales $u_C(t=0) = 0$ et $\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}(t=0) = 0$. Savoir faire un bilan d'énergie et calculer le rendement de la charge du condensateur.
- **L'exemple du régime libre du circuit RLC parallèle a été traité en détail en exercice : retenir que l'expression du facteur de qualité dépend du circuit et se déduit en mettant l'équation différentielle sous la forme canonique.**

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.

Exercices

Exercices sur le **Chapitre 7** et éventuellement d'application très simple sur le **Chapitre 8 (le TD ne sera fait que mardi).**