Programme de khôlle – semaine 7

Du 09 au 13 novembre

I Cours et exercices

E4 Oscillateurs harmoniques

I **Introduction** : signal sinusoïdal général, équation différentielle générale et changement de variable.

II **Circuit LC régime libre** : étude expérimentale avec simulation numérique, présentation, équation différentielle, résolution et graphique, représentation dans l'espace des phases, bilan énergétique ; complément LC montant.

III **Exemple harmonique mécanique : ressort horizontal libre** : force rappel, présentation, équation différentielle et solution, analogie ressort-LC, bilan énergétique, espace des phases.

E5 Oscillateurs amortis

I **Oscillateur amorti électrique : RLC série libre** : exemple avec simulation numérique, tracé des différentes réponses en fonction de R, équation différentielle générale, équation caractéristique et régimes de solutions ; présentation RLC série libre, bilan énergétique et justification évolution amortie, équation différentielle et identification facteur de qualité ; résolutions dans chaque cas : solution, tracé, espace des phases et régime transitoire à 95%.

II **Ressort amorti** : présentation, équation différentielle, analogie RLC, bilan énergétique. Solutions laissées en démonstration libre, voir RLC.

II Questions de cours possibles

Information

Les questions notées d'un ⁂ sont longues et/ou complexes. Elles doivent compter pour plus de points dans la notation, mais peuvent être écourtées si nécessaire.

Les questions notées d'un ⁂ sont courtes et élémentaires. Elles comptent pour moins de points dans la notation, mais doivent être traitées en entier et en détail.

E4 Oscillateurs harmoniques

⁂ 1) Donner la forme générale d'un signal sinusoïdal en détaillant les paramètres, expliquer ce qu'est la pulsation et exprimer la période en fonction de la pulsation (Df.E4.1 et Itp.E4.1). Comment gérer une amplitude qui serait négative (At.E4.1) ?

2) Donner l'équation différentielle générale d'un oscillateur harmonique et les deux formes de solutions associées (Ipt.E4.1 et 2).

⁂ 3) Présenter le schéma et les conditions initales, établir l'équation différentielle, **justifier l'unité de** ω_0, établir les solutions de $u_C(t)$ et $i(t)$ (ou $x(t)$ et $v(t)$) et les tracer en fonction du temps compte des constantes mutiplicatives pour un des sytèmes suivants :

- A LC libre (Df.E4.2, Dm.E4.1, Apl.E4.2, Dm et Pt.E4.2, et Itp.E4.3)
- B LC montant (Df.E4.3, Dm.E4.4, Rq.E4.2 et https://tinyurl.com/ypagwnb6)
- C Ressort libre sans frottements (Df.E4.5, Dm.E4.5, Fig.E4.7, Itp.E4.4)

4) Faire un **bilan de puissance** pour démontrer la conservation de l'énergie totale, vérifier la conservation à l'aide des solutions analytiques, et tracer la forme des graphiques pour un des systèmes suivants :

- A LC libre (Pt et Dm.E4.3, Rmq.E4.1)
- B Ressort libre sans frottements (Pt et Dm.E4.6, Fig.E4.9, calcul analytique non fait)

E5 Oscillateurs amortis

5) Présenter l'équation différentielle générale d'un oscillateur amorti (Ipt.E5.1), démontrer la dimension et interpréter le facteur de qualité (Rmq.E5.1). Établir et nommer et décrire les régimes de solution (Pt et Dm.E5.1). Faire un schéma pour chaque régime exemple RLC série, Exp.E5.1).

6) Présenter le RLC libre (Df.E5.1). Faire le bilan de puissance et expliquer la différence avec le système harmonique (Dm et Pt.E5.2, Itp.E5.1). Déterminer l'équation différentielle et les conditions initiales du circuit en identifiant les expressions de ω_0 et Q (Dm et Pt.E5.3).

7) Faire l'analogie complète entre les deux systèmes amortis RLC libre et ressort avec frottement fluide (E5|I/ et E5|II/ en général) : présentation, conditions initiales, équations différentielles **sans démonstration**, correspondance entre les grandeurs (Ipt.E5.3), tracer de solutions **dans l'espace des phases** selon différentes valeurs de Q sans résolution et commenter sur l'évolution de l'énergie visible dans le graphique.

8) Résoudre l'équation différentielle et tracer la solution dans l'espace temporel d'un oscillateur amorti (RLC ou ressort frottements fluides) de conditions initiales données par l'interrogataire pour l'un des trois régimes possibles :

- A Pseudo-pér. (E5|I/D)1.1)
- B Critique (E5|I/D)2.1)
- C Apériodique (E5|I/D)3.1)

9) Déterminer la durée du régime transitoire à 95% pour l'un des trois régimes suivants :

- A ⁂ Pseudo-pér. (E5|I/D)1.2)
- B ⁂ Critique (E5|I/D)2.2)
- C ⁂ Apériodique (E5|I/D)3.2)

On rappelle le développement asymptotique $\sqrt{1+x} \underset{x\ll 1}{\sim} 1 + x/2$ et l'approximation numérique $\ln(20) \approx \pi$.

10) Définir le décrément logarithmique dans le cas des pseudo-oscillations (Df.E5.2). Démontrer son lien au facteur de qualité (Dm.E5.6).