

I Exercices uniquement

E3 Circuits du premier ordre

II Cours et exercices

E4 Oscillateur harmonique

- I **Introduction** : signal sinusoïdal général, introduction signal complexe, équation différentielle générale, changement de variable, étude expérimentale avec simulation numérique.
- II **Circuit RC régime libre** : présentation, équation différentielle, résolution et graphique, représentation dans l'espace des phases, bilan énergétique.
- III **Exemple harmonique mécanique : ressort horizontal libre** : force rappel, présentation, équation différentielle et solution, analogie ressort-LC, bilan énergétique, espace des phases.
- IV **Complément LC montant** : présentation, équation différentielle et solution, simulation numérique.

E5 Oscillateur amorti

- I **Introduction** : exemple avec simulation numérique, tracé des différentes réponses en fonction de R_c , équation différentielle générale, équation caractéristique et régimes de solutions.
- II **RLC série libre** : présentation, 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%.
- III **Ressort amorti** : présentation, équation différentielle, analogie RLC, bilan énergétique. Solutions laissées en démonstration libre, voir RLC.

III Questions de cours possibles

E4 Oscillateur harmonique

- 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). Bonus : comment visualiser l'amplitude et la phase d'un signal sinusoïdal par passage aux complexes (Itp.E4.1) ?
- 2) Donner l'équation différentielle générale d'un oscillateur harmonique et les deux formes de solutions associées (Pt.E4.1 et 2). Expliquer le principe du changement de variable avec cette équation comme exemple, et résoudre l'équation du RL montant avec cette méthode (Pt.E4.3 et Apl.E4.1).
- 3) Présenter le schéma et les conditions initiales, établir l'équation différentielle, **justifier l'unité de ω_0** , établir les solutions de $u_C(t)$ et $i(t)$ (ou $\ell(t)|x(t)$ et $v(t)$) et les tracer en fonction du temps **puis** dans l'espace des phases sans tenir compte des constantes multiplicatives pour un des systèmes suivants :

- | | | |
|--|--|--|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">A</div> LC libre
(Df.E4.2, Dm.E4.1 et Pt.E4.4,
Apl.E4.2, Dm.E4.2, Pt.E4.5 et
Itp.E4.2) | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">B</div> Ressort libre sans frottements
(Df.E4.4, Dm.E4.4 et Pt.E4.7,
Fig.4.6, Itp.E4.3) | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">C</div> LC montant
(Df.E4.6, Pt.E4.9 et Dm.E4.6,
cf. url simulation) |
|--|--|--|

- 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 :

- | | |
|---|---|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">A</div> LC libre
(Dm.E4.3 et Pt.E4.6, Rmq.E4.1) | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">B</div> Ressort libre sans frottements
(Dm.E4.5 et Pt.E4.8, Rmq.E4.2) |
|---|---|

- 5) Faire l'analogie complète entre les deux systèmes harmoniques LC libre et ressort sans frottement (E4|II/ et E4|III/ en général) : présentation, conditions initiales, équations différentielles **sans démonstration**, correspondance entre les grandeurs (Ipt.E4.2), tracé des solutions **dans l'espace des phases** sans résolution et commenter sur la conservation de l'énergie visible dans le graphique.

E5 Oscillateur amorti

- 6) Présenter l'équation différentielle générale d'un oscillateur amorti (Pt.E5.1), démontrer la dimension et interpréter le facteur de qualité (Rmq.E5.1), démontrer l'expression de l'équation caractéristique et son discriminant (Df.E5.1), démontrer l'existence des régimes de solutions en fonction de la valeur de Q , les nommer et les décrire (Ipl.E5.1), et représenter les formes de solutions vues pour le RLC série pour chaque régime (E5|I/A).
- 7) Présenter le RLC libre et ses conditions initiales (Df.E5.2, CI dans Pt.E5.3), faire le bilan de puissance et expliquer la différence avec le système harmonique (Dm.E5.1, Pt.E5.2 et Ipt.E5.2), déterminer l'équation différentielle du circuit en identifiant les expressions de ω_0 et Q (Dm.E5.2, Pt.E5.3).
- 8) Faire l'analogie complète entre les deux systèmes amortis RLC libre et ressort avec frottement fluide (E5|II/ et E5|III/ 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.
- 9) Résoudre l'équation différentielle d'un oscillateur amorti de conditions initiales données par l'interrogatoire pour l'un des trois régimes possibles :

- | | | |
|---|--|---|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">A</div> Pseudo-pér. (E5 II/D)1-1.) | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">B</div> Critique (E5 II/D)2-1.) | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">C</div> Apériodique (E5 II/D)3-1.) |
|---|--|---|

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

- | | | |
|---|--|---|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">A</div> ☆ Pseudo-pér. (E5 II/D)1-2.) | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">B</div> ☆ Critique (E5 II/D)2-2.) | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">C</div> ☆ Apériodique (E5 II/D)3-2.) |
|---|--|---|

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