

# SUIS-JE AU POINT ?

## Chapitre 14 : Oscillateur amorti - régime transitoire du deuxième ordre

💡 Une notion à bien comprendre, un point à retenir.

♥ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.

✍ Un savoir-faire à acquérir.

TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

### 1 Équation d'évolution en régime libre

#### 1.1 Circuit RLC série

✍ Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur dans un circuit RLC série.

TD Équation différentielle d'un circuit électrique du deuxième ordre : exercices 1,2,3,4,7.

#### 1.2 Système {masse + ressort} amorti par frottements fluide

✍ Établir l'équation du mouvement d'un système {masse+ressort} soumis à une force de frottement fluide linéaire ( $F = -\alpha v$ ). On prendra le cas d'un ressort horizontal.

TD Équation différentielle d'un système mécanique du deuxième ordre : exercice 8.

#### 1.3 Formes canoniques de l'équation d'évolution

♥ Écrire l'équation d'un oscillateur amorti sous forme canonique (connaître les deux formes équivalentes énoncées en cours). Donner le nom et l'unité SI des paramètres canoniques  $\omega_0$ ,  $\lambda$  et  $Q$ .

✍ Exprimer, pour un circuit RLC série, les paramètres canoniques en fonction de  $R$ ,  $L$  et  $C$ .  
Exprimer, pour un système {masse+ressort} amorti par frottement fluide, les paramètres canoniques en fonction de  $k$ ,  $m$  et  $\alpha$ .

#### 1.4 Analogie électromécanique

💡 Les équations différentielles obtenues pour le circuit RLC série et le système {masse+ressort} amorti par frottement fluide ont la même structure. L'évolution temporelle de ces deux systèmes vont donc être analogues. C'est pourquoi on désigne, dans les deux cas, le système par le même terme **d'oscillateur amorti**.

✍ Déterminer les couples de grandeurs physiques qui jouent un rôle analogue dans l'oscillateur amorti électrique et l'oscillateur amorti mécanique : inertie, raideur et amortissement notamment.

### 2 Évolution du système en régime libre

TD Oscillateur amorti en régime libre : exercices 1, 3, 4, 5, 6, 7.

#### 2.1 Équation caractéristique

✍ Écrire le polynôme caractéristique associé à l'équation différentielle d'un oscillateur amorti. Justifier l'existence de trois régimes d'amortissement distincts suivant la valeur du facteur de qualité.

♥ Connaître le nom de chaque régime d'amortissement et la condition sur la valeur du facteur de qualité pour se trouver dans chacun des trois.

## 2.2 Régime apériodique $\left(Q < \frac{1}{2}\right)$

- ♥ Donner l'expression de la solution générale de l'équation de l'oscillateur amorti en régime libre. Tracer l'allure du graphe de la solution. Donner, sous la forme d'une expression littérale, un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire ( $\tau \sim \frac{1}{\lambda - \sqrt{\lambda^2 - \omega_0^2}}$ ).

## 2.3 Régime critique $\left(Q = \frac{1}{2}\right)$

- ♥ Donner l'expression de la solution générale de l'équation de l'oscillateur amorti en régime libre. Tracer l'allure du graphe de la solution. Donner, sous la forme d'une expression littérale, un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire ( $\tau \sim \frac{1}{\lambda}$ ).

## 2.4 Régime pseudopériodique $\left(Q > \frac{1}{2}\right)$

- ♥ Donner l'expression de la solution générale de l'équation de l'oscillateur amorti en régime libre. Tracer l'allure du graphe de la solution. Donner, sous la forme d'une expression littérale, un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire ( $\tau \sim \frac{1}{\lambda}$ ).
- ♥ Écrire la relation entre la pseudopulsation et les paramètres canoniques ( $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \lambda^2}$ ).
- ♥ Définir le décrément logarithmique  $\delta$  d'un oscillateur amorti en régime pseudopériodique. Écrire (sans démonstration) la relation entre  $\delta$  et la pseudopériode  $T$  ( $\delta = \lambda T$ ).

TD Analyse graphique d'oscillations amorties : exercice 6.

## 2.5 Influence du facteur de qualité

- ♥ Connaître l'influence du facteur de qualité sur la durée du régime transitoire (*à  $\omega_0$  fixé, la durée du régime transitoire est minimale en régime critique*).

TD Influence du facteur de qualité : exercice 8.

## 2.6 Étude énergétique

- ✍ Effectuer le bilan de puissance du circuit RLC série en régime libre. Discuter qualitativement des échanges d'énergie au sein du circuit, selon le régime d'amortissement.

TD Étude énergétique d'un circuit du deuxième ordre : exercices 4,6.

## 3 Application : réponse à un échelon de tension

- ✍ Reprendre les paragraphes 2.2. à 2.4. et les adapter au cas d'un circuit RLC série soumis à un échelon de tension.

TD Oscillateur amorti soumis à un échelon : exercices 1, 2, 8.