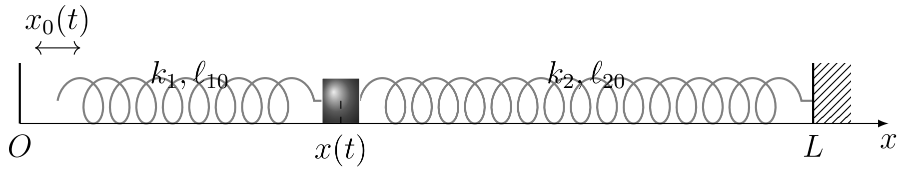
Sujet n°1

Question de cours

Résonance en intensité d'un circuit RLC série alimenté par un générateur de fem $e(t) = E_m \cos(\omega t)$.

- Établir l'expression de l'amplitude complexe de l'intensité
  Partez du circuit RLC série et utilisez la notation complexe et les associations d'impédances.
- Déterminer les équivalents de $\underline{I_m}$ à BF et HF.
  En déduire les limites de l'amplitude et de la phase à BF et HF.
- Déterminer l'existence d'une résonance et la pulsation correspondante.
- Tracer l'allure de $I_m(\omega)$.
- Définir la bande passante et les pulsations de coupure. Illustrer les définitions sur le graphe précédent.
- Donner l'expression la largeur de la bande passante en fonction du facteur de qualité.

Exercice n°1 Deux ressorts



On repère M par son abscisse $x(t)$.
M est relié à deux parois verticales par deux ressorts de raideurs identiques k, de longueurs à vide ℓ_0. Celle de droite est immobile en $x = L$, celle de gauche, d'abscisse $x_0(t)$, est animée d'un mouvement d'équation horaire $x_0(t) = X_{0m} \cos(\omega t)$. On supposera que $L = 2\ell_0$.

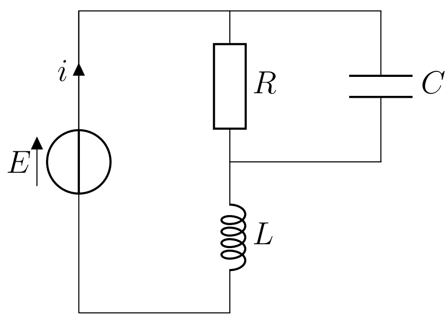
Q1. Établir l'équation différentielle vérifiée par x sous la forme $\ddot{x} + \dfrac{\omega_0}{Q}\dot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 x_{\text{éq}} + \dfrac{1}{2}\omega_0^2 x_0(t)$ et identifier ω_0, $x_{\text{éq}}$ et Q

Q2. Établir l'expression de l'amplitude complexe $\underline{X}$ de l'écart $X(t) = x(t) - x_{\text{éq}}$.

Q3. Étudier l'existence d'une résonance.

Exercice n°2

Considérons le circuit représenté ci-contre, où le condensateur est initialement déchargé. Le générateur fournit un échelon de tension, en passant de 0 à E à $t = 0$.



Q1. Établir l'équation différentielle vérifiée par le courant i.

Q2. L'écrire sous forme canonique en introduisant deux grandeurs ω_0 et Q que l'on interprétera.

Q3. Expliquer qualitativement l'expression du facteur de qualité.

Q4. Donner la valeur du courant i et de sa dérivée à l'instant initial.

Q5. En supposant $Q = 2$, déterminer l'expression de $i(t)$ et tracer son allure.

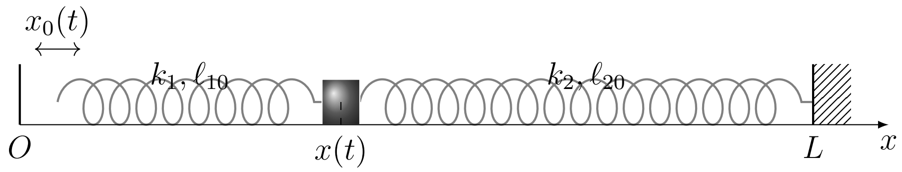
Sujet n°2

Question de cours

Résonance en tension aux bornes du condensateur d'un circuit RLC série alimenté par un générateur de fem $e(t) = E_m \cos(\omega t)$.

- Établir l'expression de l'amplitude complexe de la tension aux bornes du condensateur.
  Partez du circuit RLC série. En utilisant la notation complexe, les impédances et la relation du pont diviseur de tension, établir l'expression de l'amplitude complexe de la tension aux bornes du condensateur.
- Déterminer les équivalents de $\underline{U_{Cm}}$ à basse et haute fréquences.
  En déduire les valeurs de U_{Cm} et φ_u à basse et haute fréquences.
- Exprimer l'amplitude U_{Cm}.
- Déterminer la pulsation de résonance et la condition sur Q pour qu'elle existe.
- Tracer les allures de U_{Cm} et φ_u en fonction de ω. On distinguera en fonction de la valeur de Q.

Exercice n°1 Deux ressorts



On repère M par son abscisse $x(t)$.
M est relié à deux parois verticales par deux ressorts de raideurs identiques k, de longueurs à vide ℓ_0. Celle de droite est immobile en $x = L$, celle de gauche, d'abscisse $x_0(t)$, est animée d'un mouvement d'équation horaire $x_0(t) = X_{0m}\cos(\omega t)$. On supposera que $L = 2\ell_0$.

Q1. Établir l'équation différentielle vérifiée par x sous la forme $\ddot{x} + \dfrac{\omega_0}{Q}\dot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 x_{\text{éq}} + \dfrac{1}{2}\omega_0^2 x_0(t)$

et identifier ω_0, $x_{\text{éq}}$ et Q

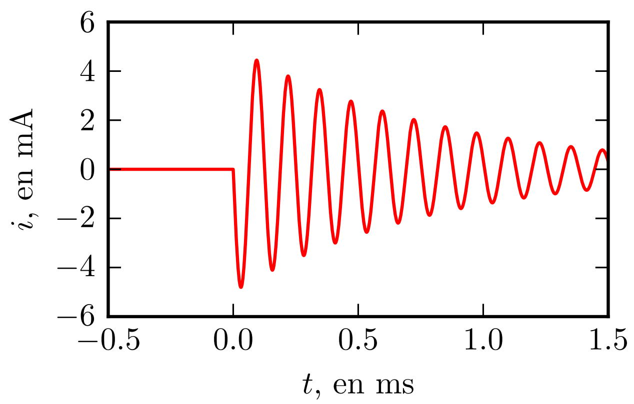
On introduit $X = x(t) - x_{\text{éq}}$.

Q2. Établir l'expression de l'amplitude complexe de la vitesse : $\underline{V} = \dfrac{\alpha}{1 + jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}\underline{X_0}$

Q3. Mettre en évidence l'existence d'une résonance en vitesse.

Exercice n°2 Analyse d'un relevé expérimental

La courbe ci-contre représente le courant mesuré dans un circuit formé d'une bobine et d'un condensateur montés en série avec un générateur imposant un échelon de tension. On admet que la bobine est très bien décrite par une bobine idéale, mais pas le générateur.
Analyser la courbe pour déterminer la hauteur E de l'échelon de tension, l'inductance L et la capacité C.



Sujet n°3

Question de cours

Impédances :

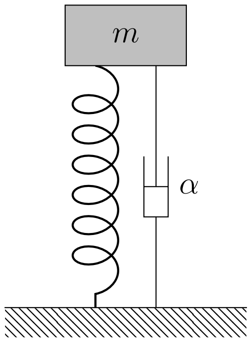
— Établir l'expression de l'impédance d'une résistance, d'un condensateur et d'une bobine.

— Déterminer le comportement des dipôles précédents à basse et haute fréquences.

— Donner les lois d'association des impédances en série / en parallèle.

Exercice n°1 Résonance mécanique

Lorsqu'un moteur de compresseur fonctionne, il est à l'origine de vibrations périodiques qui peuvent entraîner des déplacements importants du châssis. Pour minimiser ce phénomène, il est nécessaire de prévoir un système de suspension et d'amortissement.



On assimile le moteur à un point matériel de masse m posé sur l'association d'un ressort de raideur k et de longueur à vide ℓ_0 avec un amortisseur exerçant une force de freinage $\overrightarrow{f} = -\alpha\overrightarrow{v}$ avec $\overrightarrow{v}$ la vitesse du moteur et α une constante positive.

Q1. Déterminer la longueur du ressort à l'équilibre lorsque le moteur ne fonctionne pas.

Dans toute la suite de l'énoncé, la position du moteur $z(t)$ sera repérée par rapport à cette position d'équilibre. En fonctionnement, tout se passe comme si une force supplémentaire $\overrightarrow{F} = F_0\cos(\omega t)\overrightarrow{u_z}$ agissait sur le moteur.

Q2. Déterminer l'équation différentielle satisfaite par $z(t)$ lorsque le moteur fonctionne.

Q3. Proposer une expression générale pour $z(t)$ en régime forcé.

En déduire l'expression de l'amplitude complexe $\underline{Z_m}$ de $\underline{z}$ en fonction de ω et des paramètres $\lambda = \dfrac{\alpha}{2m}$, $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$ et $\dfrac{F_0}{m}$.

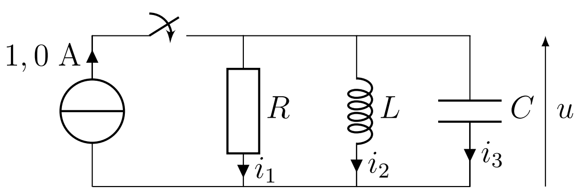
Q4. Étudier l'amplitude Z_m en fonction de la pulsation : limites et existence ou non d'une résonance.

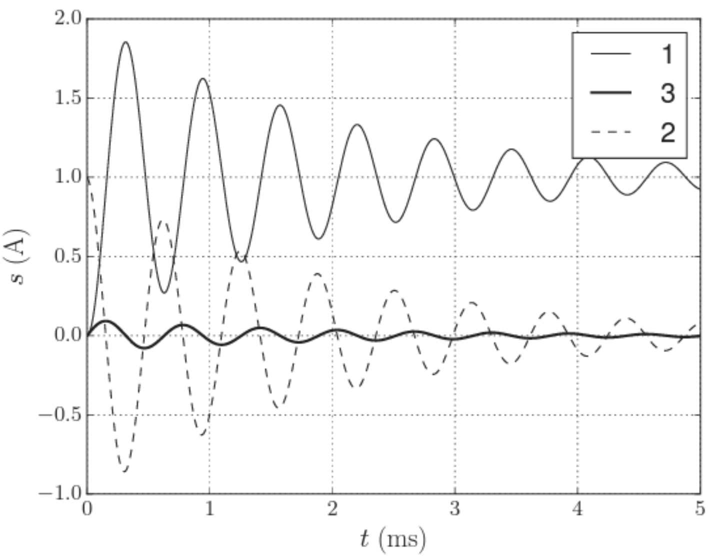
Q5. Tracer l'allure de $Z_m(\omega)$, deux cas devront être distingués.

Q6. Comment faut-il choisir α ?

Exercice n°2 RLC parallèle

On dispose du circuit RLC parallèle ci-dessous. Le condensateur de capacité C est déchargé pour $t < 0$. À $t = 0$ on ferme l'interrupteur, alimentant ainsi le circuit par un échelon de courant d'intensité $I = 1,0$ A. On donne $R = 1,0.10^4\ \Omega$ et $L = 0,10$ H.





La figure ci-contre représente l'évolution des trois courants i_1, i_2 et i_3 en fonction du temps, mais un esprit farceur a mélangé les légendes.

Q1. En justifiant soigneusement les raisonnements menés, associer les trois courbes 1, 2, 3 aux différents courants.

Q2. Établir l'équation différentielle satisfaite par i_2.

Q3. À partir des graphes des intensités, estimer la valeur de la capacité C du condensateur.