

? À rendre jeudi 13 novembre 2025
Devoir Maison n°6 : Oscillateurs amortis

Travail à réaliser :

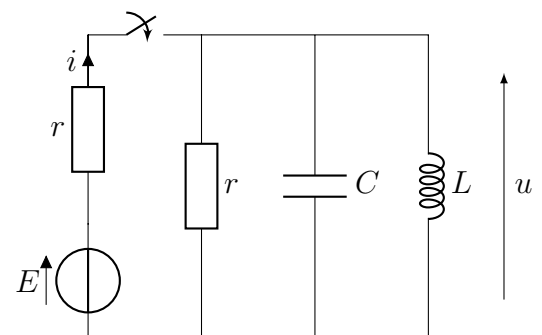
- Pour les étudiant.e.s ayant eu moins de 10 aux deux premiers DS, ne pas traiter les questions indiquées avec des ♪.
- Pour les étudiant.e.s ayant eu plus de 14 aux deux premiers DS, traiter la totalité du devoir.
- Entre les deux, faites comme vous le sentez au mieux, plus vous en faites, mieux c'est, mais tout dépend votre niveau de maîtrise en ce moment.

Exercice n°1 Étude d'un circuit RLC

On étudie le circuit RLC parallèle ci-contre alimenté par un générateur de tension de fem $E = 5,00 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 50 \Omega$.

On donne : $C = 1,0 \mu\text{F}$.

Pour $t < 0$, aucun courant ne circule dans le circuit et le condensateur est déchargé. On ferme l'interrupteur à $t = 0$. On souhaite étudier l'évolution de la tension u en fonction du temps pour les temps $t > 0$.



- Q1. **Représenter** le circuit à $t > 0$, et introduire toutes les grandeurs électriques nécessaires*.
- Q2. **Justifier** parfaitement que les conditions initiales à $t = 0^+$ s'écrivent : $u(0^+) = 0 \text{ V}$ et $\frac{du}{dt}(0^+) = \frac{E}{rC}^\dagger$.
- Q3. **Représenter** le circuit équivalent en régime permanent, et en déduire la valeur de la tension u atteinte en régime permanent.
- Q4. **Établir** l'équation différentielle vérifiée par la tension u .

L'écrire sous forme canonique[‡]

$$\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{du}{dt} + \omega_0^2 u = 0$$

et **identifier** les expressions de ω_0 (en fonction de L et C) et Q (en fonction de L , C , et r).

Comment s'appellent ces deux grandeurs ? Quelles sont leurs unités ?

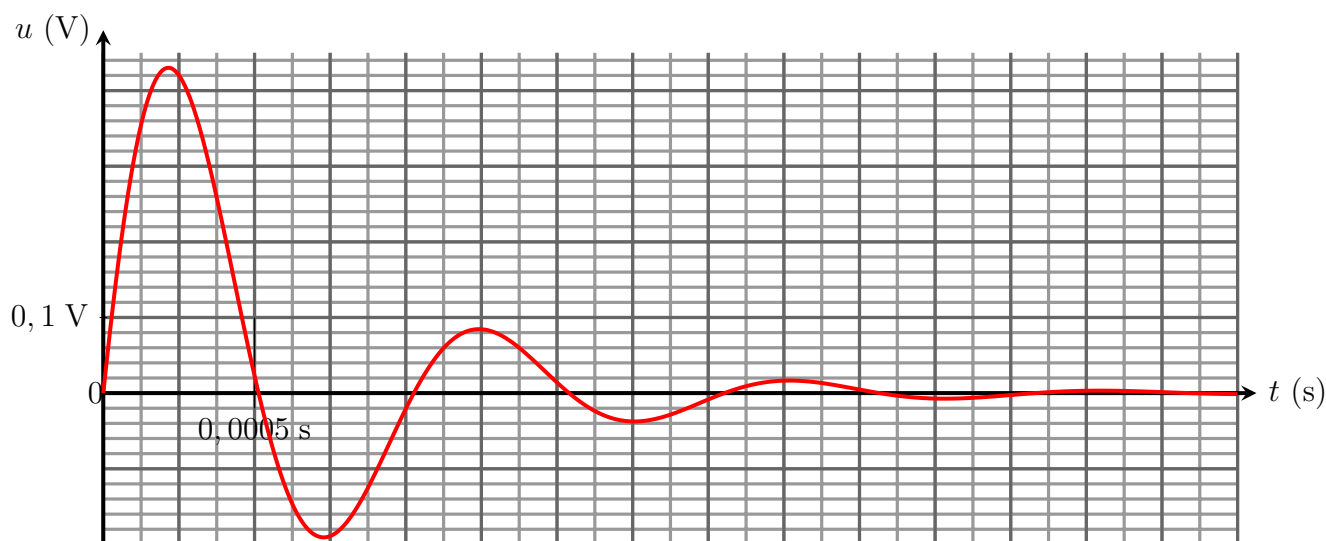
*. Indication : il faut 3 intensités, et 1 tension (rien de plus)

†. Indications :

- Suivre les 2 premiers points de la méthode du cours : u et l'intensité à travers la bobine.....
- Avec $u(0^+)$, déterminer l'intensité à travers la résistance.
- En déduire la relation entre $i(0^+)$ et l'intensité à travers le condensateur à 0^+ .
- La loi des mailles et la loi du condensateur permet d'en déduire $\frac{du}{dt}(0^+)$.

‡. Il n'y a pas d'erreur, le second membre est bien nul.

On donne l'évolution de u en fonction du temps :



Q5. Quel type de régime transitoire est observé ? Que peut-on en déduire sur le facteur de qualité Q ?

Q6. **Résoudre complètement** l'équation différentielle précédente, et montrer que la solution se met sous la forme suivante

$$u(t) = \frac{E}{rC\Omega} e^{-t/\tau} \sin(\Omega t)$$

Comment s'appellent Ω et τ ? Quelles sont leurs unités ? Que représentent ces grandeurs ?

Cette question doit être parfaitement traitée même si vous n'avez pas réussi à faire les questions précédentes, l'énoncé fournit tout.

Ne disposant que d'un ohmmètre et d'un capacimètre, on souhaite utiliser l'évolution temporelle précédente de u pour déterminer la valeur l'inductance de la bobine.

On définit le décrement logarithmique, avec T la pseudo-période, par :

$$\delta = \ln \left(\frac{u(t)}{u(t+T)} \right)$$

Q7. **Déterminer graphiquement** la valeur de δ .

Q8. ♪ ♪ **Établir l'expression** du décrement logarithmique en fonction de τ et T .

Puis montrer que δ s'exprime en fonction de Q uniquement selon : $\delta = \frac{2\pi}{\sqrt{4Q^2 - 1}}$.

Le résultat précédent peut être admis pour traiter la suite, qui doit être traitée même si vous n'avez pas réussi à traiter la question Q8.

Q9. À partir des deux questions précédentes, **en déduire la valeur** de Q .

En déduire la valeur de L .

Exercice n°2 Diapason 🎵 🎵

Pour estimer le facteur de qualité et la fréquence propre du diapason, on réalise un enregistrement à l'aide d'un microphone en utilisant un diapason équipé d'une caisse de résonance en bois permettant d'augmenter l'intensité de l'émission sonore. On obtient les deux enregistrements.

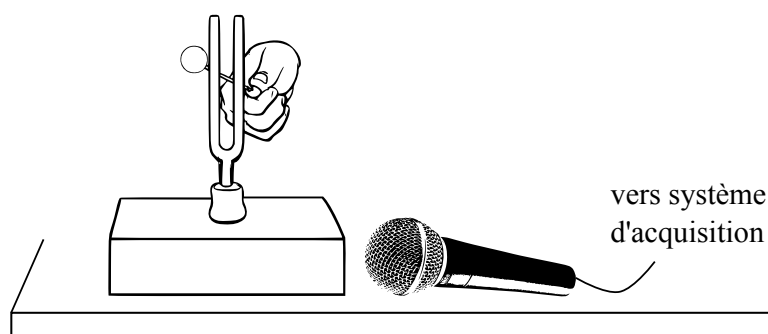


FIGURE 1 – Schéma du dispositif expérimental

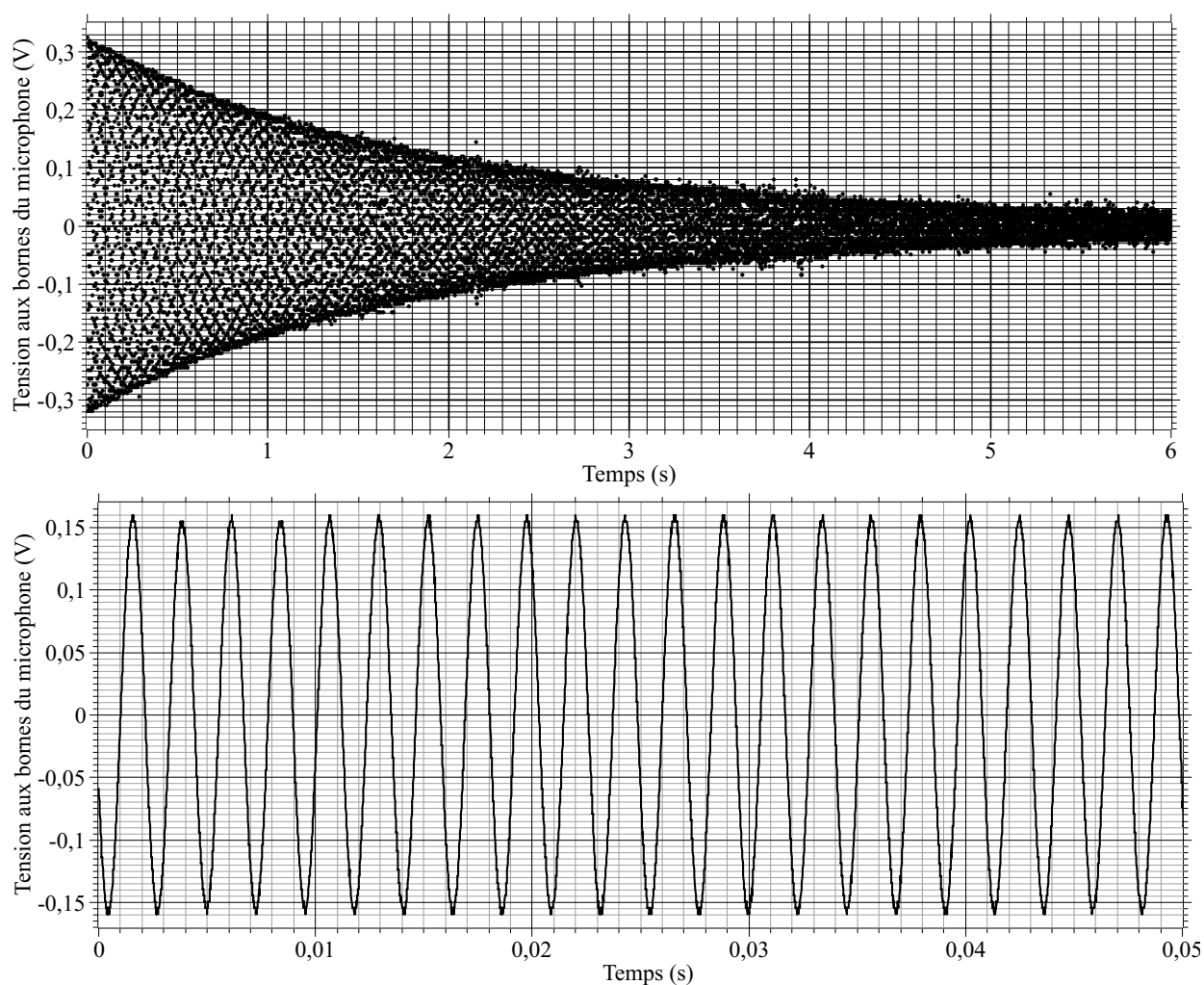


FIGURE 2 – Étude de la réponse percussionnelle : Tension aux bornes d'un microphone enregistrant le son émis par la caisse de résonance du diapason en réponse à une percussion avec le marteau

Exploiter les enregistrements pour **estimer au mieux la fréquence propre et le facteur de qualité** du diapason (on reproduira sommairement la (ou les) figure(s) utilisées pour faire apparaître la méthode graphique employée pour ces déterminations).