



## Objectifs :

- Réaliser un programme complet structuré permettant de résoudre un problème scientifique donné.
- Extraire une information utile dans un fichier.
- Utiliser les bibliothèques de calcul standard pour résoudre un problème scientifique mis en équation.
- Utiliser les bibliothèques standard pour afficher les résultats sous forme graphique.

## 1 Contexte

Un étudiant de PCSI 3, lors de son TIPE souhaite modéliser l'amortissement d'un système mécanique à l'aide d'un circuit RLC série. Lors de sa manipulation il a bien enregistré les courbes obtenus, mais il a oublié de noter les valeurs de la résistance utilisée, et de l'inductance de la bobine utilisée. L'objectif de ce TP est de créer un programme informatique qui permet de retrouver les valeurs de  $R$  et  $L$  à partir du fichier de données extrait de Latis Pro. Ce fichier contient l'échelle de temps et la tension aux bornes du condensateur de capacité  $C = 100$  nF.

## 2 Lecture du fichier

Pour importer les données nous allons utiliser le module csv qui permet de reconnaître les différentes cellules d'un tableau en indiquant le séparateur. Il aurait également été possible d'utiliser les outils du TP précédent pour faire cette partie.

- Recopier les trois fichiers TP9\_acquisition1, TP9\_acquisition2 et TP9\_acquisition3 disponibles sur le lecteur réseau *documents en consultation* dans votre répertoire de travail.
- Indiquer le chemin de votre répertoire de travail à l'aide du module os.
- Recopier le code suivant en commentant les différentes lignes de code :

```
import csv
fichier=open("TP9_acquisition1.txt","r")
fichiercsv = csv.reader(fichier, delimiter=";")
nblignes=0
t=[]
uc=[]
for lignes in fichiercsv:
    if nblignes!=0:
        t.append(float(lignes[0]))
        uc.append(float(lignes[1]))
    nblignes+=1
fichier.close()
```

## 3 Représentation temporelle avec Matplotlib

- A l'aide de la librairie `matplotlib.pyplot` tracer la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. On veillera à indiquer un titre les axes et à choisir un type de tracé adapté au problème étudié. Le tracé peut par exemple mettre en évidence les différents points d'acquisition. On pourra regarder pour cela l'aide de la fonction `plot` ou les documents distribués en classe.
- Sauvegarder sur le lecteur réseau restitution de devoirs votre figure avec un nom adapté. (`plt.savefig('nom_de_fichier.png')`). Vous ajouterez systématiquement dans le titre de votre figure vos initiales (`plt.title('YJ Titre de la figure')`).

## 4 Repérage des maxima successifs

- Définir une fonction `determination_max` qui prend en entrée la liste `uc` contenant les valeurs de la tension aux bornes du condensateur et qui renvoie la liste des indices où la tension `uc` passe par un maximum.

## 5 Détermination de la pseudo-période

- A partir de la fonction précédente définir une fonction `pseudoT` qui prend en argument la liste `uc` et la liste `t` et qui renvoie une valeur « précise » de la pseudo-période. Comparer les différentes valeurs obtenues en essayant d'améliorer la précision de la pseudo-période. *Réponse* :  $T = 1,844 \text{ ms}$ .

## 6 Détermination du décrement logarithmique

On définit le décrement logarithmique  $\delta = \frac{1}{n} \ln \left( \frac{u(t)}{u(t+nT)} \right)$  où  $T$  est la pseudo-période et  $n$  un entier. L'intérêt du décrement logarithmique est qu'on peut aisément le relier au facteur de qualité.

- Écrire une fonction `decrement_log` qui prend en entrée la liste des tensions `uc` et qui renvoie le décrement logarithmique calculé entre le premier et le quatrième maximum. On signale que la fonction `log` du module `numpy` ou du module `math` correspond au logarithme népérien  $\ln$  (la fonction logarithme décimale s'écrit `log10` dans ces modules). *Réponse* :  $\delta = 0,42898$ .

## 7 Détermination des paramètres du circuit

On donne les relations :  $\delta = \frac{\pi}{\sqrt{Q^2 - \frac{1}{4}}}$  et  $T = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$ .

- Écrire une fonction `Q_et_w0` qui prend en entrée les listes `uc` et `t` et qui renvoie les valeurs du facteur de qualité  $Q$  et de la pulsation propre  $\omega_0$ .
- En déduire une fonction `R_et_L` qui prend en entrée les listes `uc` et `t` et qui renvoie les valeurs de  $R$  et  $L$  sachant que  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  et  $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ . On rappelle que  $C = 100 \text{ nF}$ .
- En déduire les valeurs de  $R$  et  $L$ . *Réponses* :  $R = 400 \text{ } \Omega$  et  $L = 858 \text{ mH}$ .
- Vérifiez la robustesse de votre programme `R_et_L` en testant votre programme sur les différents fichiers proposés (tous obtenus à partir du même circuit mais en changeant les paramètres d'acquisitions). Analyser les origines des erreurs en cas de dysfonctionnements.

## 8 Résolution de l'équation différentielle avec scipy

On souhaite résoudre numériquement l'équation différentielle vérifiée par la tension `uc` et comparer la solution obtenue avec les données expérimentale à notre disposition.

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{du_c}{dt} + \omega_0^2 u_c = 0$$

On définira les valeurs du facteur de qualité et de la pulsation propre à partir des valeurs obtenues par la fonction `Q_et_w0` dans la partie précédente.

1. En appelant le vecteur  $X = \begin{pmatrix} u_c \\ \frac{du_c}{dt} \end{pmatrix}$  et  $Xpoint = \begin{pmatrix} \frac{du_c}{dt} \\ \frac{d^2 u_c}{dt^2} \end{pmatrix}$ , définir la fonction `PhiX` qui a pour argument  $X$  et  $t$  et qui retourne  $Xpoint$ .
2. Définir la liste conditions initiales  $X_0 = [uc0, \frac{duc}{dt}(0)]$ . On prendra  $uc0 = 9.8 \text{ V}$  et  $\frac{duc}{dt}(0) = 0$ .
3. Utiliser la fonction `odeint` de la bibliothèque `scipy.integrate` pour déterminer  $u_{cdiff}(t)$  et  $\frac{du_{cdiff}}{dt}$ . On réutilisera l'échelle de temps extraite du fichier de la partie précédente.
4. Tracer la solution obtenue  $u_{cdiff}(t)$  en fonction du temps et comparez la avec la tension expérimentale `uc`. Commenter.
5. Insérer un titre, le nom des axes et une légende puis sauvegarder votre figure dans le lecteur réseau restitution de devoirs.
6. Tracer également la trajectoire de phase  $\frac{du_{cdiff}}{dt}$  en fonction de  $u_{cdiff}$ .
7. Refaites les mêmes comparaisons avec les autres fichiers à votre disposition et regarder l'influence du nombre d'échantillons sur votre résultat.