

TP 7 Étude d'un circuit RLC

Matériel :

- ordinateur et connexion internet
- oscilloscope
- générateur basse fréquence (GBF)
- multimètre numérique de table
- boîte à décade de résistance
- boîte à décade d'inductance
- boîte à décade de capacité
- câbles électriques.

Dans ce TP nous allons étudier la réponse d'un système soumis à une excitation. Cette excitation correspond à une tension imposée par un GBF, le système à un circuit RLC série et sa réponse à la réponse en charge, soit la réponse en tension aux bornes du condensateur $u_C(t)$.

Dans un premier temps, nous simulerons la réponse en charge du circuit RLC soumis à un échelon de tension à l'aide d'un programme Python.

Une fois la simulation effectuée, les valeurs de résistance, d'inductance et de capacité utilisées dans la simulation seront exploitées dans le cas d'un circuit réel qu'il faudra réaliser. Les réponses simulées et réel seront alors comparées.

1. Simulation de la réponse en charge d'un circuit RLC par la méthode d'Euler

Manipulations

En mode ohmmètre, le multimètre se comporte comme un générateur idéal de courant faisant passer un courant d'intensité contrôlé dans la résistance à mesurer. La mesure de la tension à ses bornes permet donc de déterminer la valeur de la résistance.

- À l'aide de l'environnement de programmation Jupyter Notebook, **ouvrir** le fichier "Oscillateur amorti le circuit RLC.ipynb" téléchargé depuis le [dossier TP 7 Étude du circuit RLC](#) du site cahier de prépa.
- **Sélectionner** toutes les cellules du programme en appuyant sur *Ctrl+A*, puis exécuter les cellules sélectionnées en appuyant sur *Shift+Enter*.
- La simulation démarre. La première figure présente la tension imposée par le GBF $e(t)$ en bleue et la réponse en charge du circuit RLC $u_C(t)$ en jaune.
- **Appuyer** sur le bouton *Afficher/Cacher* pour toutes les cellules de code Python mis-à-part la troisième (il y est écrit "CELLULE À MODIFIER"). La deuxième figure présente l'énergie stockée par le condensateur $\mathcal{E}_C(t)$ en jaune et l'énergie stockée par la bobine $\mathcal{E}_L(t)$ en cyan. **Faites varier** les paramètres de la simulation afin d'afficher une période et demi d'échelon de tension. **Choisir** une durée de période et une valeur maximale E_0 de l'échelon de tension que vous désirez. **Noter** ces valeurs de période et de valeur maximale.
- **Faites varier** les valeurs de R , L et C afin d'obtenir trois valeurs du facteur de qualité Q : supérieure à $1/2$, égale à $1/2$ et inférieure à $1/2$. Pour chacune des valeurs de Q , **noter** les valeurs de R , L et C .

Questions

On indique que

- la puissance est homogène à une énergie divisée par un temps et à une tension multipliée par une intensité de courant

$$\mathcal{P} = \frac{dE}{dt} \quad \text{et} \quad \mathcal{P} = UI \quad \longrightarrow \quad [\mathcal{P}] = \frac{J}{T} \quad \text{et} \quad [\mathcal{P}] = V \cdot A$$

- la résistance est homogène à une énergie divisée par une intensité au carré et un temps

$$\mathcal{P}_{\text{Joule}} = RI^2 \quad \longrightarrow \quad [R] = \frac{J}{A^2 \cdot T}$$

- l'inductance est homogène à une énergie divisée par une intensité au carré

$$\mathcal{E}_L = \frac{1}{2}LI^2 \quad \longrightarrow \quad [L] = \frac{J}{A^2}$$

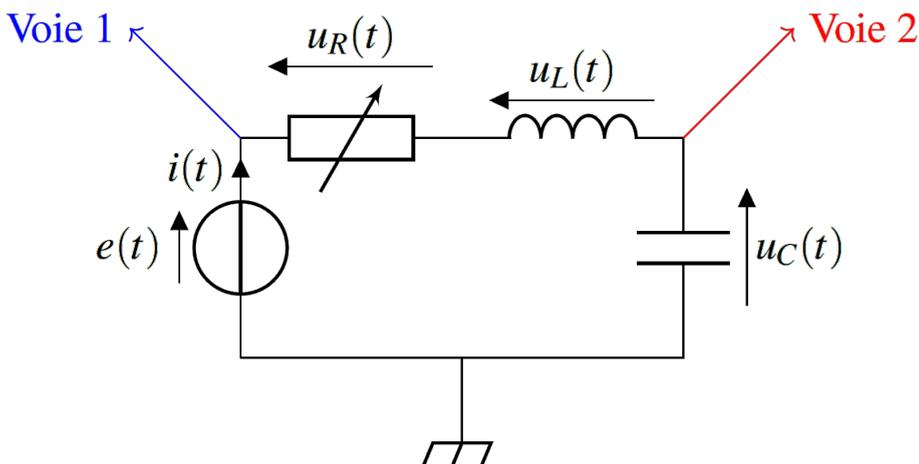
Item la capacité est homogène à une énergie divisée par une tension au carré

$$\mathcal{E}_C = \frac{1}{2}CU^2 \quad \longrightarrow \quad [C] = \frac{J}{V^2}$$

- Montrer** que le facteur de qualité Q n'a pas d'unité.
- Comparer** les trois valeurs du facteur de qualité Q affichées par le programme, aux trois valeurs du facteur de qualité que vous calculerez en fonction des valeurs de R , L et C correspondantes.

2. Étude de la réponse en charge d'un circuit RLC

Dans cette partie nous allons comparer le résultat de la simulation précédente à un circuit RLC réel.



- Calculer** la fréquence f de l'échelon de tension fourni par le GBF à partir de la valeur de période du signal choisie précédemment.
- Calculer** l'amplitude crête-crête ou pic-à-pic V_{pp} du GBF notée A et la tension de décalage *Offset* notée U_d à sélectionner afin que la tension $e(t)$ imposée par le GBF soit comprise entre 0 et E_0 , la valeur de tension maximale choisie plus tôt, soit

$$0 = -\frac{A}{2} + U_d \quad \text{et} \quad E_0 = \frac{A}{2} + U_d.$$

Manipulations

- **Paramétrer** le GBF avec les valeurs d'amplitude et de fréquences obtenues.
- **Paramétrer** l'oscilloscope afin qu'il affiche entre une et de période de l'échelon de tension $u_c(t)$.
- **Réaliser** le circuit présenté sur le schéma ci-dessus.
- **Régler** les valeurs des boîtes à décades avec les valeurs de R , L et C prises pour un facteur de qualité simulé $Q > 1/2$; $Q = 1/2$ et $Q < 1/2$.

Questions

5. **Comparer** la réponse en charge du circuit RLC simulé et du circuit RLC réel.
6. **Déterminer** l'origine des possibles différences entre les deux réponses et **proposer** une démarche pour les réduire.