

L'objectif est d'observer les différents types de régime transitoire du circuit RLC, et d'étudier le régime pseudo-périodique afin d'en extraire les caractéristiques des composants et d'en faire une étude énergétique.

Matériel mis à disposition

GBF
Oscilloscope
Boîte à décades de résistances
Boîte à décades de capacités
Bobine (environ 1000 spires)
Clé USB

Rappels de cours

Le circuit RLC série est un système linéaire du deuxième ordre :

- de **pulsation propre** $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$;
- de **facteur de qualité** $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ (R est la résistance **totale** du circuit).

En **régime libre pseudo-périodique**, l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur est oscillante amortie :

$$u_C(t) = U_0 \exp\left(-\frac{\omega_0}{2Q}t\right) \cos(\Omega t + \varphi)$$

où $\Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$ est la **pseudo-pulsation**.

Partie A. Visualisation de l'évolution temporelle en régime libre

On étudie un circuit RLC série constitué d'une bobine d'auto-inductance L et de résistance interne r inconnues et d'un condensateur de capacité $C = 100 \text{ nF}$ réalisé avec une boîte à décades.

On veut observer le régime libre du circuit, c'est-à-dire la situation où le condensateur initialement chargé se décharge librement dans le reste du circuit. Pour ce faire on utilise un signal créneau (0; 6 V) pour le GBF : le condensateur se charge jusqu'à la tension E , puis se décharge quand la tension du GBF est nulle. On choisira une fréquence de 40 Hz.

Ce circuit est alimenté par un GBF, de résistance de sortie $R_s = 50 \Omega$, ce qui donne une résistance totale $R = R_s + r$ pour le circuit.

- ☐ À l'aide du multimètre, mesurer la résistance r de la bobine. Le GBF possède une résistance de sortie $R_s = 50 \Omega$, ce qui donne une résistance totale $R = R_s + r$ pour le circuit.
- ☐ Régler le GBF afin qu'il délivre la tension demandée. On visualisera cette tension sur la voie 1 de l'oscilloscope pour la contrôler. Synchroniser le signal sur une pente descendante (dans « Trig menu »).
- ☐ Compléter le circuit avec la bobine et le condensateur, et ajouter les branchements permettant de visualiser la tension aux bornes du condensateur en voie 2 de l'oscilloscope.
- ☐ Aligner les voies sur l'écran et utiliser la même échelle verticale, que l'on choisira de façon à bien visualiser les signaux sur tout l'écran. Évaluer l'ordre de grandeur du facteur de qualité.
- ☐ Montrer au professeur pour vérification du circuit et des réglages du GBF et de l'oscilloscope.
- ☐ Augmenter le facteur d'échelle temporelle de sorte à visualiser 3 pseudo-périodes environ.
- ☐ Sauvegarder sur clé USB le signal de la voie 2 pour son étude ultérieure, en utilisant le menu « Sauvegarde » de l'oscilloscope :
 - sous-menu « Action » : « Enr. sign. » ou « Mise en mémoire » selon le modèle
 - sous-menu « Source » : « CH2 »
 - sous-menu « Sauv. vers » : « Fichier » (préciser .CSV si demandé)
 - pour enregistrer, cliquer sur le dernier bouton (« Enreg. » ou « Mise en mémoire »)

Partie B. Observations des différents types de régime transitoire

Une fois ce premier réglage effectué, l'objectif est d'étudier les différents régimes transitoires en ajoutant une résistance R' variable en série dans le circuit (qui s'ajoute à R_s et r).

- ❑ GBF éteint, ajouter une boîte à décades de résistances dans le circuit. Rallumer le GBF et augmenter progressivement la valeur de la résistance en observant l'effet sur le signal. Vérifier que le temps caractéristique de l'évolution globale diminue avant de remonter après passage dans le régime apériodique.
- ❑ Se placer dans le régime critique. Ne pas hésiter à zoomer pour bien observer la disparition du dépassement. Évaluer la valeur de la résistance critique totale R_c .

Partie C. Étude du régime pseudo-périodique

On étudie plus en détail le signal obtenu dans la première partie.

- ❑ Ouvrir le fichier enregistré sur clé USB dans un éditeur de texte (Bloc-notes). Enlever toutes les données préliminaires afin de ne garder que le tableau de valeurs numériques. Sauvegarder.
- ❑ Ouvrir *Regressi*. Dans le menu Fichier/Ouvrir, sélectionner le type de fichier « Tableur txt ou csv » et choisir le fichier contenant le signal. Le graphe de u_C en fonction de t s'affiche. Dans le tableau de grandeurs, modifier le nom et l'unité des grandeurs.
- ❑ Effectuer une modélisation avec un modèle d'oscillations amorties (avec pulsation). Dans le menu « Options » de la modélisation, choisir « Sauver modèle », ce qui permet d'avoir des données bien plus lisses que celles obtenues avec l'oscilloscope.
- ❑ Relever les valeurs de la pulsation propre ω_0 et du facteur d'amortissement λ . En déduire Q .
- ❑ En déduire les valeurs de l'inductance L de la bobine et de la résistance totale R_{tot} du circuit. Comparer R_{tot} à $R_s + r$.
- ❑ Calculer la valeur théorique de la résistance critique. Comparer à la valeur mesurée dans la partie précédente.

Partie D. Étude énergétique

Dans cette partie, on utilise la tension lissée par l'outil « Modélisation » de *Regressi*.

- ❑ Ajouter les paramètres C et L avec leur unité. Renseigner leur valeur.
- ❑ Créer la grandeur intensité i dans le logiciel. On peut préalablement créer la grandeur dérivée $\frac{du_C}{dt}$.
- ❑ Créer les grandeurs énergétiques $\mathcal{E}_C = \frac{1}{2}Cu_C^2$, $\mathcal{E}_L = \frac{1}{2}Li^2$ et $\mathcal{E}_{tot} = \mathcal{E}_C + \mathcal{E}_L$.
- ❑ Afficher le graphe des 3 énergies sur une même figure.
- ❑ Interpréter le résultat. On se posera notamment la question de la décroissance de l'énergie totale, qui n'est pas progressive mais saccadée.