

# Régime transitoire d'un circuit RLC

## Objectifs

- ▷ Élaborer un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF ;
- ▷ Visualiser un signal électrique à l'oscilloscope et l'acquérir par un logiciel adapté ;
- ▷ Gérer les contraintes liées à la liaison entre les masses ;
- ▷ Réaliser des mesures de temps à l'oscilloscope ;
- ▷ Réaliser une régression linéaire ;
- ▷ Confronter des résultats expérimentaux à une expression théorique.

## Matériel :

- ▷ Une résistance variable (boîte à décade) ;
- ▷ Un condensateur de capacité 10 nF ;
- ▷ Une bobine à noyau de fer doux ;
- ▷ Une plaquette de branchement ;
- ▷ Un générateur basse fréquence ;
- ▷ Un oscilloscope ;
- ▷ Une carte d'acquisition interfaçable ;
- ▷ Fils et adaptateurs BNC.

L'objectif de ce TP est d'étudier expérimentalement l'influence du facteur de qualité sur les régimes transitoires d'un circuit RLC.

## I - Rappels théoriques

Le comportement d'un circuit du deuxième ordre est complètement régi par les deux paramètres de sa forme canonique : sa **pulsation propre**  $\omega_0$  et son **facteur de qualité**  $Q$ . Dans le cas du circuit RLC **série**, nous avons montré en cours que

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{et} \quad Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Nous avons également établi qu'en régime pseudo-périodique, n'importe quelle tension  $u$  du circuit s'écrit sous la forme

$$u(t) = U_p + [A \cos(\omega_p t) + B \sin(\omega_p t)] e^{-\mu t} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \mu = \frac{\omega_0}{2Q} \\ \omega_p = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}} \end{cases}$$

Dans cette écriture,  $A$  et  $B$  sont deux constantes dépendant des conditions initiales, et  $U_p$  la valeur constante prise par la tension  $u$  une fois le régime permanent continu atteint.

## II - Étude qualitative

Proposer un montage (= schéma) permettant d'étudier la réponse d'un circuit RLC à un échelon de tension en visualisant à l'oscilloscope d'une part l'échelon de tension imposé par le GBF et d'autre part le tension aux bornes du condensateur. Câbler ce montage sur votre paillasse, en sortant au maximum le noyau de fer doux de la bobine (le retirer si possible).

En faisant varier la résistance, identifier les différents types de régimes transitoires. Vérifier qualitativement et rapidement que la durée du régime transitoire dépend comme prévu de la valeur de la résistance  $R$  : le transitoire est de durée minimale en régime apériodique critique.

Estimer la valeur critique de résistance entre un régime pseudo-périodique et un régime apériodique. Comparer à la valeur attendue. Commenter la précision de la mesure.

Se placer en régime « nettement » périodique : faire en sorte de voir au moins une dizaine d'oscillations. Mesurer leur période et comparer à la période propre du circuit.

### III - Mesure du facteur de qualité en régime pseudo-périodique : méthode du décrétement logarithmique

À l'aide du document suivant, proposer et mettre en œuvre un protocole de mesure du facteur de qualité du circuit. Choisir une valeur de résistance telle que le transitoire soit « nettement » pseudo-périodique : faire en sorte de voir une dizaine d'oscillations.

#### Document 1 : Décrétement logarithmique

Soit  $x$  une grandeur pseudo-harmonique donc l'amplitude décroît exponentiellement avec un temps caractéristique  $\tau$  :

$$x(t) = X_0 \cos(\omega t + \varphi) e^{-t/\tau}.$$

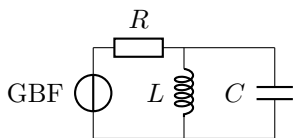
On appelle décrétement logarithmique de  $x$  la quantité

$$\delta = \ln \frac{x(t)}{x(t+T)} = \frac{T}{\tau} \quad \text{avec} \quad T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Sa mesure est simple expérimentalement, par exemple en repérant les maximums d'oscillation de  $x$ , et constitue un moyen rapide d'accéder au temps caractéristique  $\tau$  de la décroissance.

Si le temps le permet, montrer en s'appuyant sur ce protocole que le facteur de qualité du circuit RLC série est proportionnel à  $1/R$ .

### IV - Étude d'un circuit RLC parallèle



Pour le circuit ci-contre, on peut montrer en établissant une équation différentielle que la pulsation propre et le facteur de qualité valent respectivement

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{et} \quad Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

Le facteur de qualité est donc l'inverse de celui du RLC série, ce que l'on cherche à vérifier expérimentalement.

Câbler le circuit ci-contre et observer à l'oscilloscope la tension aux bornes du condensateur et celle imposée par le GBF. En faisant varier la résistance, observer les différents types de régimes transitoire. Commenter.

Mesurer la résistance critique de transition entre un régime pseudo-périodique et un régime apériodique. Vérifier la cohérence de la valeur obtenue avec celle déterminée au paragraphe précédent.

Si le temps le permet, montrer en s'appuyant sur le protocole proposé partie III qu'en régime pseudo-périodique le facteur de qualité est proportionnel à  $R$ .