

Régime transitoire d'un circuit RLC

Objectifs du TP

- ▶ Élaborer un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF ;
- ▶ Visualiser correctement un signal électrique à l'oscilloscope ;
- ▶ 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.

L'objectif de ce TP est d'étudier les différents régimes transitoires envisageables pour un circuit RLC, que nous avons modélisé dans le cours. Nous étudierons donc le régime d'évolution de u_c en fonction du facteur de qualité, dont nous déterminerons qualitativement et quantitativement la valeur. La dernière partie sera consacrée à l'étude du circuit RLC parallèle.

Rappels théoriques

Le comportement d'un circuit du deuxième ordre est complètement régi par les deux paramètres de sa forme canonique : sa pulsation propre ω_0 et son facteur de qualité Q . Dans le cas du circuit RLC série, nous avons montré en cours que

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

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

$$u(t) = e^{-\frac{\omega_0}{2Q}t} [A \cos(\Omega t) + B \sin(\Omega t)] + E \quad (2)$$

où E désigne la solution particulière de l'équation dans le cas où le générateur a une f.é.m E , et Ω la **pseudo-pulsation**, donnée par :

$$\Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$$

Matériel à disposition :

- ▷ Une boîte à décades de résistances
- ▷ Une grosse bobine
- ▷ Un oscilloscope
- ▷ Un condensateur de capacité 100 nF
- ▷ Un GBF
- ▷ Un environnement Regressi

I - Étude qualitative

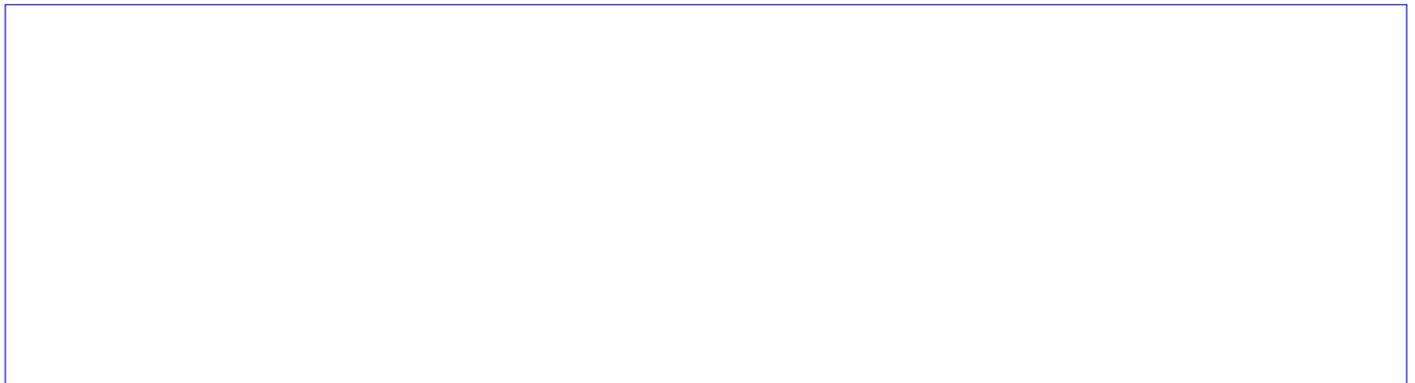
➤ Proposer un montage (= schéma) permettant d'étudier la réponse d'un circuit RLC à un échelon de tension en visualisant à l'oscilloscope d'une part l'échelon de tension imposé par le GBF et d'autre part le tension aux bornes du condensateur. Câbler ce montage sur votre paillasse.



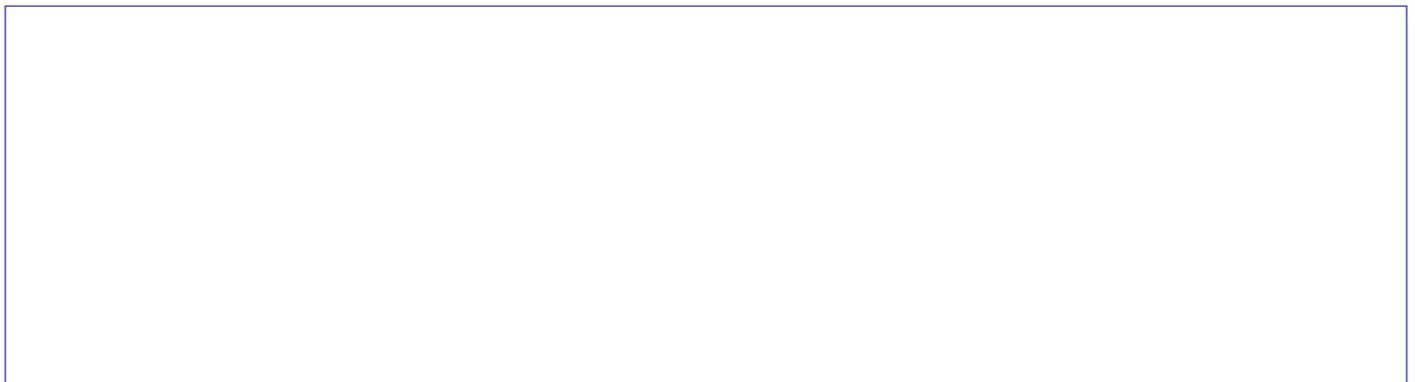
☞ En faisant varier la résistance R , identifier les différents types de régimes transitoires : **apériodique**, et **pseudo-périodique**.

☞ Vérifier qualitativement et rapidement que la durée du régime transitoire dépend comme prévu de la valeur de la résistance R : le régime 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" pseudo-périodique : faire en sorte de voir au moins une dizaine d'oscillations. Mesurer leur période et comparer à la période propre du circuit. Conclure.



II - Mesure de Q par décrétement logarithmique

Document : le décrétement logarithmique

Soit x une grandeur pseudo-harmonique dont l'amplitude décroît exponentiellement avec un temps caractéristique τ :

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

On peut déterminer ce temps à partir de la valeur de t pour $x = 0,63 X_{\max}$ mais cette méthode est délicate à l'oscilloscope (enveloppe des oscillations difficile à repérer). On utilisera préférentiellement le décrétement logarithmique :

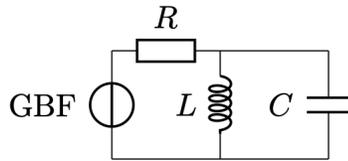
$$\delta = \ln \frac{x(t)}{x(t+T)} = \frac{T}{\tau} \quad \text{avec} \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Sa mesure est facilement réalisable expérimentalement en repérant les maxima d'oscillations de x , et il est alors possible d'accéder rapidement à une mesure du temps caractéristique τ

✎ A l'aide du document précédent, proposer et mettre en oeuvre un protocole expérimental de mesure du facteur de qualité Q du circuit. On fera en sorte de choisir une résistance R pour laquelle le circuit est nettement pseudo-périodique (au moins 10 oscillations).

✎ Proposer alors un protocole permettant de montrer que le facteur de qualité du circuit RLC série est proportionnel à $1/R$.

III - Etude du 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 :

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

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 aperiodique. 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 II, que le facteur de qualité du circuit RLC parallèle est proportionnel à R .