

TP n°7 : Régimes transitoires du circuit RLC

Comment mesurer un facteur de qualité ?

L'objectif de ce TP est de prouver expérimentalement la validité de la modélisation d'un circuit RLC par une équation différentielle du deuxième ordre, et de mettre en oeuvre une mesure expérimentale de facteur de qualité.

↪ Cliquez ou flashez le QR code ci-contre pour un rappel sur le circuit RLC !



Matériel à disposition

Générateur basses fréquences (GBF), boîte à decade de résistances, boîte à decade de capacités, boîte à decade d'inductances, fils de connexion, oscilloscope, multimètre.

Méthodes mises en oeuvre

- ▷ Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF.
- ▷ Modifier les paramètres d'acquisition à l'oscilloscope pour observer correctement un signal.
- ▷ Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du premier ordre et analyser ses caractéristiques.
- ▷ Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

Théorie sur le circuit RLC

• Mise en équation et solution

Le circuit étudié dans ce TP est le circuit RLC suivant. La tension e délivrée par le GBF est nulle si $t < 0$, et vaut une constante E si $t > 0$.

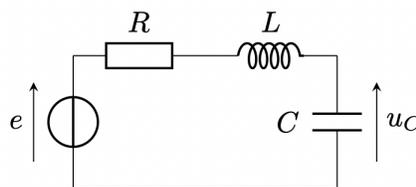


FIGURE 1 – Circuit RLC série

- ✎ Établir l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de u_c pour $t > 0$. Identifier un temps caractéristique la pulsation propre ω_0 du circuit ainsi que le facteur de qualité Q .
- ✎ Donner l'équation caractéristique associée à cette équation différentielle. Quel est le régime d'évolution si $Q > 1/2$? Et si $Q < 1/2$?
- ✎ Dans le cas où $Q > 1/2$, donner la forme des solutions de l'équation différentielle. Faire apparaître un temps d'amortissement τ ainsi qu'une pseudo-pulsation Ω que l'on exprimera en fonction de ω_0 et Q .

• Mesure du facteur de qualité 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 appelle **décrétement logarithmique** 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 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).

I - Étude qualitative

L'objectif de cette partie est de retrouver qualitativement les prédictions de la théorie établies dans le chapitre 6, et de déterminer rapidement une valeur de R en utilisant la transition entre régime pseudo-périodique et apériodique.



Réaliser le montage de la figure 1 en utilisant la fonction **LOGIC** du GBF pour délivrer un signal créneau de fréquence appropriée.



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

✎ Estimer la valeur critique de résistance entre un régime pseudo-périodique et un régime apériodique (régime critique). 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.

II - Décrétement logarithmique

On cherche dans cette partie à mesurer la valeur du facteur de qualité du circuit RLC série, et que :

$$Q \propto \frac{1}{R}$$



Mettre en oeuvre le protocole proposé dans la partie préalable sur le décrétement logarithmique pour mesurer la valeur de Q .

✎ Comparer avec la valeur attendue (on attend un calcul d'incertitudes ainsi qu'une évaluation de l'écart normalisé). Conclure.



Mettre en oeuvre un protocole permettant ensuite de montrer que le facteur de qualité Q du circuit RLC série est inversement proportionnel à la résistance R .

III - Étude du circuit RLC parallèle

On s'intéresse dans cette dernière partie au circuit RLC parallèle, représenté ci-dessous.

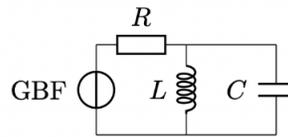


FIGURE 2 – Circuit RLC parallèle

On peut montrer dans ce cas que la pulsation propre reste identique à celle du circuit série, mais que le facteur de qualité devient :

$$Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}$$



Câbler le circuit ci-dessus 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 II, que le facteur de qualité du circuit RLC parallèle est proportionnel à R .