



TP 8 – Régimes transitoires d'un circuit RLC

OBJECTIFS : Etudier les régime transitoires d'un circuit RLC

Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Mesurer une tension à l'oscilloscope numérique..
- Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF.
- Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.
- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques.

Rappels du cours

Equation différentielle régissant le comportement d'un circuit du deuxième ordre :

$$\ddot{x} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 x_\infty$$

- x_∞ est la valeur de x en régime établi, lorsque $t \rightarrow \infty$
- ω_0 est la pulsation propre (rad/s)
- Q est le facteur de qualité, sans dimension

Influence du facteur de qualité :

✓ Si $Q > \frac{1}{2}$ le régime est **pseudo périodique** : $x(t) = e^{-\frac{\omega_0}{2Q}t} [A \cos(\Omega t) + B \sin(\Omega t)] + x_\infty$

avec $\Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$ la pseudo-pulsation des oscillations

✓ Si $Q < \frac{1}{2}$ le régime est **apériodique** (pas d'oscillations) : $x(t) = Ae^{X_1 t} + Be^{X_2 t} + x_\infty$,

où X_1 et X_2 sont les racines réelles négatives de l'équation caractéristique.

✓ Si $Q = \frac{1}{2}$ le régime est **apériodique critique** : $x(t) = (A + Bt)e^{-\omega_0 t} + x_\infty$

A et B se déterminent avec les conditions initiales.

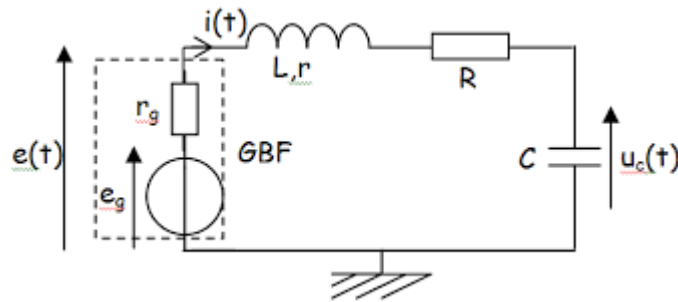
Cas du circuit RLC série : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \frac{L\omega_0}{R}$.

Matériel :

- GBF de résistance interne $r_g = 50 \, \Omega$
- Oscilloscope
- Boîte de résistances à décade
- Boîte de capacités à décade
- Bobine (L, r)
- Système d'acquisition

Fiches utiles : FT8 et FT10

On étudie le circuit suivant :



I. Etude des différents régimes

On désire visualiser tout d'abord un régime pseudopériodique de facteur de qualité proche de 5, la fréquence propre de l'oscillateur étant aux environs de 5 kHz. L'inductance de la bobine est à lire sur la bobine.

Q1. Déterminer les valeurs de C et R à choisir.

- Régler le GBF pour qu'il délivre une tension crête-à-crête comprise entre 0 V et 4 V et de fréquence environ égale 400 Hz.
- Réaliser un montage permettant d'observer à l'oscilloscope (dans un premier temps) les tensions aux bornes du GBF et $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.
- Augmenter progressivement R pour observer le régime apériodique.

Q2. Décrire l'évolution de $u_c(t)$ selon la valeur de R.

Q3. Repérer les régimes transitoires et permanents. Vérifier rapidement que la durée du régime transitoire dépend de la valeur de la résistance R. Commenter l'influence de R selon le régime.

Q4. Déterminer graphiquement la pseudo-période des oscillations dans le cas du régime pseudopériodique. Comparer à la valeur théorique.

Q5. Estimer grossièrement le coefficient de qualité du circuit lorsque celui-ci est en régime pseudopériodique. Comparer à la valeur théorique.

Q6. Estimer la valeur critique de la résistance. Comparer à la valeur théorique.

- Faire une acquisition avec le logiciel Latispro. On réglera la durée d'acquisition sur une durée initiale de 3 ms (à adapter si nécessaire), et le nombre de points sur une valeur de 1000. On utilisera le mode de déclenchement de l'acquisition pour un front montant et une valeur de déclenchement de 1V.

- Q7.** Pour vérifier le bon accord entre la courbe obtenue et la théorie, faire une modélisation (sur une demi période).
- Q8.** Utiliser la modélisation pour déterminer la valeur du facteur de qualité du circuit.

II. Mesure du facteur de qualité par la méthode du décréement logarithmique

Le facteur de qualité caractérise la décroissance en amplitude. Plus Q est grand moins le système est amorti.

Document : Décréement logarithmique

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

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

On appelle décréement logarithmique de x la quantité $\delta = \ln \frac{x(t)}{x(t+T)} = \frac{T}{\tau}$ avec $T = 2\pi / \Omega$.

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

- Q9.** À l'aide du document, proposer et mettre en œuvre un protocole de mesure du facteur de qualité du circuit.

- Mettre en œuvre le protocole.
- Vérifier que le facteur de qualité du circuit RLC série est proportionnel à l'inverse de la résistance totale du circuit.