

TP 11 : Régime transitoire du circuit RLC

Les points du programme :

- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un système linéaire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques.

Objectifs

- Etudier expérimentalement le circuit RLC série ;
- Visualiser les différents régimes ;

Rappel de cours : Caractéristiques d'un circuit RLC série

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 un circuit RLC série, la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \cdot \frac{du_c}{dt} + \omega_0^2 \cdot u_c = \omega_0^2 \cdot U_{c,\infty}$$

avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \frac{1}{R_{tot}} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$ où R_{tot} la résistance totale du circuit.

Matériel : Oscilloscope, Générateur Basses Fréquences, bobine d'inductance $L = 100$ mH, condensateur de capacité $C = 100$ nF, boîte à décades (résistance R variable), plaquette, fils.

1. Étude qualitative

Manipulations et questions :

- Régler le GBF pour produire un signal créneau allant de 0 à E (avec E de l'ordre de quelques volts), avec une fréquence de l'ordre de 100 Hz.
- Q1.** Proposer un montage (= schéma) permettant d'étudier la réponse d'un circuit RLC série à un échelon de tension (allant de 0 à quelques volts) en visualisant à l'oscilloscope d'une part l'échelon de tension imposé par le GBF et d'autre part la tension aux bornes du condensateur. Attention aux problèmes de masse commune entre l'oscilloscope et le GBF : bien réfléchir à l'ordre des composants.
- Après validation, câbler ce montage sur votre paillasse.
- Faire une acquisition pour $R = 0 \Omega$.
- Q2.** Le comportement observé est-il celui attendu ? Comment l'expliquer. En déduire que R ne correspond pas à R_{tot} .
- En faisant varier R , identifier deux différents types de régimes transitoires.
- Reproduire l'allure des signaux lors d'une charge (passage de la tension du GBF de 0 à E) pour chacun, les nommer, indiquer la valeur de R ainsi que la valeur du facteur de qualité Q qui correspond au schéma.

2. Étude du régime pseudo-périodique

Rappel de cours : Régime pseudo-périodique

En régime pseudo-périodique, l'évolution de la tension u_c est de la forme :

$$u_c(t) = A \cdot e^{-\lambda t} \cdot \cos(\omega_p \cdot t + \varphi) + U_{\infty} \quad A \text{ et } \varphi \in \mathbb{R};$$

avec :

$$\lambda = \frac{\omega_0}{2Q} \text{ appelé } \textbf{facteur d'amortissement}$$

$$\omega_p = \omega_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}} \text{ appelée } \textbf{pseudo-pulsation}$$

$$T_p = \frac{2\pi}{\omega_p} \text{ appelée } \textbf{pseudo-période}$$

a. Détermination de la période des oscillations

- Se placer en régime nettement pseudo-périodique : faire en sorte de voir au moins une dizaine d'oscillations.
- Mesurer alors leur période T_p (appelée *pseudo-période*)

Q3. Comparer à la période propre $T_0 = 2\pi/\omega_0$ du circuit. Y a-t-il une différence significative ?

Q4. Est-ce que cela était attendu étant données les formules théoriques donnant T_p et T_0 ?

b. Détermination du facteur de qualité

Méthode : Décrément logarithmique

On peut évaluer le facteur d'amortissement λ , et donc le facteur de qualité Q en mesurant le **décrément logarithmique** D :

$$D = \ln \left(\frac{u_c(t) - U_{c,\infty}}{u_c(t+T_p) - U_{c,\infty}} \right) = \lambda \cdot T_p \approx \lambda \cdot T_0 = \frac{\pi}{Q}$$

Sa mesure est simple expérimentalement, par exemple en repérant les maximums d'oscillation de $u_c(t)$ et en mesurant le rapport des valeurs de u_c pour deux maxima consécutifs.

- Q5.** À l'aide de l'encadré précédent, proposer et mettre en œuvre un protocole de mesure du facteur de qualité du circuit.
On fera l'étude à la décharge, lorsque le générateur passe d'une valeur E positive à la valeur nulle (on a alors la simplification $U_{c,\infty} = 0$).
On détaillera chaque étape du raisonnement. On fera un schéma du signal étudié sur lequel on reportera ce que l'on mesure et comment.
- Q6.** La valeur obtenue pour Q est-elle cohérente avec celle obtenue en comptant grossièrement le nombre d'oscillations visibles ?