Régimes transitoires de circuits du 2eordre

Objectifs:

 Observer et caractériser les différents régimes transitoires d'un circuit du 2^eordre, en particulier la pseudo-période et le décrément logarithmique en régime pseudo-périodique.

Capacités mises en œuvre :

☐ Mesure directe au voltmètre numérique ou à l'oscilloscope numérique d'une tension

☐ Mettre en œuvre une méthode de mesure de fréquence ou de période

☐ Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF.

☐ Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses

☐ Mesure directe d'une tension l'oscilloscope numérique

☐ Mesure directe d'une durée l'oscilloscope numérique

Matériel:

- oscilloscope numérique;
- générateur basses fréquences GBF;
- boîtes à décades de résistances et capacités;
- bobine.

Pour chaque manipulation, on produira à l'aide du GBF un créneau d'amplitude E (tension variant entre 0 et E) de l'ordre de $E=10\,\mathrm{V}$ dont la fréquence sera notée f.

Toutes les mesures à l'oscilloscope seront réalisées à l'aide des curseurs ou des mesures automatiques. On produira un schéma électrique et un oscillogramme pour chaque manipulation décrite.

On commencera par régler l'impédance de charge du GBF sur Haute impédance (menu « Sortie »). On n'oubliera pas d'en activer la sortie.

I Régime libre du circuit RLC série

I.1 Modèle

La tension u_C aux bornes du condensateur d'un dipôle RLC série soumis à une tension stationnaire peut évoluer selon :

• un régime **pseudopériodique** dans lequel :

$$u_C = u_{C\infty} + Ue^{-\omega_0 t/(2Q)} \cos(\omega t + \varphi), \tag{1}$$

• un régime apériodique dans lequel :

$$u_C = u_{C\infty} + e^{-\omega_0 t/(2Q)} (U_1 \cosh(\omega t) + U_2 \cosh(\omega t)),$$
 (2)

avec:

pulsation propre : $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$;

facteur de qualité : $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$;

pseudopulsation pour Q > 1/2: $\omega = \omega_0 \sqrt{1 - 1/(4Q^2)}$;

pour Q < 1/2: $\omega = \omega_0 \sqrt{1/(4Q^2) - 1}$;

résistance critique : $R_C = 2\sqrt{L/C}$.

On se trouve dans l'un ou l'autre des deux régimes selon que $R < R_C$ (régime pseudopériodique) ou $R > R_C$ (régime apériodique).

En régime pseudopériodique :

- La constante de temps τ_{RLC} de la décroissance logarithmique de l'enveloppe du signal vaut $\tau_{RLC} = 2Q/\omega_0$.
- On définit le décrément logarithmique δ par :

$$\delta = \ln \frac{u_C(t) - u_{c\infty}}{u_C(t + 2\pi/\omega) - u_{c\infty}} \quad \forall t.$$

On vérifie qu'on a $\delta = \frac{\pi}{\sqrt{Q^2 - 1/4}}$ et $\delta \simeq \frac{\pi}{Q}$ pour $Q \to \infty$.

I.2 Choix des paramètres

Manipulations:

Réaliser un circuit RLC série en utilisant :

- une bobine de 1000 spires dont on aura mesuré l'auto-inductance au LCR-mètre,
- une boite à décade de capacités dont on choisira la valeur pour que la fréquence propre du dipôle LC idéal soit de l'ordre de 7kHz.
- une boite à décade de résistances.

On l'alimentera par un GBF dont on choisira la fréquence pour pouvoir observer l'intégralité du régime transitoire à chaque alternance du créneau.

On choisira les branchements pour pouvoir observer simultanément à l'oscilloscope la tension aux bornes du GBF et celle aux bornes du condensateur, en veillant à éviter les boucles de masse.

I.3 Observation des différents régimes transitoires

Manipulations:

- Mesurer la valeur de la fréquence propre f₀ du dipôle en choisissant une valeur de R permettant de l'observer.
- Estimer expérimentalement la résistance R_c, définie comme celle pour laquelle le régime transitoire est «le plus court».
- Observer et décrire quantitativement d'éventuelles «anomalies» sur la tension aux bornes du générateur. Se produisent-elles pour les valeurs de R faibles ou élevées? Interpréter.

Questions:

Comparer les valeurs de R_c et f_0 mesurées à leurs valeurs attendues.

I.4 Étude du régime pseudo-périodique

Manipulations:

Pour $R = 1,00 \,\mathrm{k}\Omega$ et $R = 2,00 \cdot 10^2 \,\Omega$, mesurer:

- la pseudo-période $T = 1/f_0$,
- le décrément logarithmique δ ,
- la constante de temps de la décroissance exponentielle τ_{RLC} .

Questions:

- Vérifier l'accord des valeurs de Q déduites d'une part de δ et d'autre part de τ_{RLC} . Le facteur de qualité est-il suffisamment élevé pour pouvoir simplifier la pseudo-période en $2\pi/\omega_0$?
- Comparer les valeurs de T et Q aux valeurs attendues. Quels autres paramètres que R, L et C doit-on prendre en compte pour retrouver l'accord?
- Quel facteur de qualité maximal pourra-t-on atteindre avec ce circuit?

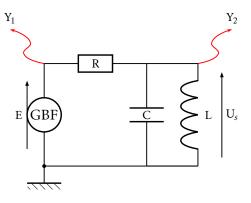
Il Étude du circuit « bouchon »

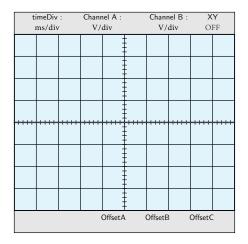
II.1 RLC parallèle

On étudie désormais le circuit RLC parallèle ci-dessous, nommé «circuit bouchon». Reprendre l'étude du régime pseudo-périodique et mesurer la valeur du plus grand facteur de qualité réalisable quand on fait varier la valeur de la résistance.

Questions:

- Établir les équations différentielles vérifiées par la tension aux bornes du condensateur dans le circuit bouchon et dans le circuit RLC série. En déduire par analogie que l'expression du facteur de qualité du circuit bouchon est $Q_b = R\sqrt{C/L}$. Quelle serait sa limite pour $R \to \infty$?
- Quelle autre résistance doit-on considérer pour retrouver la valeur maximale du facteur de qualité observée.





-	D:		Chara	. a.l. A		Ch	al D.		V
timeDiv :		Channel A :			Channel B :		XY		
ms/div		V/div			V/div		OFF		
				-					
				-	-				
				-					
				-					
				-	_				
				-					
					_				
				-					

				-					
				-					
				1					
				-	-				
				-					
OffsetA OffsetB OffsetC									

