

20 Filtre RLC

Nous nous proposons d'étudier le circuit RLC série en régime fréquentiel et temporel en utilisant l'outil de simulation QCUS.

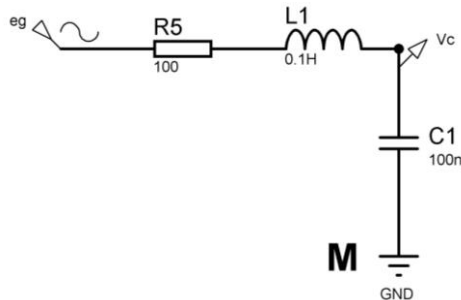


Figure 1. Circuit RLC à l'étude

CALCULS PRELIMINAIRES

1) Calculer tout d'abord la pulsation de résonance ω_0 du circuit de la Figure 1 en considérant qu'à cette pulsation particulière, la partie imaginaire de l'impédance totale du circuit est nulle. Donner la valeur numérique de la fréquence de résonance f_0 en utilisant les valeurs des composants donnés en Figure 1.

2) Calculer la fonction de transfert $T(\omega) = \frac{V_C}{e_g}$ de ce circuit en faisant apparaître ω_0 .

3) Parmi les 4 fonctions élémentaires du 2^{ème} ordre suivantes, laquelle est la bonne ? Déterminer H_0 et Q par identification. Que vaut $T(\omega_0)$?

$$T_1(\omega) = \frac{H_0}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j \frac{\omega}{\omega_0 Q}}$$

$$T_2(\omega) = \frac{-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 H_0}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j \frac{\omega}{\omega_0 Q}}$$

$$T_3(\omega) = \frac{j \frac{\omega}{\omega_0 Q} H_0}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j \frac{\omega}{\omega_0 Q}}$$

$$T_4(\omega) = \frac{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right) H_0}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j \frac{\omega}{\omega_0 Q}}$$

SIMULATIONS QCUS – Partie Fréquentielle

4) Dessiner le circuit RLC de la Figure 1 sous le logiciel QCUS.

- Les composants : Sélectionner « lumped components » dans la liste déroulante et choisir les composants R, L et C génériques. Introduire une masse. $R=100\Omega$; $C=100nF$; $L=100mH$.

- La tension d'entrée : Sélectionner « sources » dans la liste déroulante et choisir un générateur sinusoïdal. Renommer le générateur : *eg* ; *Amplitude* → *IV*.

- La tension de sortie : Nommer les nœuds « *eg* » et « *vc* » pour mesurer la tension du générateur et la tension entre la capacité et l'inductance, respectivement.

5) Sélectionner « Simulations » dans la liste déroulante et choisir un objet de type « Simulation en régime sinusoïdal » et modifier les paramètres suivants :

Type : logarithmique

Initiale : 10 Hz

Finale : 100 kHz

Points par décade : 1000

6) Placer un objet de type équation dans le schématique et calculer le gain en dB et le déphasage du filtre.

$$\text{gain}_{dB} = 20 * \log_{10}(\text{mag}(vc.v) / \text{mag}(eg.v))$$

$$\text{dephasage} = (360 / (2 * \pi)) * (\text{arg}(vc.v) - \text{arg}(eg.v))$$

7) Simuler le schématique (Menu Simulation → Simuler).

8) Dans le fichier « .dpl », placer deux diagrammes de type « Cartésien » et représenter le gain en dB et le déphasage en degrés du circuit en échelle logarithmique.

9) A la fréquence de résonance ω_0 , relever la valeur du module et de l'argument de la fonction de transfert et comparer ces données aux valeurs théoriques précédemment calculées.

10) Par une analyse asymptotique, déterminer le type de filtre étudié. Quelles sont les principales différences entre un filtre du 1^{er} et du 2nd ordre ?

11) Faire varier la valeur de R entre 10 et 5000 Ω . Que constate-t-on ?

12) Trouver la valeur de R pour laquelle $|T(\omega_0)|_{dB} = -3dB$. Retrouver la valeur de R par le Calcul.

SIMULATIONS QCUS – Partie Temporelle

13) Modification du montage précédent pour une analyse temporelle :

- Les composants : $R=100\Omega$; $C=100nF$; $L=100mH$.

- La tension d'entrée : Remplacer le générateur sinusoïdal par une source de type « Impulsion en tension ». Renommer le générateur : « eg ». Modifier ses paramètres :

Tension avant et après l'impulsion : $U1 = 0 V$

Tension d'impulsion : $U2 = 1 V$

Début d'impulsion: $T1 = 1 ms$

Fin d'impulsion: $T2 = 10 ms$

Temps de montée et de descente : $Tr = Tf = 0 s$

14) Remplacer l'objet de type « Simulation en régime sinusoïdal » par un objet de type « Simulation en régime transitoire » et modifier les paramètres suivants :

Type : linéaire

Initiale : 0 s

Finale : 6 ms

Pas : 10 us

Nombre : 601

15) Simuler le schémétique (Menu Simulation → Simuler).

16) Dans le fichier « .dpl », supprimer les deux diagrammes précédents et placer un diagramme de type « Cartésien » pour représenter les tensions « eg » et « vc » en fonction du temps.

17) Quelle est la réponse du système à un échelon ?

18) Mesurer la valeur maximale de la tension aux bornes de la capacité ainsi que la période de la pseudo-oscillation. Quels liens peut-on faire avec l'analyse fréquentielle ?

19) Faire varier la valeur de R entre 10 et 5000Ω . En déduire les différents régimes rencontrés en fonction de la valeur de Q .

SIMULATIONS QCUS pour les plus rapides

20) En mode d'analyse fréquentielle, retrouver la bonne configuration des trois éléments R , L , C séries qui permet d'obtenir les quatre fonctions principales que sont le passe-bas, le passe-haut, le passe-bande et le réjecteur.

21) Associer à chaque fonction principale, sa fonction de transfert propre T_1 , T_2 , T_3 ou T_4 décrite précédemment.