LDD1 MPSI

Systmes Oscillants (phys106)
Examen du 12 mai 2021

Durée : 2h

L'utilisation de documents, téléphones portables…est interdite. Les calculatrices sont autorisées.
Les différentes parties du sujet sont indépendantes,

Circuit (R)LC série en régime entretenu

On considère tout d'abord un circuit LC série alimenté par un générateur de tension idéal délivrant une tension sinusoidale à la pulsation ω : $U(t) = U_0 \cos(\omega t)$. On note V la tension aux bornes du condensateur et I l'intensité du courant dans le circuit (voir figure 1). Dans tout le problème on notera $\underline{X}$ la représentation complexe d'une quantité $X(t)$, c'est à dire $X(t) = \Re(\underline{X} \exp(j\omega t))$.

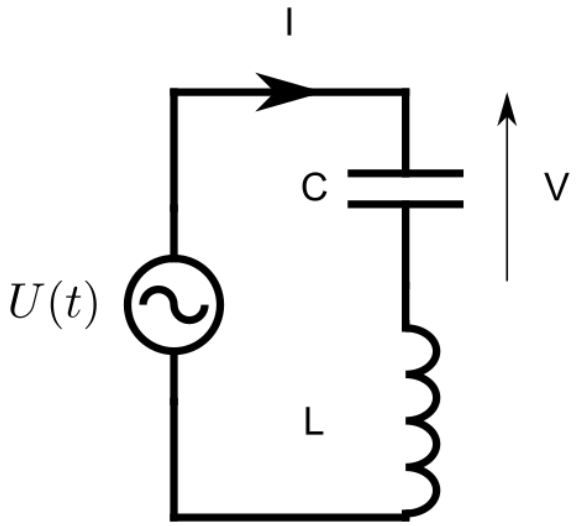

Figure 1: Circuit LC série.

1. Etablir l'équation différentielle que vérifie $V(t)$.
2. En déduire l'amplitude complexe $\underline{V}$ en fonction de U_0, ω et ω_0 où on a posé $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$.
3. Tracer $|\underline{V}|$ ainsi que la phase de $\underline{V}$ en fonction de ω.
4. Quel phénomène est-il mis en évidence ? Pour quelle pulsation intervient-il ?
5. $|\underline{V}|$ peut-il vraiment être infini en pratique ? Qu'est ce qui limite ses valeurs possibles dans un montage réaliste ?

   On considère le même montage mais maintenant avec un générateur de tension réel, c'est-à-dire possédant une résistance interne r (voir figure 2).

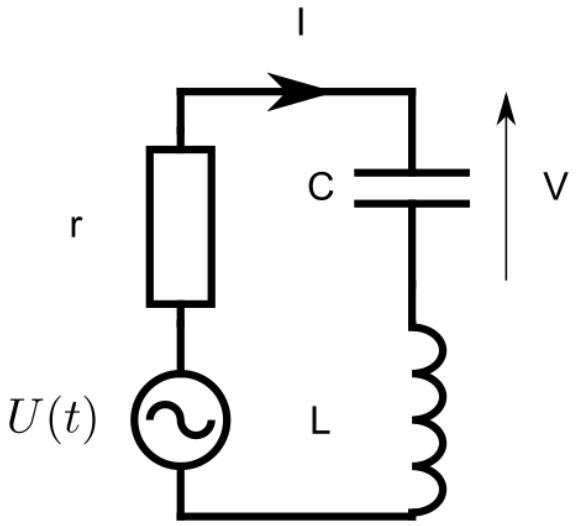

Figure 2: Circuit rLC série

6. Etablir la nouvelle équation différentielle que vérifie $V(t)$.
7. En déduire
$$\underline{V} = \frac{U_0}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + j\frac{\omega}{Q\omega_0}},$$
où on définira Q en fonction de L, r et ω_0.
8. Montrer que $|\underline{V}|$ a un maximum à condition que Q soit supérieur à une limite que l'on précisera. Préciser également la pulsation correspondant à ce maximum (si il existe) et la comparer à ω_0.
9. Tracer $|\underline{V}|$ en fonction de ω.

   On s'intéresse maintenant au comportement de l'intensité I.
10. Ecrire l'impédance complexe $\underline{Z}$ du circuit rLC série.
11. En déduire $|\underline{I}|$ en fonction de U_0 et $|\underline{Z}|$.
12. Tracer $|\underline{I}|$ en fonction de ω.
13. Comment appelle-t-on le phénomène mis en évidence ? Existe-t-il toujours ?

Circuit (R)LC parallèle en régime entretenu

On considère maintenant un circuit LC parallèle alimenté par un générateur de tension idéal délivrant une tension sinusoidale à la pulsation ω : $U(t) = U_0 \cos(\omega t)$ (voir figure 3).

1. Etablir l'impédance complexe ou l'admittance complexe (à votre choix) du dipôle LC parallèle.
2. En déduire l'intensité complexe $\underline{I}$ puis son module $|\underline{I}|$.
3. Tracer $|\underline{I}|$ en fonction de ω.
4. Comment appelle-t-on le phénomène mis en évidence ?
5. Discuter du comportement de $|\underline{I}|$ en $\omega = 0$ et quand ω tend vers l'infini.

   On considère le même montage mais maintenant avec un générateur de tension réel (de même qu'en première partie), c'est-à-dire possédant une résistance interne r (voir figure 4).
6. Déterminer la nouvelle impédance complexe ou admittance complexe du dipôle constitué par le dipôle LC parallèle et de la résistance r en série.

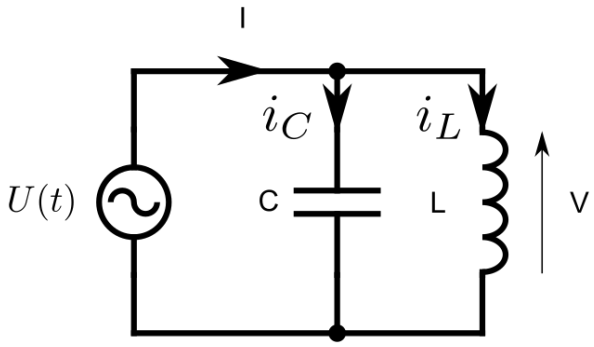

Figure 3: Circuit LC parallèle.

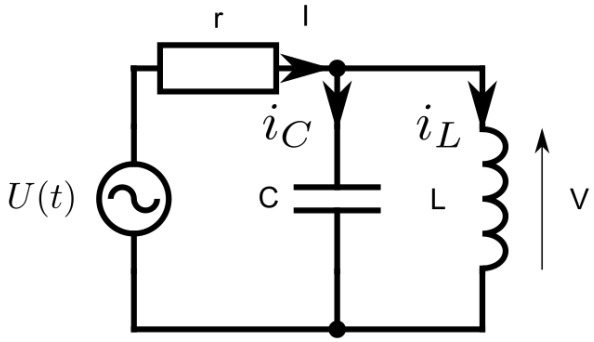

Figure 4: Circuit LC parallèle avec générateur réel.

7. En déduire l'intensité complexe $\underline{I}$ puis son module $|\underline{I}|$.
8. Tracer $|\underline{I}|$ en fonction de ω. Commentez.