TD E4 | Électrocinétique

Circuits du seconde ordre - l'oscillateur harmonique amorti

exercice à préparer à la maison avant le TD ;
exercice classique / important ; à maîtriser pour les concours ;
niveau de difficulté de l'exercice.

Maîtriser son cours

Exercice 1 : Circuit RLC

On étudie un circuit "RLC", où le condensateur est initialement déchargé. Un générateur est également placé en série :

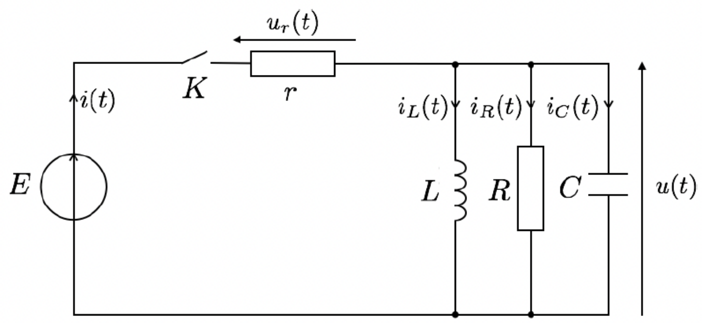
- pour $t < 0$, le générateur de tension est éteint ;
- pour $t > 0$, ce générateur délivre une tension $E > 0$ continue.

(1) Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur. On l'écrira sous forme canonique en introduisant la pulsation propre ω_0 et le facteur de qualité Q.
(2) On prend $L = 10\,\text{mH}$, $C = 10\,\text{nF}$ et $R = 100\,\Omega$. Donner les valeurs de la pulsation propre et du facteur de qualité.
(3) Déterminer les solutions de l'équation différentielle (et donc aussi l'expression des constantes d'intégration).
(4) Tracer l'allure de la solution.

Approfondir son cours

Exercice 2 : Circuit bouchon

On considère le circuit composé de l'association en série d'un générateur idéal de tension E, d'un interrupteur K, d'une résistance en série r et de l'association en parallèle d'un résistor de résistance R, d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L représenté sur la figure ci-dessous.



Initialement, l'interrupteur est ouvert. On ferme l'interrupteur à $t = 0$. Pour $t < 0$ on considère que le circuit est en régime permanent.

1 Déterminer les valeurs de u, i_L, i_R et i_C à l'instant $t = 0^-$, juste avant la fermeture de K.

2 Déterminer les valeurs de u, i_L, i_R et i_C à l'instant $t = 0^+$, juste après la fermeture de K.

3 Déterminer les valeurs de u, i_L, i_R et i_C une fois le régime permanent atteint ($t \to \infty$).

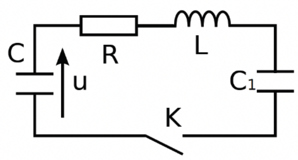
4 Établir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$. L'écrire sous forme canonique et déterminer les expressions de la pulsation propre ω_0 et du facteur de qualité Q.

5 Quelle relation doit-il exister entre r, R, L et C pour que le régime soit apériodique ? On considère que l'on est dans ce cas pour la suite de l'exercice.

6 Déterminer grâce aux conditions initiales l'évolution temporelle de $u(t)$.

Exercice 3 : Décharge d'un condensateur dans un RLC

On considère le montage ci-dessous où l'on ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$. Le condensateur de capacité C est initialement chargé sous une tension u_0 (charge q_0), tandis que le condensateur de capacité C_1 est initialement déchargé.



1 Quelle est l'équation différentielle satisfaite par l'intensité $i(t)$ circulant dans le circuit ?

2 Déterminer l'expression de C_1 en fonction de R, L et C, correspondant à un régime critique de décharge, puis calculer C_1.

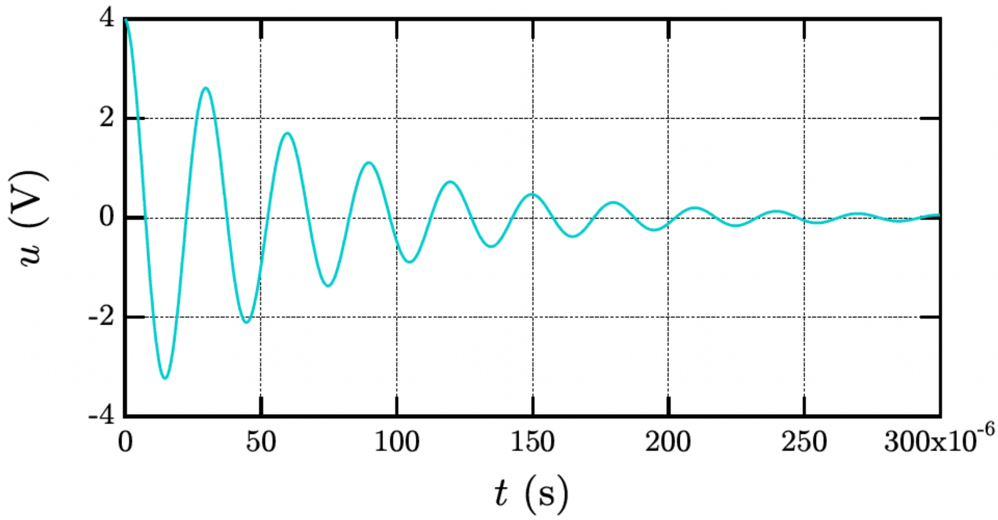
3 Trouver l'expression du courant $i(t)$ et représenter le graphe de $i(t)$.

Données : $L = 0{,}10\,\text{H}$, $C = 10 \times 10^{-7}\,\text{F}$, $R = 4\,\text{k}\Omega$, $u_0 = 10\,\text{V}$.

Exercice 4 : Détermination des paramètres d'un circuit RLC

On considère le régime libre de la tension aux bornes d'un condensateur d'un circuit RLC série où $C = 10\,\mathrm{nF}$.

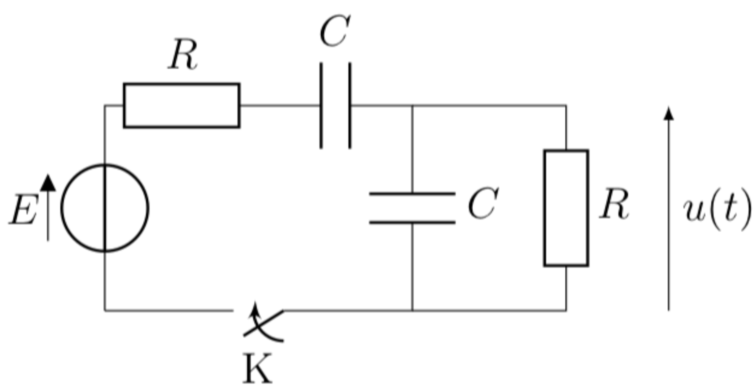
Déterminer R et L ainsi que la charge initiale du condensateur.



Aller plus loin

Exercice 5 : Pont de *Wien*

On considère le circuit représenté ci-dessous, appelé pont de *Wien*.



Pour $t < 0$, l'interrupteur K est ouvert et les deux condensateurs, de même capacité C, sont déchargés. On ferme l'interrupteur K à $t = 0$.

Les deux résistances sont identiques et on pose $\omega_0 = \dfrac{1}{RC} = \dfrac{1}{\tau}$.

1 Établir l'équation différentielle satisfaite par u.

2 La résoudre pour obtenir l'expression de $u(t)$. Représenter graphiquement son allure.