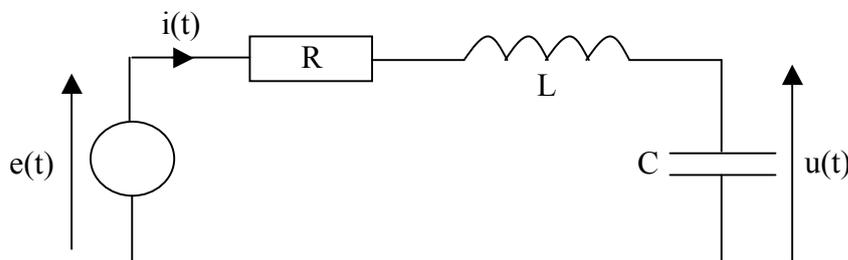


Devoir maison de Physique - Chimie n°5
- A rendre le mardi 3 janvier 2017 -

Exercice 1 : Résonance en tension d'un circuit RLC série :



On considère un circuit RLC alimenté par une source sinusoïdale : $e(t) = E \cos(\omega t)$.

1) Exprimez l'amplitude U de la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur en fonction de E , de $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et de $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

2) On suppose que $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$. Pour quelle pulsation ω_r , cette amplitude U est-elle maximale ? Comment s'appelle ce phénomène ?

3) On note $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ la « pulsation réduite » (c'est une variable sans dimension, égale à la pulsation imposée par la source divisée par la pulsation propre du circuit). Avec Python (en utilisant les modules `numpy` et `matplotlib.pyplot`) tracer la courbe représentative de $\frac{U}{E}$ en fonction de x pour les valeurs de Q suivantes :

- $Q = 0,1$
- $Q = \frac{1}{\sqrt{2}}$
- $Q = 1$
- $Q = 5$
- $Q = 10$

(vous tracerez toutes ces courbes dans une même fenêtre graphique, avec des couleurs différentes).

4) Commentez les courbes obtenues à la question précédente :

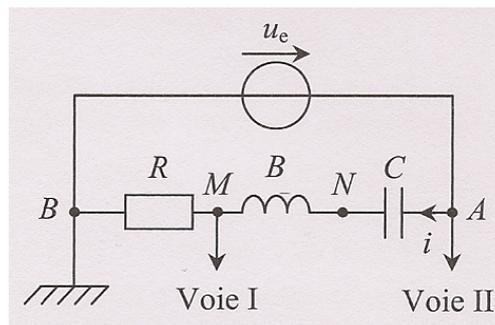
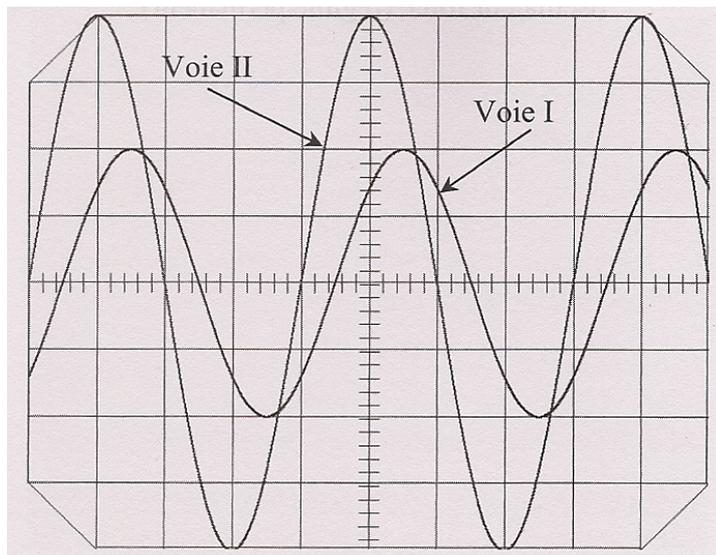
- Quelle différence y a-t-il entre les cas où $Q < \frac{1}{\sqrt{2}}$ et les cas où $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$?
- Que constate-t-on lorsque Q devient grand devant 1 (vous essaierez d'être le plus spécifique possible) ?
- Dans le cas $Q = 10$, mesurer sur la courbe la largeur de la bande passante (à -3 dB).
Montrer que l'on retrouve (approximativement) la relation $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$.

5) Dans une fenêtre graphique différente, tracez les courbes $Q = 100$ et $Q = +\infty$. À quoi correspond le cas $Q = +\infty$? Ce cas peut-il se rencontrer dans la nature ?

Exercice 2 : Détermination expérimentale des caractéristiques d'une bobine :

Pour étudier une bobine réelle B, on effectue le montage indiqué sur le schéma. C'est ainsi que l'on obtient l'oscillogramme (copie d'écran de l'oscilloscope) ci-dessous. Les calibres de l'oscilloscope sont identiques pour les deux voies : 2 V/division pour l'axe des ordonnées et 1 ms/division pour l'axe des abscisses.

Le générateur délivre une tension $u_e(t) = U_m \cos(\omega t)$. On donne : $R = 20 \Omega$ et $C = 10 \mu\text{F}$.



1) L'oscillogramme permet de calculer les valeurs de la période T , de la pulsation ω , des amplitudes U_m et I_m , et de l'impédance Z_{AB} (module de l'impédance complexe du dipôle AB). Déterminer ces valeurs numériques et recopier, en le complétant, le tableau qui suit.

Grandeur	T (s)	ω (rad/s)	I_m (A)	U_m (V)	Z_{AB} (Ω)
Valeur numérique					

2) Des deux tensions u_I et u_{II} , laquelle est en avance de phase sur l'autre ?

3) Calculer le déphasage φ entre la tension $u_e(t) = U_m \cos(\omega t)$ et l'intensité du courant $i(t) = I_m \cos(\omega t - \varphi)$.

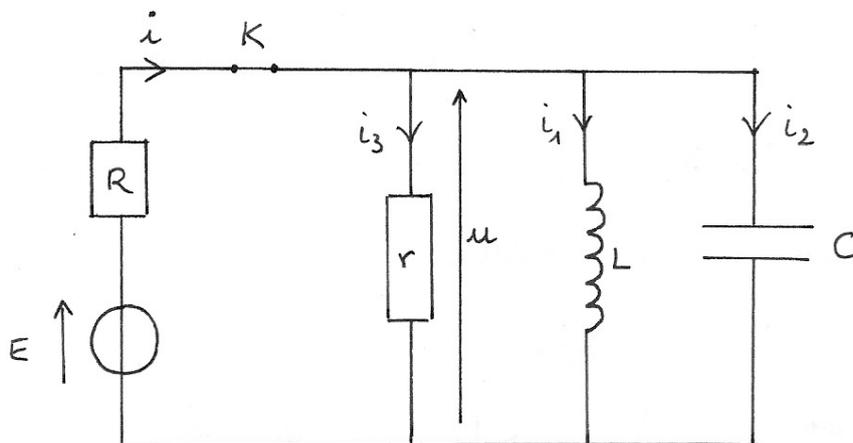
4) Montrez que, dans l'hypothèse d'une bobine idéale B de résistance interne r nulle, les valeurs numériques de Z_{AB} , φ et R sont incohérentes.

5) Il est donc nécessaire de prendre en compte la résistance interne r de la bobine. Calculer r .

6) En déduire la valeur numérique de l'inductance L de la bobine.

Exercice 3 : Régime transitoire d'un circuit RLC parallèle :

Soit un circuit constitué de l'association en série d'une source idéale de tension E , d'une résistance R , d'un interrupteur K et de l'association en parallèle d'une résistance r , d'une inductance L et d'une capacité C . Initialement l'interrupteur est ouvert, la capacité est déchargée et les courants sont tous nuls. On ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$. On notera i l'intensité du courant dans R , i_1 dans L , i_2 dans C et i_3 dans r ainsi que u la tension aux bornes de r (voir schéma).



- 1) Déterminer, en les justifiant, les valeurs de u , i , i_1 , i_2 et i_3 juste après la fermeture de l'interrupteur K .
- 2) Même question lorsque le régime permanent est complètement établi (toujours avec l'interrupteur fermé).
- 3) Etablir l'équation différentielle satisfaite par i_3 pour $t > 0$ et la mettre sous la forme $\frac{d^2 i_3}{dt^2} + 2\lambda\omega_0 \frac{di_3}{dt} + \omega_0^2 i_3 = 0$, en donnant les expressions de ω_0 et λ en fonction de r , R , L et C .
- 4) Etablir la condition que doivent vérifier r , R , L et C pour observer un régime pseudo-périodique.
- 5) On suppose que la condition de la question 4) est vérifiée. Déterminer dans ce cas l'expression de i_3 en fonction du temps. On justifiera la détermination des constantes.

Exercice 4 : Vibrations d'un moteur :

Lorsqu'un moteur de type compresseur fonctionne, il est nécessaire de prévoir un système de suspension pour amoindrir les vibrations du châssis.

Le moteur est assimilé à un point matériel de masse m .

La suspension peut être modélisée par un ressort de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k , placé en parallèle avec un amortisseur qui exerce sur le moteur une force de freinage $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$ où \vec{v} est la vitesse du moteur et α une constante positive.

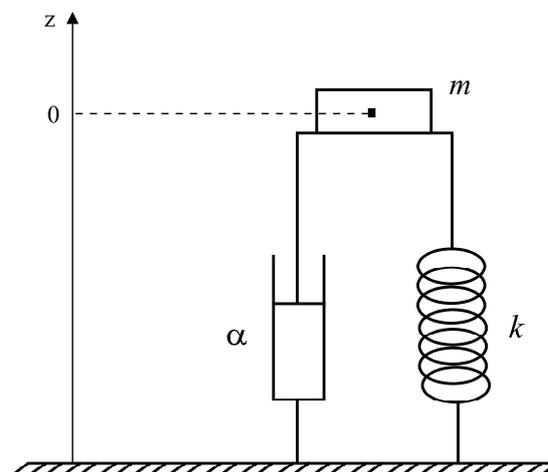


Figure 8

1) Le moteur ne fonctionne pas et il est immobile. Déterminez la longueur l_{eq} du ressort.

La position du moteur dans ce cas est prise comme origine de l'axe (Oz). Lorsque le moteur fonctionne, tout se passe comme s'il apparaissait une force supplémentaire de la forme $\vec{F} = F_0 \cos(\omega t) \vec{u}_z$.

2) Déterminez l'équation différentielle satisfaite par $z(t)$ lorsque le moteur fonctionne.

3) En régime forcé, on recherche des solutions de la forme $z(t) = Z_0 \cos(\omega t + \varphi)$ et $v(t) = \dot{z} = V_0 \cos(\omega t + \psi)$.

Donnez l'équation vérifiée par la grandeur complexe $\underline{V} = V_0 \exp(j\psi)$

4) Exprimez V_0 en fonction de ω et des paramètres $\lambda = \frac{\alpha}{2m}$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ et $\frac{F_0}{m}$. Tracez l'allure de la courbe $V_0(\omega)$

5) La pulsation ω vaut 628 rad.s^{-1} . Le moteur a une masse $m = 10 \text{ kg}$ et on dispose de deux ressorts de raideurs $k_1 = 4,0 \cdot 10^6 \text{ N.m}^{-1}$ et $k_2 = 1,0 \cdot 10^6 \text{ N.m}^{-1}$. Lequel faut-il choisir pour réaliser la suspension ?