TRAVAUX DIRIGES DE PHYSIQUE : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES (circuit LC) .TC année scolaire 2008/2009

EXERCICE 1

On charge un condensateur de capacité C= 0,8 μF à l'aide d'un générateur de f.é.m. e_0 au moyen d'un circuit représenté à la figure (a) lorsque l'interrupteur K est placé dans la position 1. On le décharge ensuite dans une bobine, d'inductance L et de résistance négligeable, en basculant l'interrupteur en position 2. Un ordinateur couplé à une interface, permet de visualiser la tension aux bornes du condensateur. On observe le chronogramme représenté sur la figure (b).

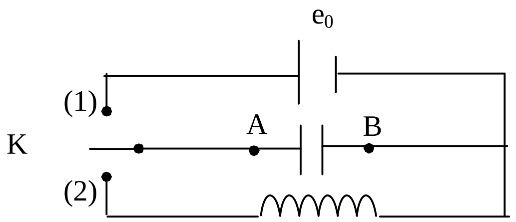


Figure (a)

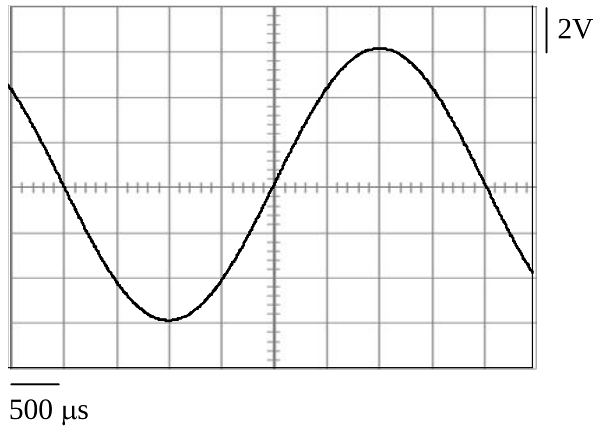


Figure (b)

1. Quelle est la charge maximale du condensateur ?
2. Quelle est l'énergie maximale emmagasinée par le condensateur ?
3. Etablir la relation entre la charge q du condensateur, q, L et C.
4. Quelle est la valeur de l'inductance L de la bobine ?
5. Quelle est la valeur de l'intensité maximale du courant ?
6. Comment serait modifié le chronogramme si l'inductance de la bobine était divisée par 4 ?
7. Comment serait modifié le chronogramme si la résistance du circuit n'était pas négligeable ?

EXERCICE 2

On considère le montage de la figure ci-dessous. Un condensateur est préalablement chargé sous une tension de 6 V. A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K. L'intensité du courant est positive lorsque le courant circule dans le sens indiqué sur la figure.

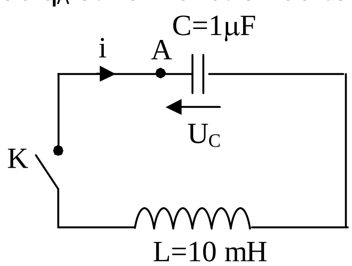
1 – Etablir l'équation différentielle de la charge q_A du condensateur.

2 – Déterminer la charge initiale Q_O du condensateur.

3 – Calculer la pulsation propre ω_0 et la fréquence propre N_0 de l'oscillateur.

4 – La solution générale de l'équation différentielle du circuit est $q_A = Q_m \cos(\omega_0 t+\varphi)$.
Déterminer Q_m et φ.

5 – En déduire les expressions de q_A et i en fonction du temps.

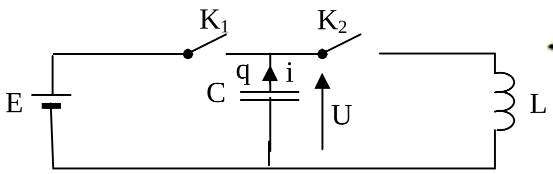


EXERCICE 3

Dans le montage ci-dessous, E = 15 V, C = 0,4μF et L = 80 mH. L'interrupteur K_2 est ouvert ; on ferme K_1 puis, après quelques secondes, on l'ouvre à nouveau.

1. Quelle est la valeur de la charge Q_o portée par l'armature supérieure du condensateur ?
2. Calculer dans ces conditions l'énergie électrostatique et l'énergie magnétique emmagasinée respectivement dans le condensateur et la bobine.
3. A l'instant t = o, on ferme l'interrupteur K_2 et on note i l'intensité algébrique du courant dans la bobine, q la charge de l'armature supérieure du condensateur. Quelle relation y a-t-il entre i et $\frac{dq}{dt}$?
4. Etablir l'équation différentielle du circuit.
5. Vérifier que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $u = U_m \cos(\omega_0 t+\varphi)$ et calculer numériquement U_m et φ sachant qu'à l'instant initial t = 0, i = 0.
6. Déterminer la valeur numérique de la période T_0 du circuit et calculer à $t = \frac{T_0}{4}$:

- la charge q de l'armature supérieure,
- l'intensité i dans la bobine,
- l'énergie électrostatique et l'énergie magnétique présentes dans le circuit.



EXERCICE 4

1. Un condensateur de capacité C est chargé à l'aide d'un générateur de tension, de force électromotrice U. Calculer sa charge Q_0 ainsi que l'énergie électrique E_0 emmagasinée à la fin de cette opération. On donne C = 33 μF et U = 10 V.

2. Le condensateur chargé est déconnecté du générateur, et ses armatures sont reliées aux bornes d'une bobine considérée purement inductive d'inductance L = 120 mH. On ferme l'interrupteur K à l'instant t = 0 ($q = Q_0$) et i= 0.
On note q la charge du condensateur, u_C la tension aux bornes du condensateur telle que $q = C\,u_C$.
Reproduire le schéma **(**Fig. 1) et y indiquer les branchements à l'oscilloscope pour visualiser la tension u_C.

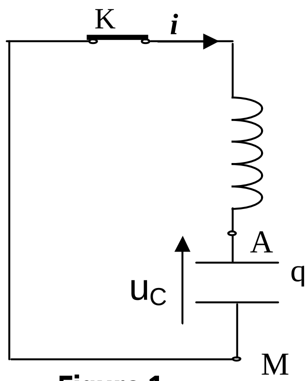


Figure 1

3.
 3.1 Etablir l'équation différentielle du circuit oscillant ainsi constitué, en fonction de q.
 3.2 Calculer la pulsation propre et la période propre To.
 3.3 La solution de l'équation différentielle établie à la question 3.1 est de la forme $q = Q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$
  3.3.1 Déterminer la valeur de la phase φ
  3.3.2 Déterminer l'expression de l'intensité du courant i(t) en Précisant les valeurs numériques des coefficients.

4. En réalité, la résistance de la bobine n'est pas nulle. L'oscillogramme de la figure 2 représente la tension U_C
Le balayage est de 10 ms/div.
 4.1 Déterminer la pseudo période T à partir de l'oscillogramme.
 4.2 La comparer à la période To calculée précédemment.

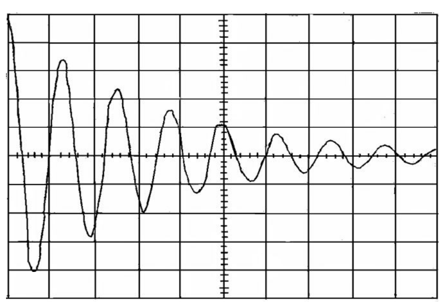


Figure 2

EXERCICE D'APPLICATION

Un générateur de courant G possède la caractéristique représentée sur la fig. 1. Il délivre un courant d'intensité constante I_0 pour toute valeur de u inférieure à U_0 = 12 V.

1. Lorsque K est en position 1 (fig.2), le condensateur de capacité C= 10 μF se charge par l'intermédiaire du générateur de courant ; les variations de la tension u_{AB} aux bornes du condensateur, en fonction du temps, sont données sur la figure 3.

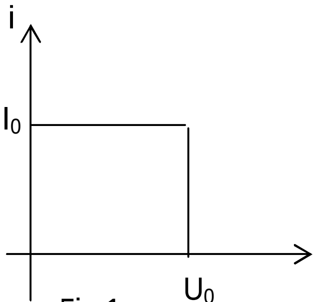


Fig.1

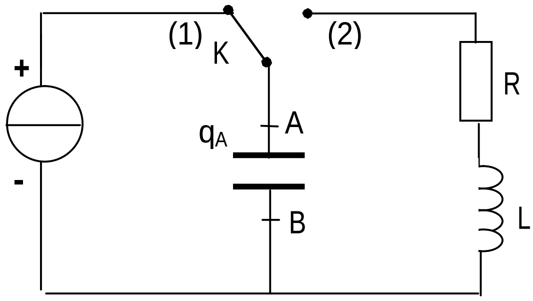


Fig.2

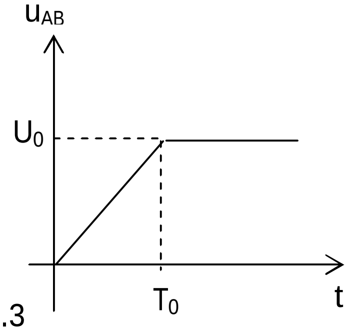


Fig.3

EXERCICE D'APPLICATION

Un générateur de courant G possède la caractéristique représentée sur la fig. 1. Il délivre un courant d'intensité constante I_0 pour toute valeur de u inférieure à U_0 = 12 V.

1. Lorsque K est en position 1 (fig.2), le condensateur de capacité C= 10 μF se charge par l'intermédiaire du générateur de courant ; les variations de la tension u_{AB} aux bornes du condensateur, en fonction du temps, sont données sur la figure 3.

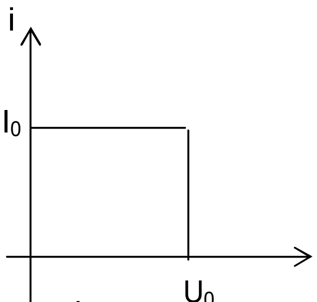


Fig.1

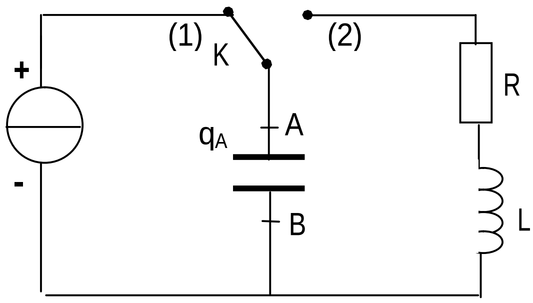


Fig.2

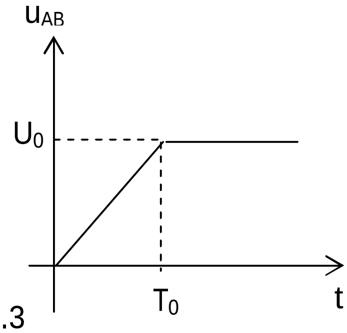


Fig.3

EXERCICE D'APPLICATION

Un générateur de courant G possède la caractéristique représentée sur la fig. 1. Il délivre un courant d'intensité constante I_0 pour toute valeur de u inférieure à U_0 = 12 V.

1. Lorsque K est en position 1 (fig.2), le condensateur de capacité C= 10 μF se charge par l'intermédiaire du générateur de courant ; les variations de la tension u_{AB} aux bornes du condensateur, en fonction du temps, sont données sur la figure 3.

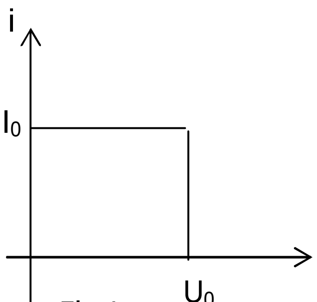


Fig.1

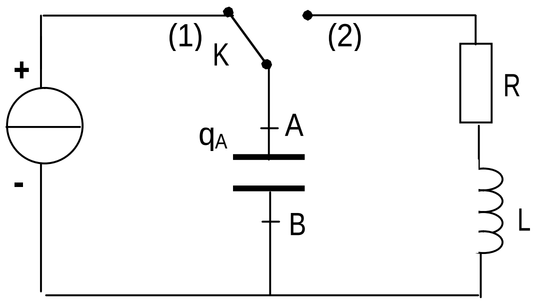


Fig.2

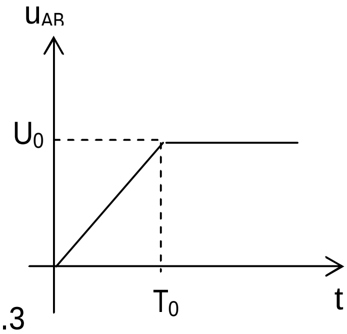


Fig.3

1.1 Quelle est la charge Q_0 prise par le condensateur lorsque $t \geq T_0$ (régime permanent) ?

1.2 Quelle est alors l'énergie emmagasinée par le condensateur?

2. Etablir, pour $0 < t \leq T_0$, la relation entre I_0, t, C et U_{AB}. Déduire de cette relation et de la figure 1 la valeur de I_0. On donne : U_0= 12V ; T_0 = 60 ms.
3. Le condensateur C étant chargé, on bascule K en 2 à une date qu'on choisira comme nouvelle date d'origine. Etablir la relation entre q_A, $\frac{dq_A}{dt}$, $\frac{d^2q_A}{dt^2}$, R, L et c.
4.

4.1 Dans l'hypothèse où R est très faible, le circuit est le siège d'oscillations électriques amorties de pseudo-période T= 8,0 ms. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

4.2 Dans l'hypothèse où R est très grande, donner l'allure de $q_A(t)$ pour $t > 0$. Comment peut-on qualifier cette décharge ?

1.1 Quelle est la charge Q_0 prise par le condensateur lorsque $t \geq T_0$ (régime permanent) ?

1.2 Quelle est alors l'énergie emmagasinée par le condensateur?

2. Etablir, pour $0 < t \leq T_0$, la relation entre I_0, t, C et U_{AB}. Déduire de cette relation et de la figure 1 la valeur de I_0. On donne : U_0= 12V ; T_0 = 60 ms.
3. Le condensateur C étant chargé, on bascule K en 2 à une date qu'on choisira comme nouvelle date d'origine. Etablir la relation entre q_A, $\frac{dq_A}{dt}$, $\frac{d^2q_A}{dt^2}$, R, L et c.
4.

4.1 Dans l'hypothèse où R est très faible, le circuit est le siège d'oscillations électriques amorties de pseudo-période T= 8,0 ms. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

4.2 Dans l'hypothèse où R est très grande, donner l'allure de $q_A(t)$ pour $t > 0$. Comment peut-on qualifier cette décharge ?

1.1 Quelle est la charge Q_0 prise par le condensateur lorsque $t \geq T_0$ (régime permanent) ?

1.2 Quelle est alors l'énergie emmagasinée par le condensateur?

2. Etablir, pour $0 < t \leq T_0$, la relation entre I_0, t, C et U_{AB}. Déduire de cette relation et de la figure 1 la valeur de I_0. On donne : U_0= 12V ; T_0 = 60 ms.
3. Le condensateur C étant chargé, on bascule K en 2 à une date qu'on choisira comme nouvelle date d'origine. Etablir la relation entre q_A, $\frac{dq_A}{dt}$, $\frac{d^2q_A}{dt^2}$, R, L et c.
4.

4.1 Dans l'hypothèse où R est très faible, le circuit est le siège d'oscillations électriques amorties de pseudo-période T= 8,0 ms. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

4.2 Dans l'hypothèse où R est très grande, donner l'allure de $q_A(t)$ pour $t > 0$. Comment peut-on qualifier cette décharge ?