Polynésie juin 2009

EXERCICE 1 : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE DIPÔLES ÉLECTRIQUES (6 points)

Les trois parties sont indépendantes.

1. Dipôles « résistance et condensateur en série »

Pour étudier ce dipôle, on réalise le circuit représenté sur la figure 1. Ce circuit est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E, d'un interrupteur K, d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C.

Données : E = 4,0 V ; C = 1,0 µF

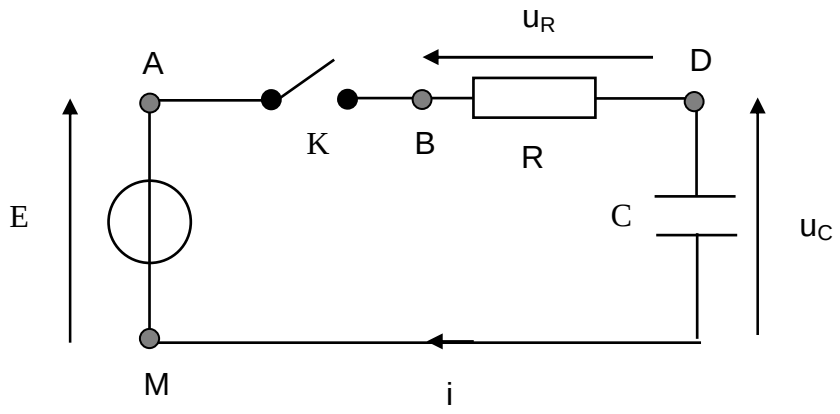


Figure 1

1.1. On utilise une interface d'acquisition reliée à un ordinateur pour observer les tensions u_C et E en fonction du temps.

1.1.1. À quels points A, B, D ou M du circuit doit-on relier les voies 1 et 2 et la masse de l'interface pour visualiser u_C sur la voie 1 et E sur la voie 2 ?

1.1.2. À t = 0, on déclenche l'acquisition en fermant l'interrupteur K. Les courbes $u_C = f(t)$ et $E = f(t)$ sont données en **annexe, document 1 à rendre avec la copie**.
Qualifier les deux régimes de fonctionnement du circuit en choisissant parmi les adjectifs suivants : périodique, permanent, pseudo-périodique, transitoire.
Préciser les dates limitant chacun de ces régimes.

1.1.3. Quel phénomène physique se produit pendant le premier régime ?

1.2 La constante de temps τ est une caractéristique de ce premier régime.

1.2.1. Déterminer graphiquement la valeur de τ en expliquant la méthode employée.

1.2.2. Donner l'expression littérale de τ en fonction des caractéristiques des éléments du circuit. En déduire la valeur de la résistance R.

1.3. En appliquant la loi d'additivité des tensions, donner la relation littérale liant E, u_R et u_C.
Exprimer u_R en fonction de i et en déduire une expression littérale de l'intensité du courant i en fonction de E, u_C et R.
À l'aide du **document 1 de l'annexe**, calculer i pour t_1 = 0 ms et t_2 = 9 ms.

1.4. Sans considération d'échelle, représenter sur la copie l'allure de la courbe i = f(t).

2. Dipôle « résistance et bobine en série »

Le circuit étudié, représenté sur la figure 2, est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E, d'un interrupteur K, d'une bobine de résistance r et d'inductance L et d'un conducteur ohmique de résistance R'.

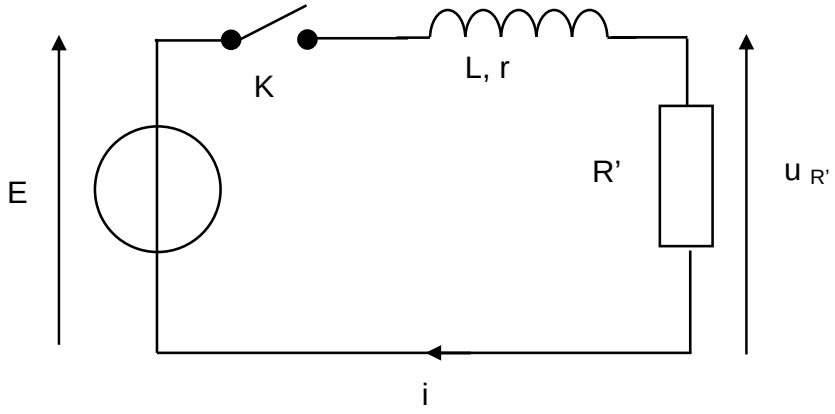


Figure 2

Données : E = 4,0 V ; L = 11 mH ; R' = 10 Ω ;

2.1. À partir de la fermeture de l'interrupteur K, on observe la tension $u_{R'}$ à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur.
Quel est l'intérêt de faire le relevé de cette tension $u_{R'}$?

2.2. Le tableur du logiciel d'acquisition nous permet de calculer les valeurs de i et de tracer la courbe i = f(t) donnée **en annexe, document 2 à rendre avec la copie.**
Quel est le phénomène physique mis en évidence dans ce cas ? Quel élément du circuit est la cause de ce phénomène ?

2.3. En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i du courant dans le circuit en fonction du temps.

2.4. Lorsqu'on est en régime permanent, i vaut alors I_P. Que devient l'équation différentielle ?

2.5. En déduire l'expression littérale de la résistance r de la bobine puis déterminer sa valeur en utilisant **le document 2 de l'annexe.**

3. Dipôle « bobine et condensateur en série »

Le circuit étudié, représenté sur la figure 3, est constitué d'un générateur idéal de tension continue de force électromotrice E', d'un interrupteur K à deux positions, d'un condensateur de capacité C et d'une bobine de résistance r et d'inductance L.

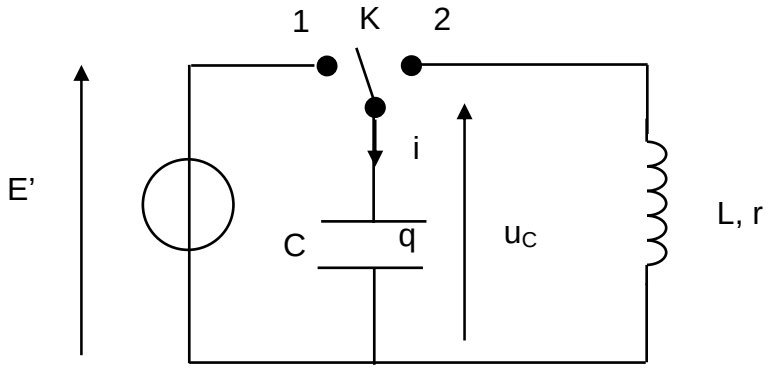
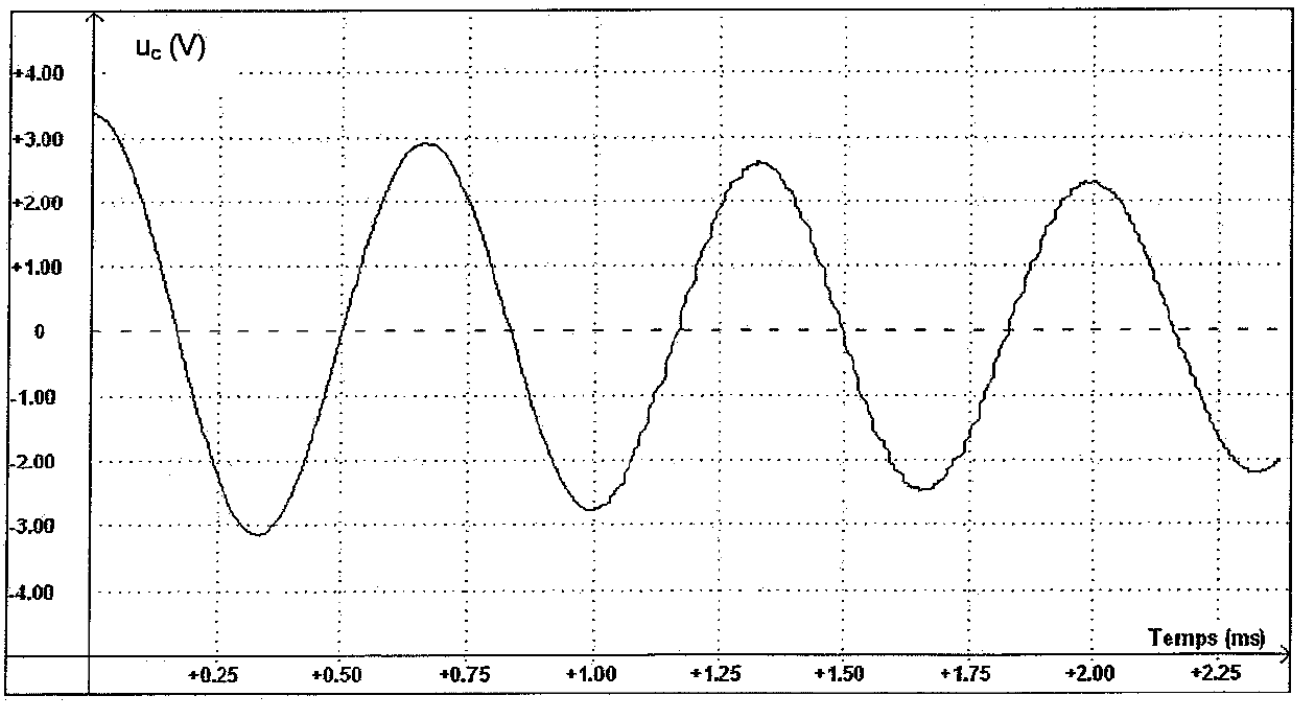


Figure 3

3.1. Quel est le phénomène physique se produisant lorsque l'interrupteur est placé en position 1 ? Est-il lent ou instantané ? Justifier.

3.2. On bascule alors l'interrupteur en position 2 et, à partir de cet instant choisi comme origine des dates, on relève la tension u_C en fonction du temps à l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur.
On obtient le graphique ci-dessous.



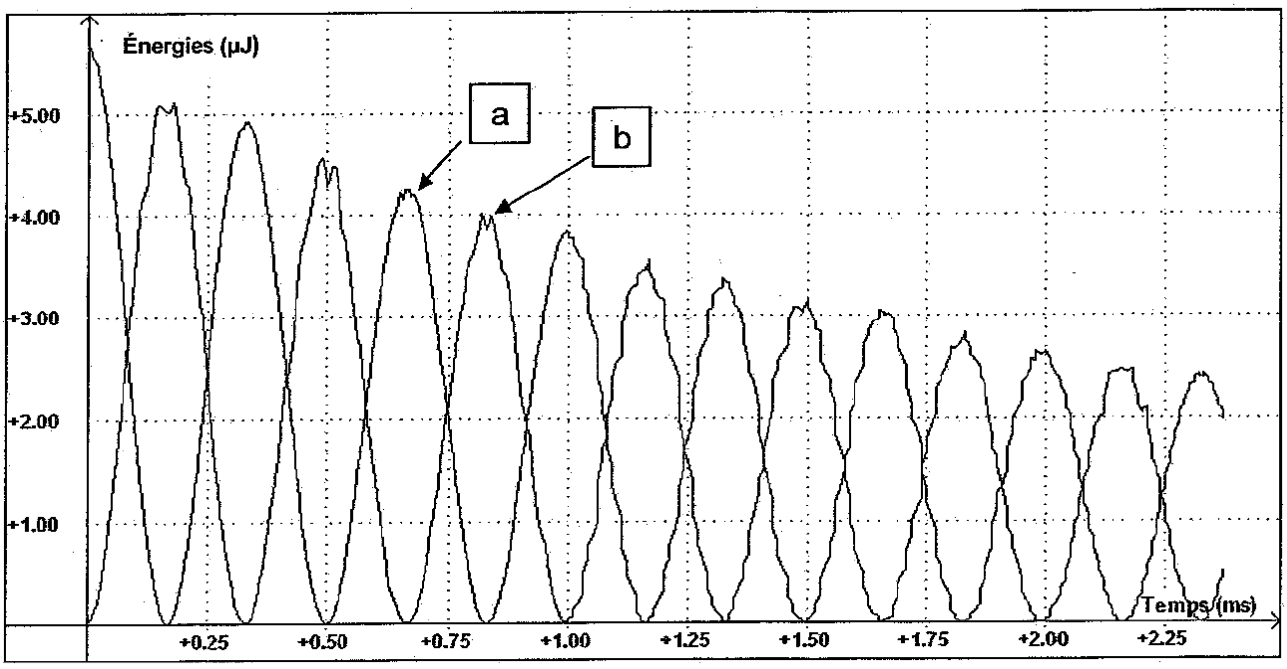
En puisant dans le vocabulaire suivant, décrire le phénomène physique qui se produit dans le circuit : apériodique, annulation, électrique, forcée, mécanique, libre, non amortie, installation, amortie, oscillation.

3.3. On souhaite suivre l'évolution énergétique du circuit rLC en fonction du temps. Pour cela il faut calculer, à l'aide d'un tableur, l'énergie électrique E_e accumulée dans le condensateur et l'énergie magnétique E_m accumulée dans la bobine.

3.3.1. Donner les expressions littérales de E_e et E_m.

3.3.2. En respectant les conventions du schéma, exprimer i en fonction de la dérivée de u_C par rapport au temps.

3.4. Les courbes $E_e(t)$ et $E_m(t)$ sont données ci-dessous.

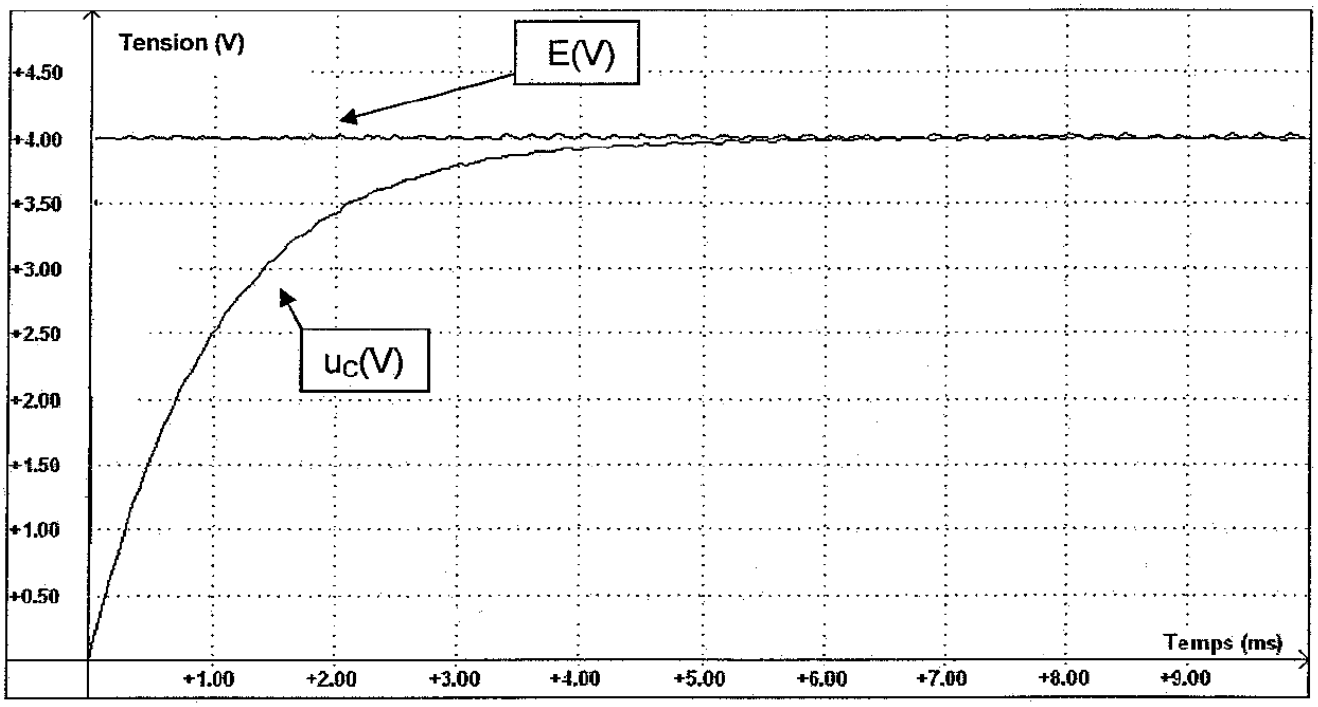


3.4.1. En justifiant chaque réponse, attribuer les grandeurs E_e ou E_m, aux courbes a et b.

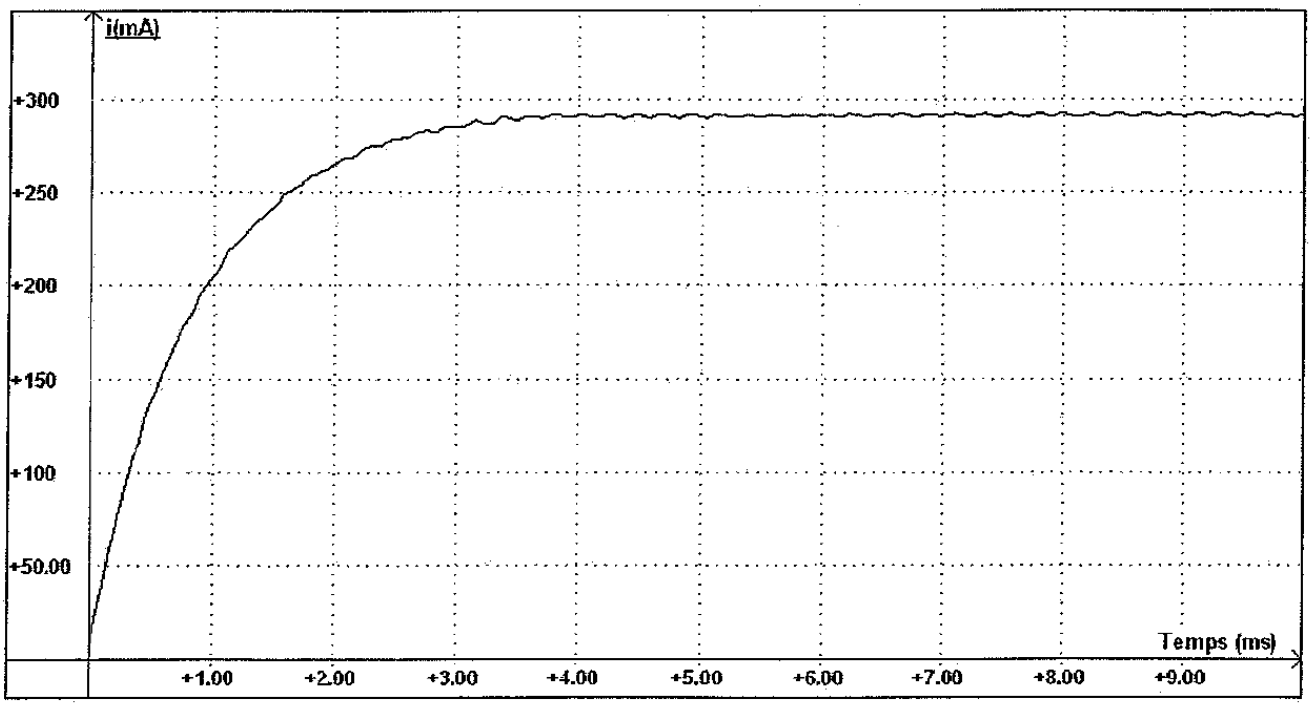
3.4.2. En utilisant ces courbes, donner les valeurs des deux énergies E_e et E_m, aux instants de dates $t_1 = 0{,}5$ ms et $t_2 = 2{,}0$ ms.
Comparer les variations simultanées des énergies emmagasinées par le condensateur et la bobine entre ces deux dates.

3.4.3. Comment évolue l'énergie totale du circuit entre les instants de dates t_1 et t_2 ? À quoi cette évolution est-elle due ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



Document 1



Document 2