

## Physique (13 points)

### **Exercice 1 : (5,5 pts) Comportement d'un condensateur dans un circuit électrique**

Les associations de composants électriques comme la bobine, le condensateur et le conducteur ohmique conduisent à différents dipôles électriques comme  $RC$  et  $RLC$  qui, placés dans des circuits engendrent des phénomènes tel que la charge ou la décharge du condensateur et les oscillations électriques libres...

Cet exercice vise :

- l'étude de la réponse d'un dipôle  $RC$  à un échelon de tension ;
- l'étude énergétique d'un circuit oscillant  $LC$ .

On étudie le comportement d'un condensateur dans deux situations (a) et (b) différentes en utilisant le montage de la figure (1) qui comporte :

- un générateur idéal de tension de f.e.m  $E$  ;
- un condensateur de capacité  $C$  ;
- deux conducteurs ohmiques de résistances  $R$  et  $R'$  ;
- une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable ;
- un interrupteur  $K$  à double position.

**Donnée :**  $R = 100 \Omega$

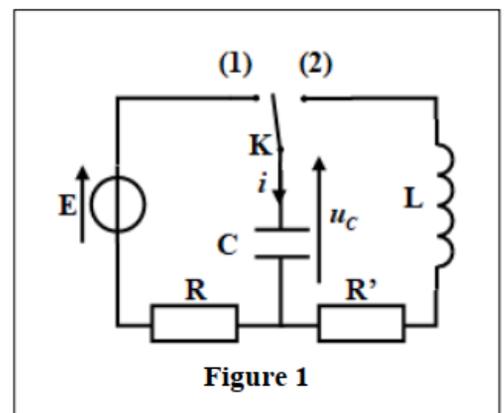


Figure 1

#### **Partie 1 : Étude du comportement du condensateur dans la situation (a)**

À l'instant  $t_0 = 0$ , on place l'interrupteur  $K$  dans la position (1).

0,5

1. Quel est l'intérêt du montage dans ce cas ?

0,5

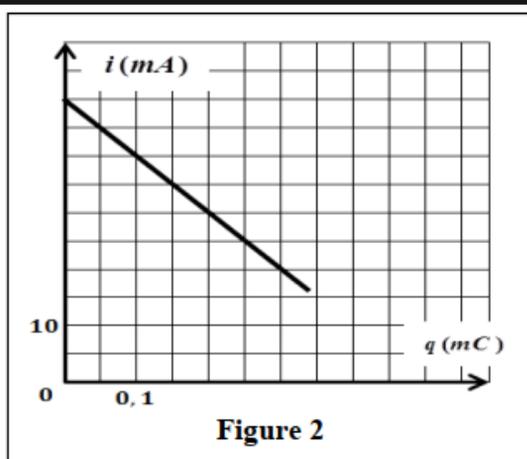
2. En utilisant la loi d'additivité des tensions, montrer que l'intensité  $i(t)$  du courant qui circule dans

le circuit est liée à la charge  $q(t)$  du condensateur par la relation :  $i = -\frac{1}{R.C}.q + \frac{E}{R}$ .

3. À l'aide d'un système d'acquisition convenable, on obtient le graphe de la figure (2) qui représente l'évolution de  $i$  en fonction de  $q$ .

En exploitant le graphe, déterminer les valeurs de :

- 0,5 a. l'intensité maximale  $I_0$  du courant électrique;  
 0,5 b. la f.e.m  $E$  ;  
 0,5 c. la constante de temps  $\tau$  du circuit ;  
 0,5 d. la charge maximale  $Q_{\max}$  du condensateur à la fin de sa charge.



### Partie 2 : Étude du comportement du condensateur dans la situation (b)

Une fois le condensateur totalement chargé sous la tension  $u_{C0} = E$  dans la situation (a), on bascule l'interrupteur  $K$  en position (2) à l'instant  $t_0 = 0$ .

La figure (3) donne les variations de la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur.

- 0,25 1. Nommer le régime d'oscillations mis en évidence par le graphe de la figure (3).  
 0,5 2. Expliquer du point de vue énergétique le régime d'oscillations dans le circuit.

3. On note respectivement  $\mathcal{E}_0$  et  $\mathcal{E}_1$  les énergies totales du circuit aux instants  $t_0 = 0$  et  $t_1 = 188 \text{ ms}$ .  
 La variation de l'énergie totale du circuit entre  $t_0$  et  $t_1$  est  $\Delta \mathcal{E} = -10,5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ .

- 0,75 3.1. On désigne par  $u_{C1}$  la tension aux bornes du condensateur à l'instant  $t_1$ .

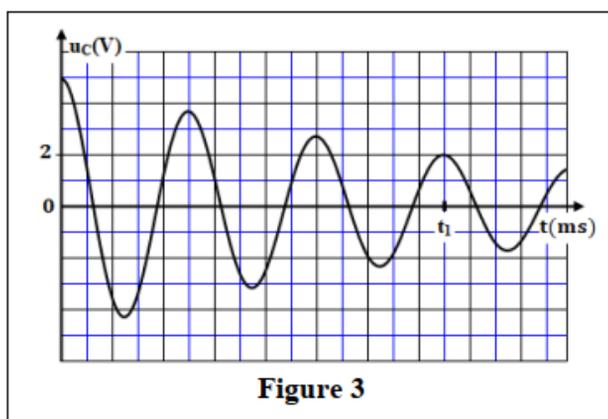
Montrer que la capacité du condensateur peut

s'exprimer par la relation  $C = \frac{2 \cdot \Delta \mathcal{E}}{u_{C1}^2 - E^2}$ .

Calculer la valeur de  $C$ .

- 0,25 3.2. Le condensateur utilisé peut être remplacé par deux condensateurs identiques ayant chacun la capacité  $C_0$  montés en parallèle. Déterminer la valeur de  $C_0$ .

- 0,75 3.3. On suppose que la pseudo-période  $T$  est égale à la période propre  $T_0$  des oscillations libres non amorties. Déterminer la valeur de  $L$  (On prend  $\pi^2 = 10$ ).



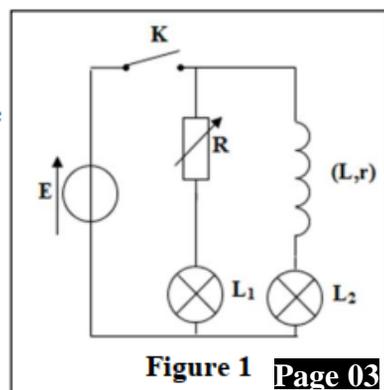
### Exercice 2 (5 points) : Dipôle RL – Oscillations électriques libres dans un circuit RLC série

Cet exercice vise à déterminer le rôle joué par une bobine et mettre en évidence l'influence de la résistance dans un circuit électrique.

#### Partie 1 : Dipôle RL

1. Pour étudier l'influence d'une bobine dans un circuit électrique, on réalise le montage électrique de la figure 1, qui comporte un générateur idéal de tension, une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un conducteur ohmique de résistance  $R$  réglable, deux lampes identiques notées  $L_1$  et  $L_2$  et un interrupteur  $K$ .

On règle la résistance du conducteur ohmique sur une valeur  $R_0$  tel que  $R_0 = r$ .



0,5

Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi :

a	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, les deux lampes brillent en même temps
b	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, la lampe L <sub>1</sub> brille et la lampe L <sub>2</sub> brille avec un retard
c	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, la lampe L <sub>2</sub> brille et la lampe L <sub>1</sub> brille avec un retard
d	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, la lampe L <sub>1</sub> brille et la lampe L <sub>2</sub> ne brille pas

2. L'étiquette de la bobine précédente indique ( $L = 60 \text{ mH}$  ;  $r = 4 \Omega$ ). Pour vérifier ces deux valeurs, on réalise le montage de la figure 2 et on règle la résistance du conducteur ohmique sur la valeur  $R = 8 \Omega$ .

À l'instant  $t_0 = 0$ , on ferme l'interrupteur K.

0,5 2.1. Montrer que, l'équation différentielle vérifiée par l'intensité  $i(t)$  du courant électrique qui circule dans le circuit s'écrit  $\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L} \cdot i = \frac{E}{L}$ .

0,5 2.2. La solution de cette équation différentielle s'écrit :  $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ . Déterminer les expressions des constantes A et  $\tau$  en fonction des paramètres du circuit.

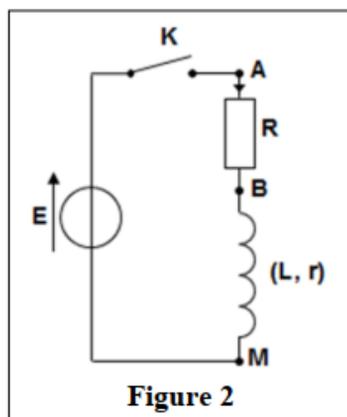


Figure 2

2.3. Un système d'acquisition, adéquat, permet de suivre l'évolution au cours du temps des tensions  $u_{AB}(t)$  et  $u_{AM}(t)$ . Les courbes (1) et (2) traduisant les variations de ces tensions sont représentées sur la figure (3).

0,5 2.3.1. Montrer que la courbe 2 correspond à la tension  $u_{AB}(t)$ .

0,5 2.3.2. Déterminer graphiquement les valeurs de E et  $u_{AB,max}$ .

0,5 2.3.3. Montrer que l'expression de r s'écrit:

$$r = R \cdot \left( \frac{E}{u_{AB,max}} - 1 \right). \text{ Vérifier que } r = 4 \Omega.$$

0,25 2.3.4. Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps  $\tau$ , du dipôle RL.

0,5 2.3.5. Vérifier la valeur de l'inductance L indiquée sur l'étiquette.

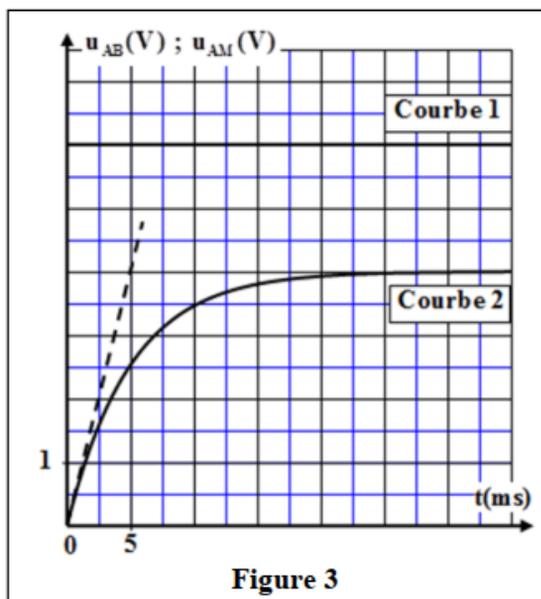
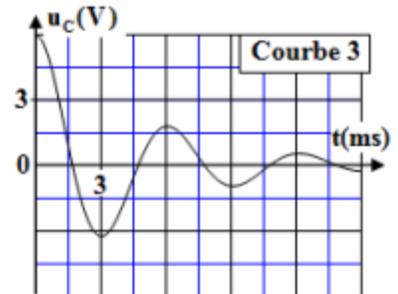
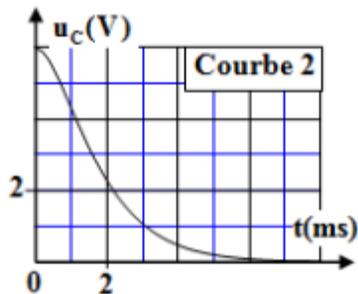
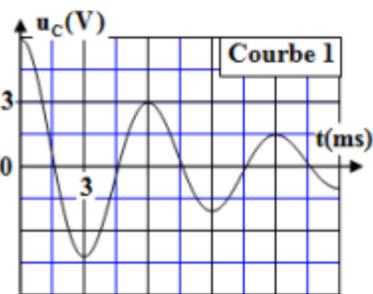


Figure 3

## Partie 2 : Oscillations électriques libres dans un circuit RLC série

On monte, en série, la bobine et le conducteur ohmique précédents avec un condensateur de capacité C préalablement chargé. Les courbes (1), (2) et (3) représentent les variations de la tension  $u_C(t)$  entre les bornes du condensateur pour différentes valeurs de la résistance du conducteur ohmique.



- 0,5 1. Recopier le tableau suivant sur votre copie et le compléter en associant le numéro de la courbe à la valeur de la résistance  $R$  qui lui correspond.

	$R = 10 \Omega$	$R = 20 \Omega$	$R = 123 \Omega$
numéro de la courbe	.....	.....	....

2. On considère la courbe (1) :

- 0,25 2.1. Déterminer la valeur de la pseudo période  $T$  des oscillations électriques.
- 0,5 2.2. En supposant que la pseudo période  $T$  est égale à la période propre  $T_0$  des oscillations libres de l'oscillateur (LC), vérifier que la valeur de la capacité est  $C = 15 \mu\text{F}$  ( On prendra  $\pi^2 = 10$  ).