

EXERCICE : OSCILLATEUR ELECTRIQUE

Les parties A et B sont indépendantes.

A – Étude d'un condensateur

1. Un générateur idéal de tension constante notée E alimente un condensateur de capacité C en série avec un conducteur ohmique de résistance R .

Le condensateur étant initialement déchargé, on souhaite visualiser, à l'aide d'un oscilloscope numérique, la tension aux bornes du générateur sur la voie A et la tension aux bornes du condensateur sur la voie B, lors de la fermeture du circuit.

Compléter le schéma du montage (**figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie**) en représentant les symboles des deux dipôles (condensateur et conducteur ohmique) et les flèches des tensions visualisées sur chacune des voies.

2. L'écran de l'oscilloscope est représenté sur la **figure 2 de l'annexe**. Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :

sensibilité verticale : 2 V/div ;
base de temps : 0,5 ms/div.

- a) A quelle voie de l'oscilloscope correspond chacune des deux courbes ? Justifier .
- b) Déterminer, à l'aide de l'oscillogramme, la valeur de la tension E délivrée par le générateur .
- c) Donner l'expression de la constante de temps τ du dipôle (R, C) . Montrer que τ a la dimension d'un temps.
- d) Déterminer à l'aide de l'oscillogramme de la figure 2 la valeur de τ en expliquant la méthode utilisée.

B – Étude de l'association d'un condensateur et d'une bobine

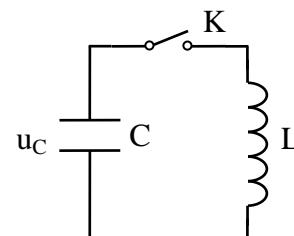
On réalise maintenant le montage schématisé ci-contre .

Le condensateur de capacité C est initialement chargé.

La tension à ses bornes est égale à 5,0 V.

La bobine d'inductance L a une résistance négligeable.

Ainsi on considère que la résistance totale du circuit est négligeable.



1. Établir l'équation différentielle que vérifie la tension u_C aux bornes du condensateur après la fermeture de l'interrupteur K .
2. On rappelle que la période propre d'un dipôle (L, C) est $T_o = 2\pi\sqrt{LC}$.
Pour le dipôle étudié, la valeur calculée est $T_o = 4,0 \times 10^{-3}$ s.

Un ordinateur muni d'une carte d'acquisition permet de visualiser l'évolution de la tension aux bornes du condensateur u_C . Le début de l'enregistrement est synchronisé avec la fermeture de l'interrupteur ($t = 0$).

- a) Représenter, sur **la figure 3 de l'annexe à rendre avec la copie**, l'allure de la tension observée sur l'écran.

- b) On remplace le condensateur par un autre de capacité $C' = 4 C$, en conservant la même bobine.

Exprimer la nouvelle période propre T'_o en fonction uniquement de T_o .

- c) Donner les expressions des énergies emmagasinées par le condensateur et par la bobine.

Laquelle de ces deux énergies est nulle à $t = 0$? Justifier.

A quelle date, l'autre énergie sera-t-elle nulle pour la première fois ?

3. En réalité, la résistance totale du circuit est faible mais pas négligeable.

- a) Quelle conséquence cela a-t-il d'un point de vue énergétique ? Justifier.

- b) Comment qualifie-t-on ce régime ?

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

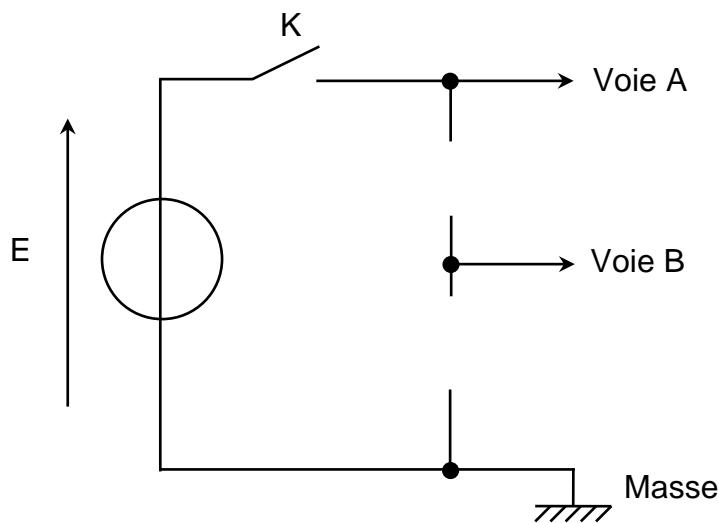


Figure 1

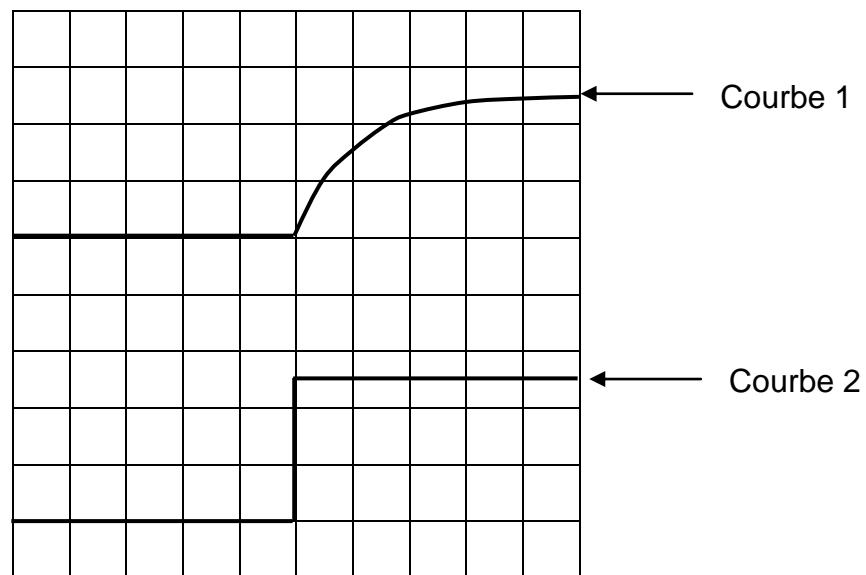


Figure 2

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

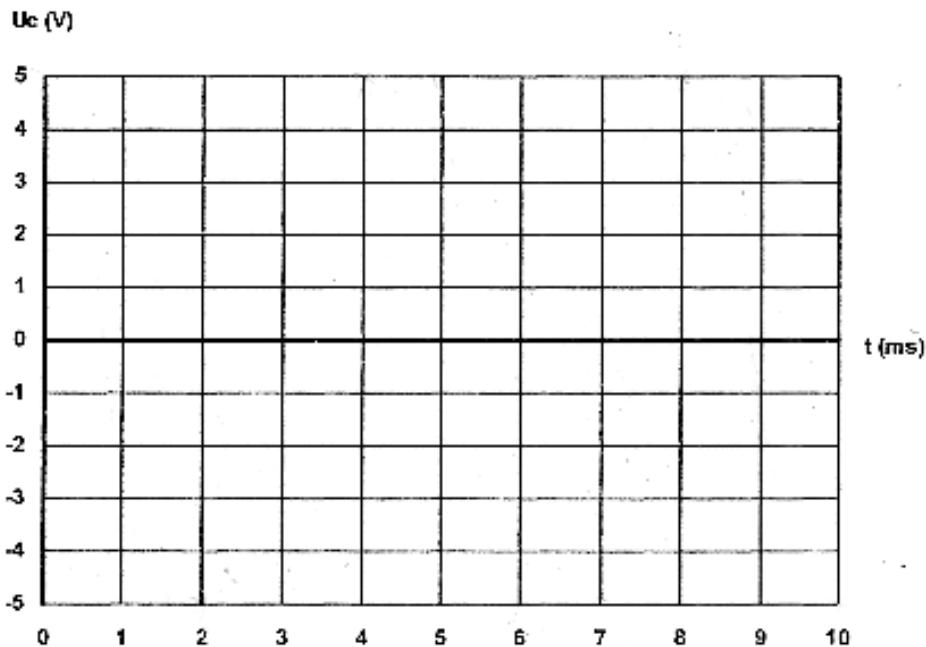
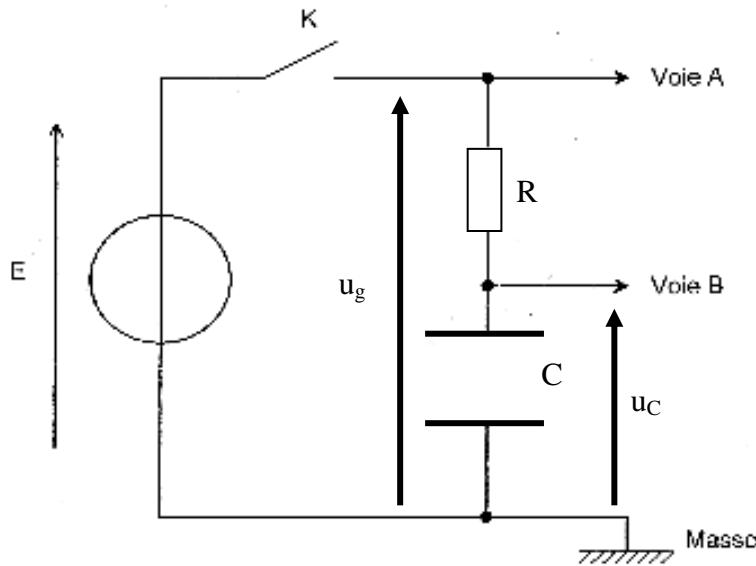


Figure 3

EXERCICE : OSCILLATEUR ELECTRIQUE (Correction)

A – Étude d'un condensateur

A.1.



A.2.a) Quand on ferme l'interrupteur la tension u_g passe instantanément de 0 à E volts, elle est donc représentée par la courbe 2. La courbe 2 correspond à la voie A.

Le condensateur ne se charge pas instantanément: u_C augmente exponentiellement puis tend vers une tension constante lorsque la charge est terminée. La courbe 1 correspond à la voie B.

A.2.b) E correspond à 2,5 divisions sur l'écran,
soit $E = 2,5 \times 2 = 5V$

$$\text{A.3.c)} \tau = R \times C$$

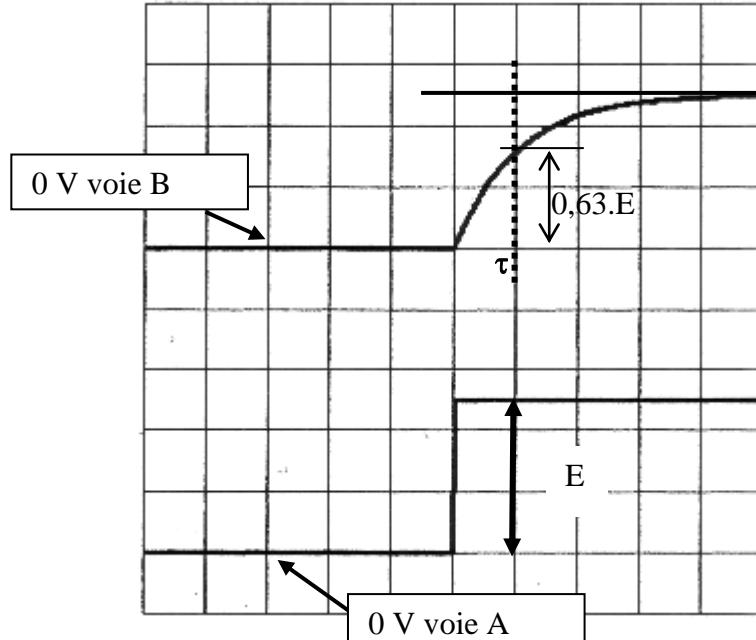
$$[\tau] = [R] \times [C]$$

$$\text{Or } U = R \times I \text{ (loi d'Ohm) et } U = \frac{Q}{C}$$

$$\text{D'autre part } I = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\text{Il vient : } [\tau] = \frac{[U]}{[I]} \times \frac{[Q]}{[U]} = \frac{[Q]}{[I]} = [T]$$

τ est bien homogène à un temps.



A.3.d) La méthode de la tangente est peu précise.

Pour $t = \tau$ alors $u_C(\tau) = 0,63.E$ soit $u_C(\tau) = 0,63 \times 5,0 = 3,15 V$, à l'écran environ 1,6 div.

D'autre part, pour $t = 5 \tau$, on peut considérer que la tension aux bornes du condensateur est égale à celle aux bornes du générateur.

5τ représentées par 5 div, donc τ correspond à une division.

$$\tau = 0,5 \text{ ms}$$

B – Étude de l'association d'un condensateur et d'une bobine

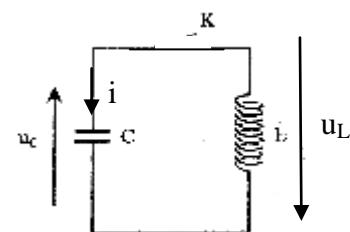
B.1) D'après la loi d'additivité des tensions, on a : $u_C + u_L = 0$

$$u_C + L \frac{di}{dt} = 0$$

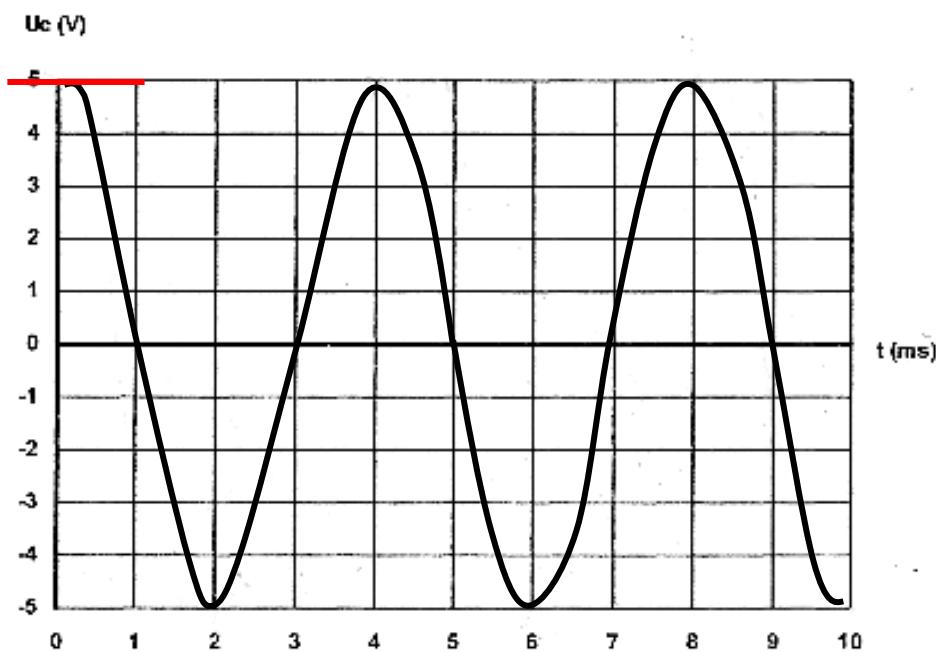
$$\text{Or } i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$$

$$u_C + L.C. \frac{d^2u_C}{dt^2} = 0$$

$$\text{Soit l'équation différentielle : } \frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0$$



B.2.a) Les oscillations sont sinusoïdales et non amorties (résistance totale du circuit négligeable)



$$\text{B.2.b)} T'_0 = 2\pi \sqrt{LC} = 2\pi \sqrt{4LC} = 2 \times 2\pi \sqrt{LC} = 2 \times T_0$$

B.2.c) Énergie emmagasinée dans le condensateur : $E_C = \frac{1}{2} C \times u_C^2$

Énergie emmagasinée dans la bobine : $E_L = \frac{1}{2} L \times i^2$

À la date $t = 0$ s, le condensateur est chargé, donc $i = 0$, l'énergie emmagasinée dans la bobine est nulle.

OU $i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$, et $\frac{du_C}{dt}$ est égale au coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de $u_C = f(t)$. Or à $t = 0$ s, cette tangente est horizontale (voir schéma ci-dessus: —).

La tension aux bornes du condensateur s'annule au bout d'une durée égale à $T_0/4 = 1$ ms, ce qui correspond à une énergie emmagasinée dans le condensateur nulle.

B.3.a) La résistance totale du circuit n'étant pas négligeable, il y a **dissipation d'énergie** sous forme de chaleur en raison de l'**effet Joule**.

B.3.b) C'est le **régime pseudo-périodique**. On observe un amortissement des oscillations électriques, l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur (et aux bornes de la bobine) diminue au cours du temps.