

Exercice N°1

On dispose d'un condensateur de capacité $C=10\ \mu\text{F}$ d'une bobine parfaite d'inductance $L=0,1\text{H}$ et de résistance interne négligeable.

1) Pour charger le condensateur, on le soumet à une tension $U_0=10\text{V}$ délivrée par un générateur de courant continu. Le condensateur étant chargé, on le branche aux bornes de la bobine. Des oscillations électriques périodiques prennent naissance dans le circuit réalisé.

a- Calculer la période propre T_0 de l'oscillateur électrique utilisé.

b- Etablir l'expression de la tension instantanée $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

c- Donner l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant dans le circuit.

Calculer sa valeur efficace.

2) a- Rappeler les expressions des énergies E_e et E_m emmagasinées respectivement par le condensateur et la bobine, à une date t quelconque.

b- Montrer que l'énergie totale E de l'oscillateur électrique utilisé est constante et donner sa valeur numérique.

c- Représenter sur le même graphique les allures de courbes :

$E_e=f(t)$; $E_m=g(t)$; $E=h(t)$ représentant les variations respectives de :

E_e , E_m et de E en fonction du temps. Commenter.

Exercice N°2

Un générateur de f.e.m E alimente un circuit électrique comportant un condensateur de capacité C , une bobine **non résistive** d'inductance L et un interrupteur K . **figure (1)**

1- k est sur la position (1) :

a- Que se passe-t-il ?

b- Ecrire en fonction de C et E la charge Q_0 de l'armature A .

c- En déduire l'expression de l'énergie électrostatique du condensateur en fonction de C et E .

2- K est sur la position (2) à une date $t=0$ et on note q la charge de l'armature A et $i=dq/dt$ l'intensité du courant électrique dans le circuit à une date t quelconque.

a- Faire les connexions possibles pour visualiser la tension qui permet l'étude des oscillations des charges. Justifier la réponse. **(sur la figure 1)**.

b- Montrer que ce circuit est le siège des oscillations libres non amorties.

3- Sachant que $q(t)=Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$, donner l'expression de l'énergie totale E_{em} en fonction de i , q , L et C puis en fonction de C et E .

4- À l'aide d'un dispositif approprié, on mesure l'énergie magnétique E_m en fonction de u_c^2 .

Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe $E_m=f(u_c^2)$ **(voir figure 2)**

a- Justifier théoriquement l'allure de la courbe, en établissant l'expression de E_m en fonction de u_c^2 .

b- En déduire les valeurs de C et E .

c- Déterminer les expressions de $q(t)$ et $i(t)$, en fonction de T_0 et t sachant que $q(t=0)<0$.

5- À l'aide d'un dispositif approprié, on mesure l'énergie magnétique E_m en fonction de t . Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe $E_m=f(t)$ **voir figure 3**.

a- Etablir l'expression théorique de $E_m(t)$ et montrer qu'elle peut s'écrire sous forme de $E_m=E_1+E_2$

avec E_1 est une constante et E_2 est une fonction sinusoïdale qu'on précisera sa période en fonction de L

et C.

b- Déterminer graphiquement la valeur de T_0 .

c- Déduire la valeur de l'inductance.

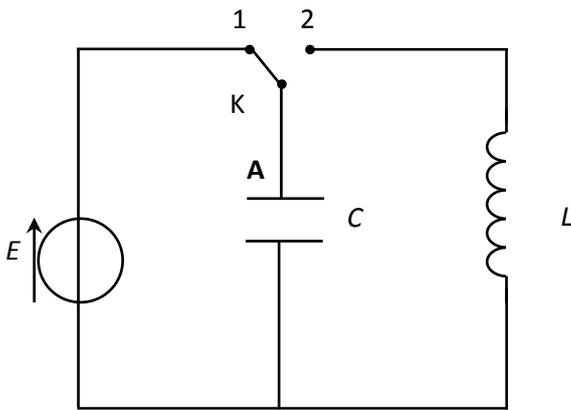


Figure 1

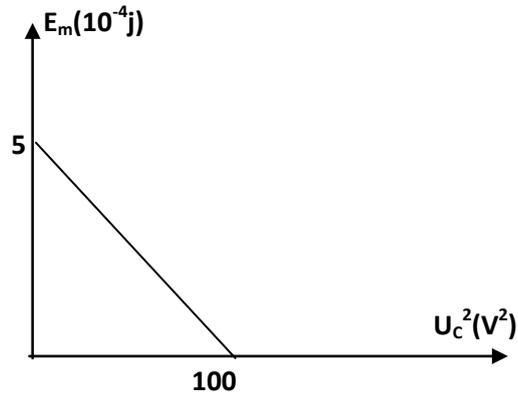


Figure 2

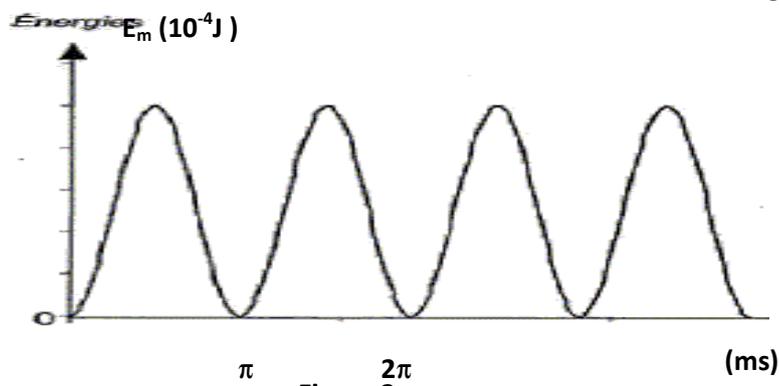


Figure 3

Exercice°3

On charge un condensateur de capacité $C=0.2\mu\text{F}$, par un générateur de f.e.m U_0 . A $t=0$, ce condensateur chargé est monté en série, avec un résistor de résistance R et une bobine d'inductance L et de **résistance négligeable**. La visualisation à l'aide d'un oscilloscope, de la tension aux bornes du condensateur a donné la courbe (a) $u_c=f(t)$. Les sensibilités sont **1ms/division** et **2V/division**

Dire en le justifiant graphiquement comment varie dans le temps l'énergie électromagnétique du circuit.

Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$.

Sachant que l'amplitude $U_{c\text{max}}$ des oscillations diminue au cours du temps suivant la relation $\text{Log } U_{c\text{max}} = \text{Log } A - R \cdot t / 2L$.

- a- Donner la nature des oscillations ultérieures du circuit.
- b- Donner la signification physique de la grandeur A et la calculer.
- 1- Donner l'expression de l'énergie électromagnétique du circuit et montrer que cette énergie est décroissante en précisant l'expression de dE_{em}/dt en fonction de R et i^2
- 2- En exploitant la courbe $u_c=f(t)$ déterminer :
 - a- La valeur de U_0 .
 - b- Le pseudo période T
 - c- La valeur de L (on prend $T=T_0$: période propre).
 - d- Le temps de relaxation ζ .
 - e- La valeur de R .
 - f- L'énergie perdue par le circuit pendant la première oscillation.
- 3- Montrer qu'à l'instant $t=7T/2$, l'énergie E_1 de l'oscillateur est purement électrique. Calculer sa valeur.
- 4- Montrer qu'à l'instant $t=3T/4$, l'énergie E_2 de l'oscillateur est purement magnétique. Calculer sa valeur, en précisant clairement, sur la courbe de **la page 4** la méthode utilisée
- 5- On refait la même expérience mais avec un autre résistor de résistance R' ($R' \gg R$), on obtient **la courbe (b) sur la figure 4**. Interpréter cette courbe en précisant le nom de ce régime.

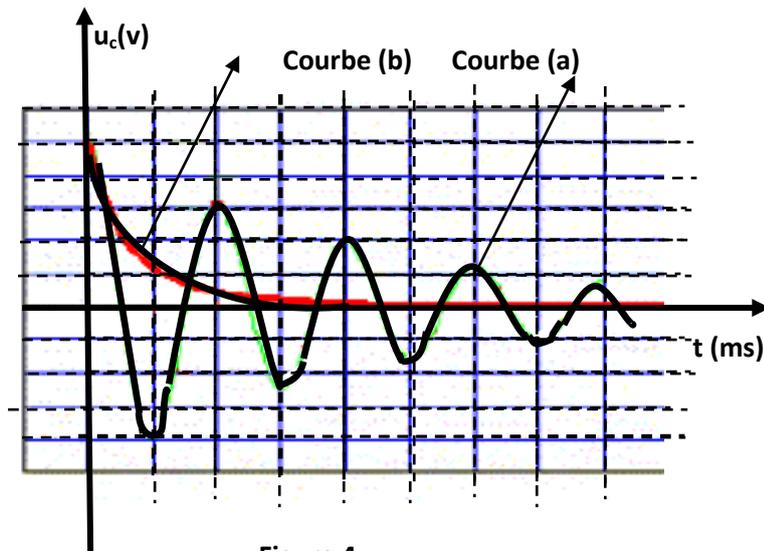


Figure 4

Exercice°4

I/On réalise le circuit suivant comportant :

- un condensateur de capacité $C = 0,1 \mu\text{F}$;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- un générateur qui délivre une tension contenue U_0 et un commutateur (K).

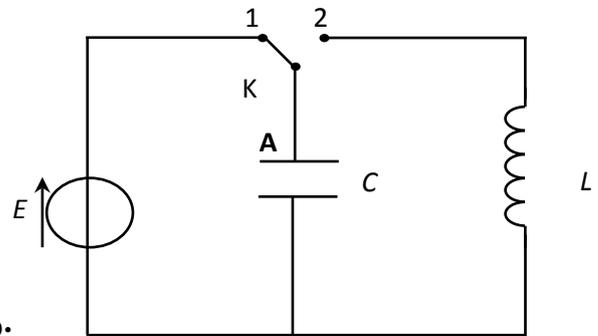


Figure1

1°) Le commutateur étant en **position (1)**, exprimer l'énergie E_0 emmagasinée dans le condensateur en fonction de C et U_0 .

2°) A l' instant de date $t = 0\text{s}$, on bascule (K) en **position (2)**.

Etablir l'équation différentielle en q de l'oscillateur ainsi obtenu.

3°) a- Donner l'expression de l'énergie électrique totale E emmagasinée dans le circuit LC en fonction de q , i , L et C .

b- Montrer que l'énergie E se conserve au cours du temps.

4°) Montrer que l'énergie E_C emmagasinée dans le condensateur s'écrit $E_C = E_0 - \frac{1}{2}Li^2$

5°) Une étude expérimentale permet de tracer la **courbe (1)**.

a- Déterminer à partir de la courbe :

* la valeur de l'inductance L .

* la valeur maximale I_m de l'intensité de courant.

b- Déterminer la période propre T_0 de l'oscillateur.

c- Montrer que $I_m = \sqrt{(C/L) \cdot U_0}$ et en déduire la valeur de U_0 . Avec U_0 la tension avec laquelle condensateur a été chargé.

6°) Déterminer alors l'expression de la charge $q(t)$.

7°) Tracer sur le même graphe la courbe $E = f(i^2)$ et celle de $E_L = g(i^2)$

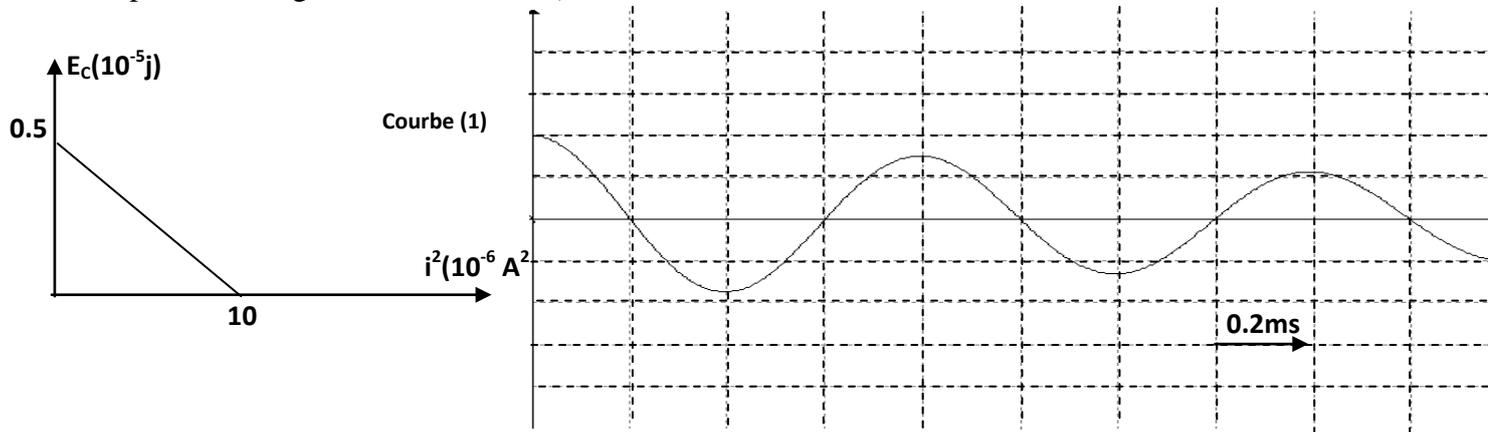
II/on remplace la bobine par une autre d'inductance L' et de résistance r . On charge le condensateur sous la même tension U_0 . A l'instant choisi pour origine des dates, on ferme le commutateur K sur la position 2. Un oscilloscope à mémoire enregistre l'oscillogramme de la tension $u_c(t)$ représentée sur la **courbe (2)**.

1) Comment peut-on qualifier les oscillations observées ?justifier.

2) Déterminer la valeur de la pseudo période T .

3) déduire la valeur de l'inductance L' (on prend $T=T_0$ période propre).

- 4) Déterminer la sensibilité verticale de l'oscilloscope.
- 5) Vérifier que les oscillations électriques ne sont pas sinusoïdales
- 6) a) Montrer que l'énergie électromagnétique E_t du circuit **RLC** série est une fonction décroissante.
- b) À l'instant de date $t = 0,8 \text{ ms}$ calculer :
- l'énergie magnétique E_L emmagasinée dans la bobine.
 - L'énergie électrique E_e emmagasinée dans le condensateur.
 - L'énergie électromagnétique E_t
- c) Calculer la perte d'énergie entre $t=0$ et $t = 0,8 \text{ ms}$.



Exercice°5

On réalise un circuit série formé par :

- * Une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$ et de résistance r négligeable.
- * Un condensateur de capacité C . (voir fig 1)

A la date $t = 0 \text{ s}$, la tension aux bornes du condensateur est : $u_c(0) = U_{\text{cmax}} = 10 \text{ V}$. A l'aide d'un oscilloscope on visualise sur la voie Y la tension $u_c(t)$, on obtient l'oscillogramme de la figure 2.

1°) a- Montrer que le circuit de la figure 1 est le siège d'oscillations libres non amorties.

b- Déterminer graphiquement :

- * La période propre T_0 des oscillations.
- * La sensibilité verticale de la voie Y de l'oscilloscope.

c- Déduire :

- * La valeur de la capacité C du condensateur.
- * La charge maximale Q_m du condensateur.

2°) a- Etablir l'équation différentielle en $q(t)$ du circuit LC où $q(t)$ est la charge du condensateur.

b- Déterminer l'expression de $q(t)$.

c- Déduire l'expression de l'intensité du courant $i(t)$.

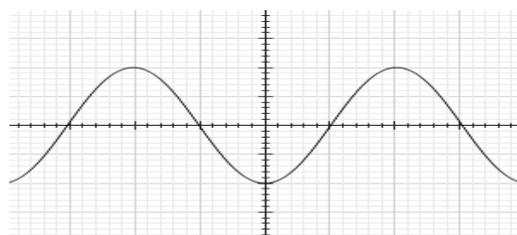
d- Déterminer le déphasage de la charge $q(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$. Conclure.

3°) a- Donner l'expression de l'énergie électrique totale emmagasinée dans l'oscillateur en fonction de C , q , L , et i .

b- Montrer que cette énergie E est constante.

c- Déterminer la valeur de cette énergie.

Sensibilité horizontale 1ms/div



Exercice°6

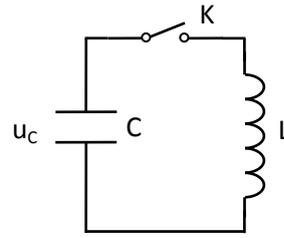
On réalise le montage schématisé ci-contre.

Le condensateur de capacité C est initialement chargé.

La tension à ses bornes est égale à $5,0\text{ V}$.

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 $T_o = 4,0 \times 10^{-3}\text{ s}$.

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 l'allure de la tension observée sur l'écran.

b) On remplace le condensateur par un autre de capacité $C' = 4C$, 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 ?

Exercice°7

Un circuit oscillant comporte un condensateur parfait de capacité $C=1\mu\text{F}$, initialement chargé sous une tension U_0 et une bobine purement inductive d'inductance L . Le circuit est fermé à la date $t=0$.

Un oscilloscope permet d'obtenir la courbe $u_L(t)$; représentant les variations de la tension aux bornes de la bobine, de la figure -1-.

1- Montrer que les oscillations sont sinusoïdales.

2- a- Montrer que l'équation différentielle (1) qui régit $u_L(t)$ s'écrit : $\frac{d u_L(t)}{dt} + \frac{1}{LC} u_L(t) = 0$

b- Vérifier que $u_L(t) = U_{L\max} \sin(\omega_0 t + \varphi_L)$, est une solution de l'équation différentielle (1).

c- Donner l'expression de $u_L(t)$, en précisant les valeurs de $U_{L\max}$, ω_0 et φ_L .

d- déduire les expressions numériques de $u_c(t)$, $q(t)$ et $i(t)$, en précisant ses valeurs maximales et ses phases initiales.

e- représenter sur la figure -1-, la courbe $u_c(t)$.

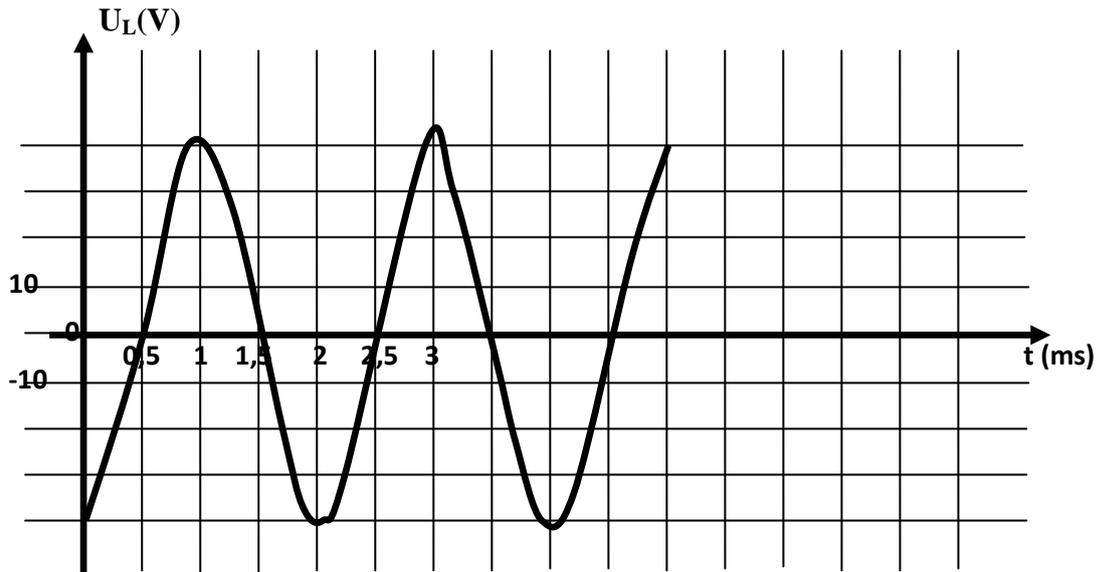
3- a- Rappeler l'expression de l'énergie totale E_{em} du système en fonction de $C, L, u_c(t)$ et $i(t)$.

b- Déduire que le système est conservatif en précisant la valeur de l'énergie totale E_{em} en fonction de C et U_0 .

c- Montrer que i et u_c vérifient la relation suivante $i^2 = \frac{C}{L} (U_0^2 - u_c^2)$.

d- Calculer l'énergie emmagasinée dans le condensateur E_c à $t=0,75\text{ms}$ en déduire la valeur de l'énergie emmagasinée dans la bobine E_m .

e- Pour quelle(s) valeur(s) de l'intensité du courant i , la moitié de l'énergie totale du circuit est-elle emmagasinée dans la bobine ?



Exercice°8

Au cours d'une expérience on réalise un montage électrique (M) permettant de charger un condensateur par une tension continue, à travers une résistance R ; et de le décharger dans un dipôle RL formé par une bobine, montée en série avec un résistor de résistance R_0 . La liste du matériel disponible est :

- * deux résistors R et R_0 variable. * un générateur de tension G , de f.é.m. E .
- * une bobine de résistance r et d'inductance L . * un condensateur de capacité $C=4\mu F$
- * un commutateur K à double position.

1- La figure 2 représente le schéma électrique incomplet du montage (M). Compléter le schéma de la figure correspond au montage (M).

2- On charge le condensateur par le générateur (G). A $t = 0$, on connecte le condensateur au dipôle RL . Ainsi un courant électrique d'intensité i circule dans circuit.

Les variations au cours du temps de la tension $u_C(t)$ et $u_{R_0}(t)$ respectivement aux bornes du condensateur et aux bornes du résistor $R_0=100\Omega$ sont représentées par le graphe de la figure 3.

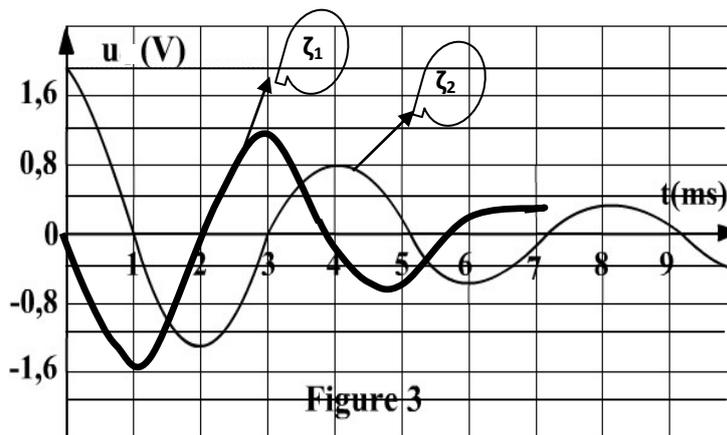


Figure 3

- a- Identifier la courbe qui traduit l'évolution de $u_C(t)$.
 - b- Préciser en justifiant la nature et le régime des oscillations électriques de la tension $u_C(t)$.
 - c- Quelle est la f.é.m. E du générateur ?
- 3- a- Montrer que l'équation différentielle régissant les oscillations électriques de la tension en fonction de $u_C(t)$ s'écrit sous la forme ci-contre : $d^2u_C(t)/dt^2 + 1/\zeta \cdot du_C(t)/dt + \omega_0^2 \cdot u_C(t) = 0$, en précisant les expressions de ω_0 et ζ .

- b- Déduire le facteur responsable de l'amortissement de la tension $u_C(t)$.
 c- Déterminer la valeur du pseudo période T des oscillations de la tension $u_C(t)$.
 d- Déduire la valeur de l'inductance L . (On prend que $T = T_0$: période propre)
 4- a- Donner la nature de l'énergie totale du système et calculer sa valeur aux instants
 * $t_1 = 1\text{ms}$. * $t_2 = 4\text{ms}$ * $t_3 = 5,5\text{ms}$

b- Déduire l'énergie perdue par effet joule entre les dates t_1 et t_2 .

5- On refait la même expérience par trois résistors de résistance $R_{01} = 0\Omega$, $R_{02} = 100\Omega$ et $R_{03} = 1\text{K}\Omega$

Sur la figure ci-dessous, on donne la courbe de $u_C(t)$ pour chaque résistor, compléter le tableau en précisant la valeur de chaque résistance et le nom du régime.

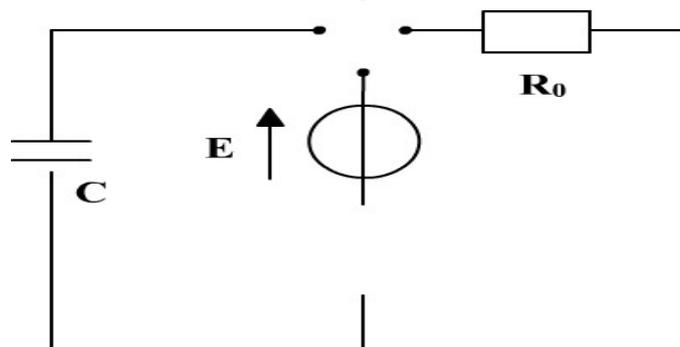
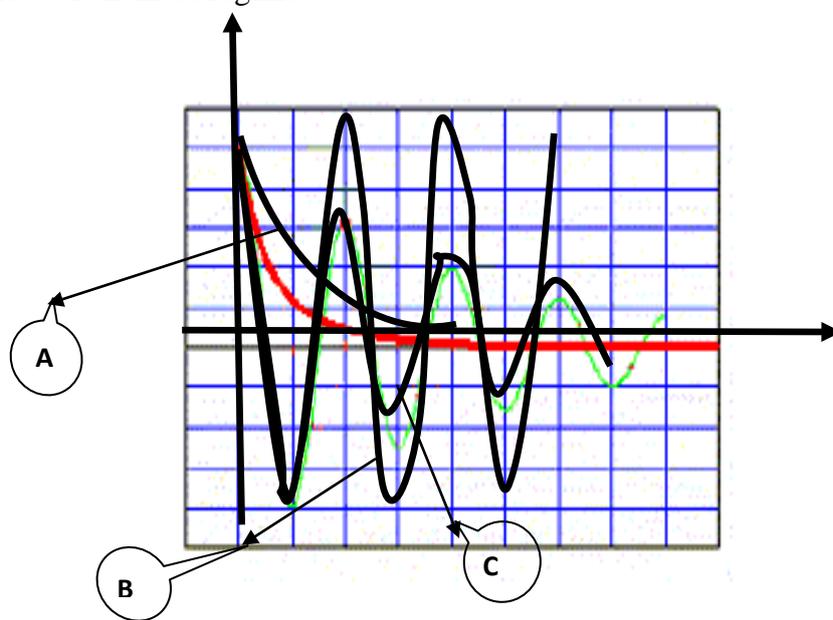


Figure 1

	R_{01}	R_{02}	R_{03}
Courbe (A,B ou C)
Nom du régime (Périodique-apériodique- pseudo-périodique)