

Exercice 1 :

On considère le circuit électrique comportant un générateur de tension continue de f.e.m. $E = 6\text{ V}$, un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, deux conducteurs ohmiques de résistance R et deux interrupteurs K et K' (figure 1).

On utilise un dispositif informatisé d'acquisition de données qui permet de visualiser sur la voie 1 la tension u_1 aux bornes du condensateur en fonction du temps.

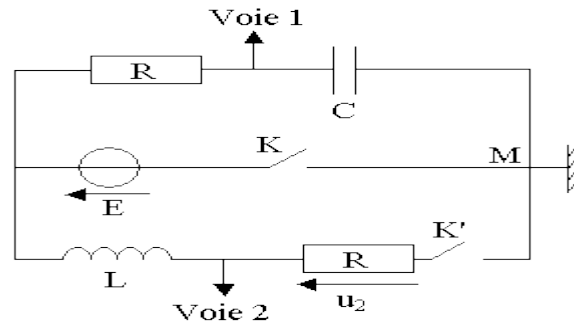


figure 1

A) Première expérience

Dans cette expérience, on ferme K (en maintenant K' ouvert). Le dipôle (R, C) est alors soumis à un échelon de tension de valeur E .

- 1- Quel est le nom du phénomène observé sur la voie 1 à la fermeture de K ?
- 2- Reproduire sur la copie la partie du circuit concernée et indiquer sur ce schéma, juste après la fermeture de l'interrupteur K , le sens du courant, le signe des charges de chacune des armatures du condensateur. Indiquer la flèche-tension u_1 aux bornes du condensateur.
- 3- Sur la voie 1, on obtient la courbe de la figure 2 ci-dessous :

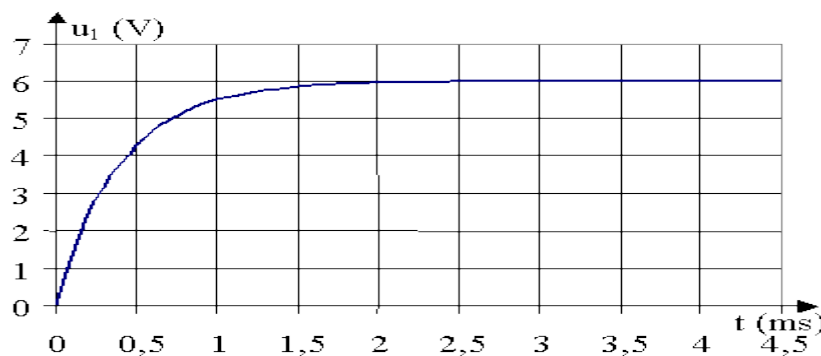


Figure 2

Déterminer graphiquement la constante de temps τ du dipôle (R, C) en expliquant la méthode utilisée. Sachant que $R = 20\ \Omega$, en déduire la valeur de capacité C .

4- L'étude théorique du dipôle (R, C) conduit à l'équation différentielle : $\tau \cdot du_1/dt + u_1 = E$.

a) Retrouver cette équation différentielle en appliquant la loi d'additivité des tensions.

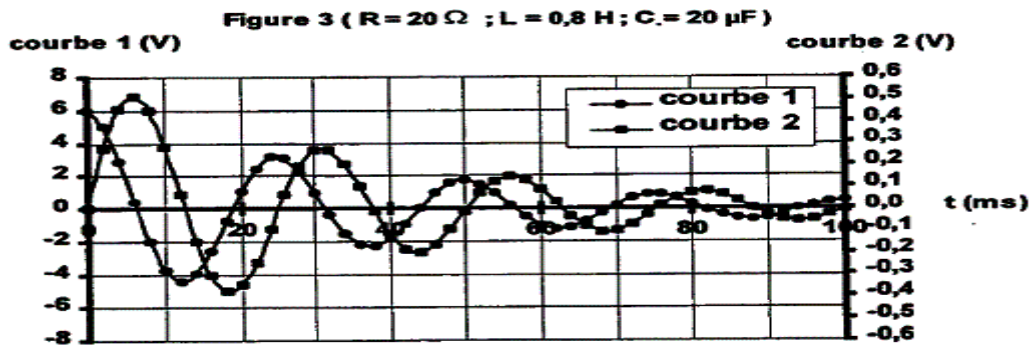
b) Compte tenu des conditions initiales, la solution de cette équation est de la forme $u_1 = E \cdot (1 - e^{-t/\tau})$

Calculer la valeur de u_1 pour $t = 5\ \tau$. Conclure.

B) Deuxième expérience :

Une fois la première expérience réalisée, on ouvre K puis on ferme K' .

Le circuit est alors le siège d'oscillations électriques. On utilise le même dispositif informatisé d'acquisition de données pour visualiser, sur la voie 1, la tension u_1 aux bornes du condensateur et sur la voie 2, la tension u_2 aux bornes du conducteur ohmique R . L'acquisition est synchronisée avec la fermeture de l'interrupteur. On obtient les courbes de la figure 3 :



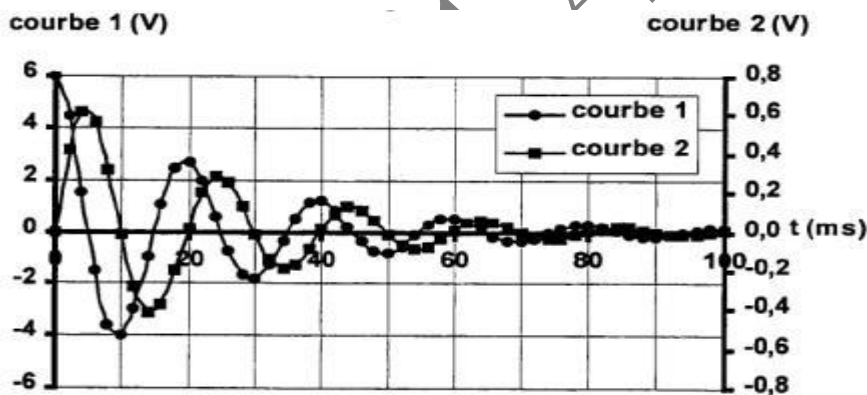
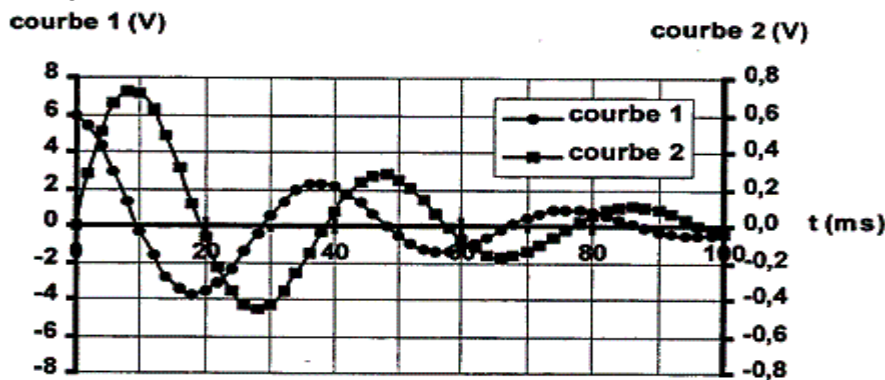
1- Attribuer à chaque courbe de la figure 3 la tension correspondante en justifiant brièvement pour une courbe seulement.
 2- Mesurer la pseudo-période T des oscillations. Calculer la période propre correspondant au cas où les résistances R sont négligeables. Conclure.

3- Influence des paramètres :

On réalise à présent la deuxième expérience en modifiant un seul des paramètres L ou C .

Deux cas sont proposés. Dans l'un, on a diminué la valeur de L , dans l'autre, on a augmenté la valeur de C .

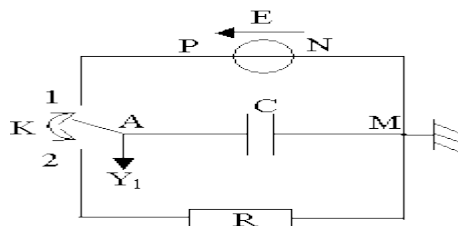
On obtient les figures 4 et 5.



- Attribuer à chaque cas proposé la figure qui lui correspond. Justifier.

Exercice 2 :

I° On réalise le montage suivant comportant :



- un générateur de f.e.m $E = 9\text{V}$ et de résistance interne négligeable,
- un condensateur dont la capacité varie entre 40 et $80 \mu\text{F}$
- un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \Omega$

1- Le condensateur est préalablement déchargé.

Quel est le phénomène physique mis en jeu quand on place l'interrupteur K en position (1) ?

Pourquoi ce phénomène est-il très rapide ?

2- Un ordinateur muni d'une carte d'acquisition permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps de la tension u_{AM} entre les bornes du condensateur. L'acquisition des données commence lorsqu'on bascule l'interrupteur K de la position (1) à la position (2).

La courbe obtenue est fournie ci-après, figure (a) :

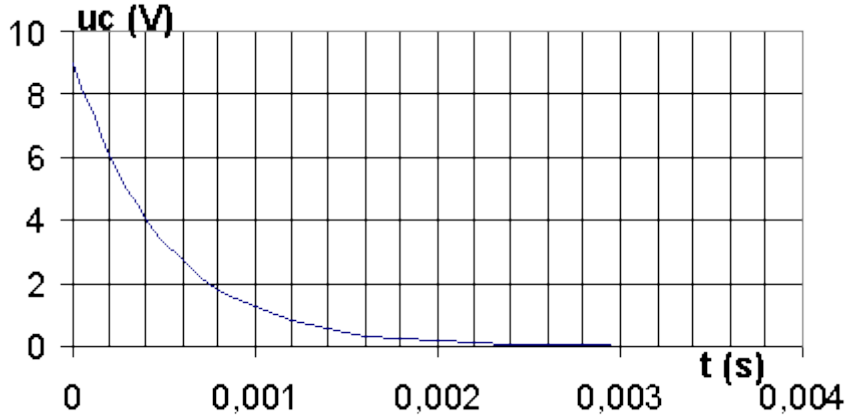


Figure (a)

a) Quel est le phénomène physique mis en évidence ?

b) En utilisant la courbe donnée figure a ci-dessus, déterminer une valeur approchée de la capacité du condensateur.

c) On reprend la même expérience avec un condensateur de capacité 2 fois plus grande. Donner sur la figure a l'allure de la courbe obtenue. Justifier brièvement.

II°) On réalise le montage suivant comportant :

un générateur de f.e.m $E = 9V$ et de résistance interne négligeable,

un condensateur dont la capacité varie entre 40 et 80 mF,

une bobine d'inductance $L = 1 H$ et de résistance $r = 10 \Omega$,

un conducteur ohmique de résistance $R' = 5 \Omega$.

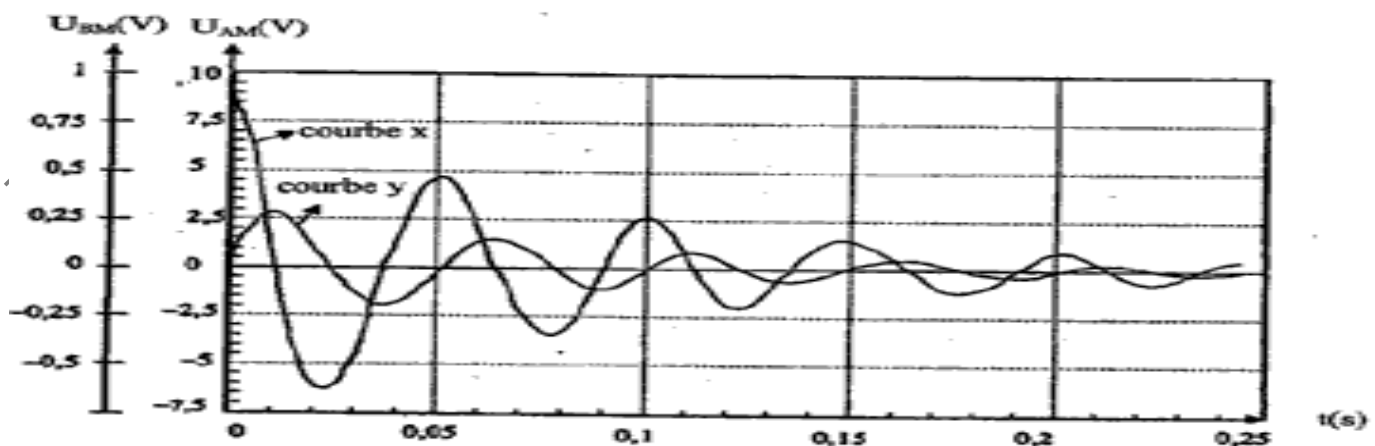
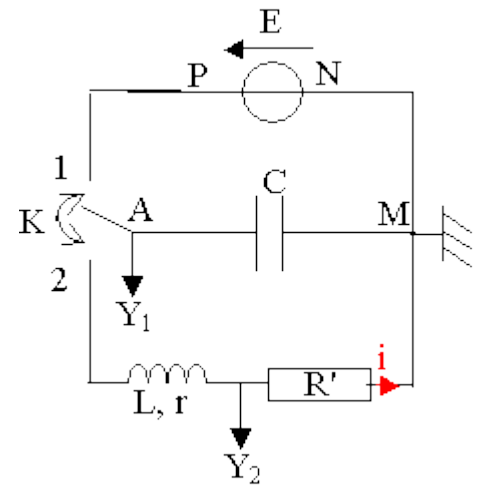
L'interrupteur K est placé en position (1) puis basculé en position (2), l'acquisition des données commençant toujours au moment de ce basculement.

1- a) Quelles sont les grandeurs visualisées en voies Y_1 et Y_2 ?

b) L'une de ces grandeurs permet de connaître les variations de l'intensité i du courant. Laquelle ? Justifier la réponse.

2- Les grandeurs visualisées en voies Y_1 et Y_2 sont représentées sur la figure

(b) ci-dessous :



a) Associer les courbes x et y aux voies Y_1 et Y_2 .

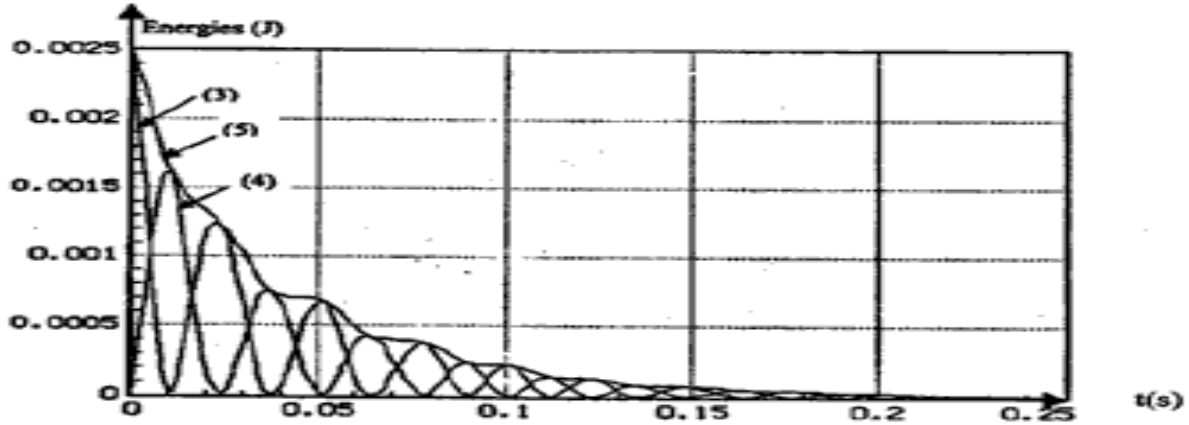
b) Quel est le phénomène observé ?

Pourquoi ne se produit-il pas dans l'expérience de la partie I ?



3- La figure(c) donnée ci-dessous, représente les variations au cours du temps de l'énergie E_c emmagasinée par le condensateur, de l'énergie E_L emmagasinée par la bobine et leur somme $E = E_c + E_L$.

- Donner les expressions littérales des énergies E_c et E_L .
- Identifier les 3 courbes de la figure (c) en justifiant la réponse.
- En comparant les courbes (3) et (4) donner une interprétation du phénomène étudié.
- Interpréter qualitativement l'évolution de l'énergie représentée par la courbe (5). Evaluer l'énergie dissipée pendant les 60 premières millisecondes.



Exercice3:

Soit un circuit oscillant formé d'un condensateur de capacité $C = 20 \mu\text{F}$ et d'une bobine d'inductance L et de résistance interne R . Le condensateur est initialement chargé sous une tension $U = 12\text{V}$. On enregistre sur l'oscilloscope la tension u_c aux bornes du condensateur, on obtient la courbe suivante :

- Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_c(t)$.
- Calculer l'inductance L de la bobine en assimilant la pseudo-période T à la période propre T_0 .
- Quelle est la charge du condensateur aux instants t_1 et t_2 . Calculer la perte d'énergies en ces deux instants.
- On introduit dans le circuit un autre résistor de résistance variable, pour quatre valeurs tel que $R_1 < R_2 < R_3 < R_4$, on obtient les courbes suivantes.

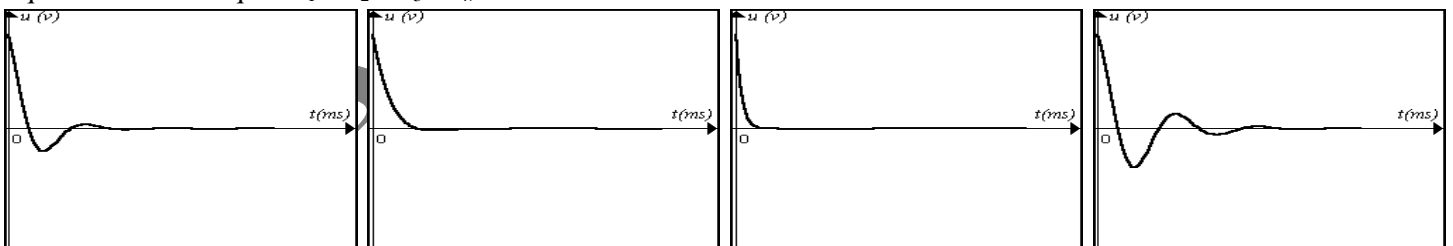
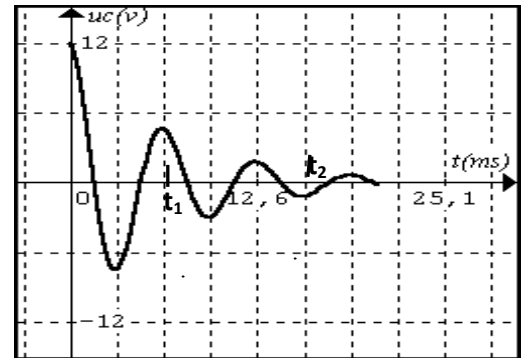


figure-a-

figure-b-

figure-c-

figure-d-

- Nommer les régimes associés aux courbes puis donner un tableau de correspondance entre les résistances et les figures.
- Que peut-on obtenir comme régime pour les deux valeurs suivantes R_5 et R_6 tel que $R_5 \lesssim R_3 \lesssim R_6$, représenter les courbes associées à leurs valeurs sur la même figure correspondante à R_3 .

Exercice4 :

La charge du condensateur d'un circuit RLC non amortie est $q(t) = Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$, l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit est :

$$i(t) = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi), \quad \text{avec} \quad I_m = \omega_0 Q_m$$



- 1- Montrer que l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur varie sinusoidalement au cours du temps avec une période T_e que l'on exprimera en fonction de T_0
- 2- Montrer que l'énergie magnétique localisée dans la bobine inductive varie sinusoidalement au cours du temps avec une période T_e que l'on exprimera en fonction de T_0
- On rappelle que :

$$\sin^2 x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x)$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{2}(1 + \cos 2x)$$

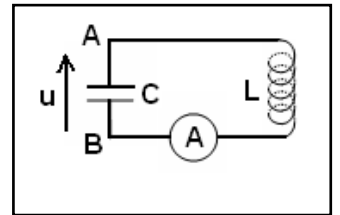
- 3- Vérifier que l'énergie totale de l'oscillateur est constante
- 4- Représenter les courbes: $E_C = f(t)$, $E_L = g(t)$ et $E = h(t)$. On prend : $\varphi = \Pi$

Exercice5 :

Un condensateur chargé est branché en série avec une bobine de résistance négligeable et un ampèremètre sans résistance.

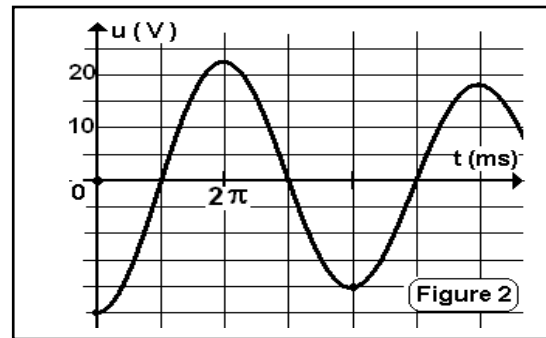
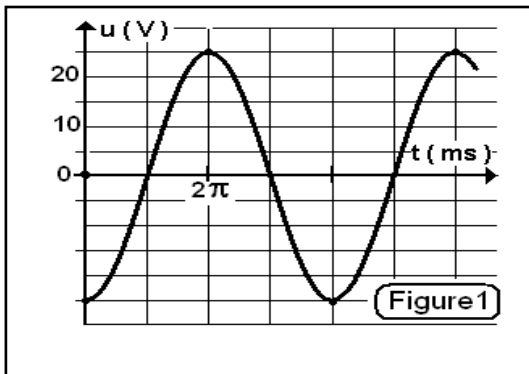
- 1- Montrer que la charge q de l'armature A est une fonction sinusoidale du temps.

- 2- On observe sur l'oscilloscope la tension $u(t)$ (**figure 1**)



- a) Calculer la pulsation et la fréquence propres du circuit.
- b) Déterminer, à partir du graphique, l'expression $u(t)$.
- c) Calculer Q_m sachant que l'ampèremètre indique $I = 70,7$ mA.
- d) Déduire les valeurs de la capacité C et de l'inductance L .
- 3- a) Montrer que l'énergie emmagasinée dans le circuit se conserve. Calculer sa valeur.
- b) Pour quelles valeurs de u , a-t-on la moitié de cette énergie dans la bobine.
- 4) On remplace l'ampèremètre par un résistor de résistance R . On charge le condensateur et on ferme le circuit à $t = 0$. La courbe $u(t)$ observée est donnée par la figure 2.

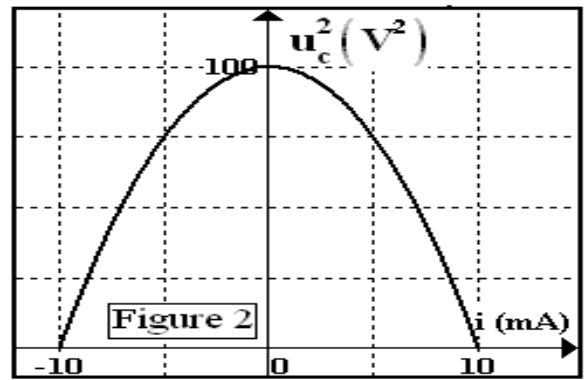
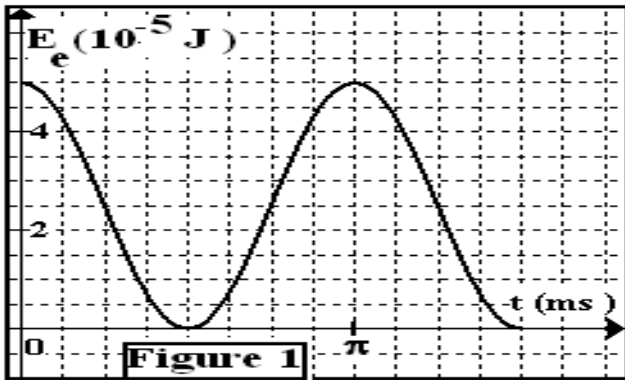
- a) Etablir l'équation différentielle de l'oscillateur avec la variable u .
- b) Montrer que le circuit va perdre continuellement de l'énergie.
- c) Calculer la perte d'énergie pendant la première pseudo-période.



Exercice6 :

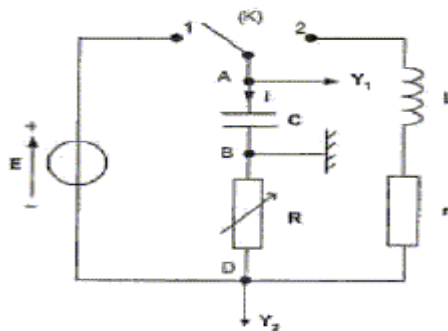
On considère un circuit formé par une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, et d'un condensateur de capacité C initialement chargé ($q = Q_{\max}$).

- 1) a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur.
- b- Déduire la nature des oscillations du circuit.
- 2) Exprimer l'énergie électromagnétique E du circuit en fonction de u_c et i , déduire l'expression de u_c^2 en fonction de i .
- 3) On donne les courbes : $E_e = f(t)$ (E_e : énergie électrostatique dans le condensateur) et $u_c^2 = f(i)$. (voir page-6)



- a- Donner la relation entre la période T de E_c et la période propre T_0 de l'oscillateur
- b- Déterminer à partir de la courbe de la figure 1 : la pulsation propre ω_0 et de la courbe de la figure 2 : U_{cmax} et I_{max} .
- c- Déduire les valeurs de : La capacité C du condensateur et l'inductance L de la bobine.
- 4) Déterminer les expressions de $u_c(t)$ et $i(t)$ et les représenter dans le même repère.
- 5) On ajoute au circuit précédant en série un résistor de résistance R réglable.
- On varie R et on observe à l'oscilloscope les variations de $u_c(t)$, on constate que pour $R=R_0$ la courbe présente 3,25 oscillations puis u_c s'annule.
- a- Représenter l'allure de $u_c(t)$. Nommer ce régime et donner sa définition.
- b- Donner l'équation différentielle vérifiée par la charge q .
- c- Montrer que l'énergie décroît au cours du temps.
- d- Calculer la variation de l'énergie entre $t=0$ et $t_1=3T$ sachant qu'à $t=0$, $u_c=U_{cmax}$ et pour $t_1=3T$, $U_{cmax1}=0,5V$
- e- Pour $R=R_1$, $u_c(t)$ passe de U_{cmax} à 0 sans qu'elle change de signe, comparer R_0 et R_1 . Donner le nom de ce régime.

Exercice7 :



Ce circuit est constitué des éléments suivants : - un générateur délivrant une tension continue constante de valeur $E = 4,0 \text{ V}$; - une résistance R réglable ; - un condensateur de capacité $C = 2,0 \mu\text{F}$; - une bobine d'inductance L et de résistance r . Un commutateur (K) permet de relier le dipôle (RC) soit au générateur, soit à la bobine.

L'entrée Y_1 d'une interface, reliée à un ordinateur, est connectée à la borne A ; l'autre entrée Y_2 est connectée à la borne D. La masse de l'interface est connectée à la borne B. Les entrées Y_1 , Y_2 et la masse de l'interface sont équivalentes respectivement aux entrées Y_1 , Y_2 et à la masse d'un oscilloscope.

I- Étude énergétique du condensateur :

Au cours de cette question, on étudie la charge du condensateur. À l'instant de date $t = 0 \text{ s}$, le condensateur est déchargé et on bascule le commutateur en position.

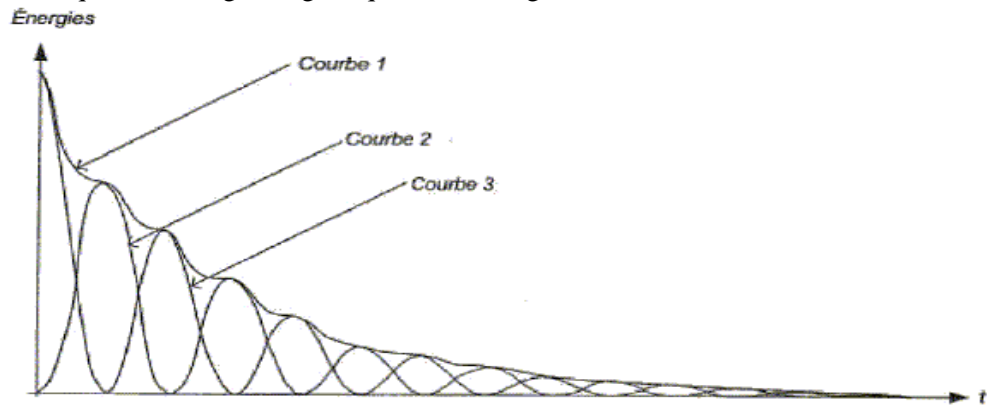
- Représenter, sur la figure, par des flèches : la tension $u_{DB}(t)$ aux bornes de la résistance et la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur.
- Donner, en le justifiant, le signe de la charge q portée par l'armature A du condensateur au cours de sa charge et la relation existant entre la charge q et la tension U_{AB} .
- En tenant compte de l'orientation du circuit, donner la relation vérifiée à chaque instant par l'intensité $i(t)$ du courant et la charge $q(t)$.
- A partir des expressions des tensions aux bornes des trois dipôles, établir l'équation différentielle vérifiée par $u_{AB}(t)$.
 - Vérifier que l'expression suivante de $u_{AB}(t)$ est solution de cette équation différentielle : $u_{AB}(t) = E(1 - \exp(-t/(RC)))$

- 5- a- Donner en fonction de $u_{AB}(t)$ l'expression littérale de l'énergie électrique E_c emmagasinée par le condensateur.
 b- En déduire l'expression littérale $E_{c,max}$ de sa valeur maximale et calculer sa valeur.

II- Étude énergétique du circuit RLC :

Une fois le condensateur chargé, l'élève bascule rapidement le commutateur (K) de la position 1 à la position 2 : il prend l'instant du basculement comme nouvelle origine des dates. Le condensateur se décharge alors dans la bobine. L'acquisition informatisée des tensions permet de visualiser l'évolution des tensions $u_{AB}(t)$ et $u_{DB}(t)$ en fonction du temps. Après transfert des données vers un tableur-grapheur, l'élève souhaite étudier l'évolution des différentes énergies au cours du temps.

- 1- Exprimer littéralement, en fonction de $i(t)$, l'énergie magnétique E_L emmagasinée dans la bobine.
- 2- a- À partir de l'une des tensions enregistrées $u_{AB}(t)$ et $u_{DB}(t)$, donner l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$.
 b- En déduire l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine en fonction de l'une des tensions enregistrées.
 c- En déduire l'expression de l'énergie totale E_T du circuit en fonction des tensions $u_{AB}(t)$ et $u_{DB}(t)$.
- 3- À partir du tableur-grapheur, l'élève obtient le graphe ci-dessous (figure 2) qui montre l'évolution, en fonction du temps, des trois énergies : E_c énergie électrique, E_L , énergie magnétique et E_T énergie totale.



Identifier chaque courbe en justifiant. Quel phénomène explique la décroissance de la courbe 1 ?

III- Entretien des oscillations :

Pour entretenir les oscillations, on ajoute en série dans le circuit précédent un dispositif assurant cette fonction. On refait alors une acquisition informatisée.

- 1- Tracer sur la figure ci-dessous, les deux courbes manquantes. Préciser ce que chacune des trois courbes représente.
- 2- Pourquoi un tel régime est-il qualifié d'entretenu ?



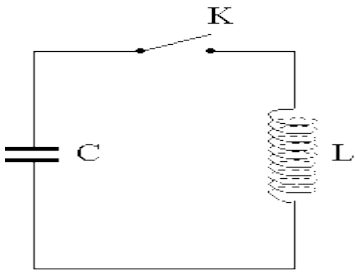
Exercice8 :

- A) 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.

- 1- Compléter le schéma du montage (figure 1) 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. Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :
 sensibilité verticale : 2 V / div ;
 base de temps : $0,5 \text{ ms / div}$.

- 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 t du dipôle (R, C). Montrer que t a la dimension d'un temps.
- d) Déterminer à l'aide de l'oscillogramme de la figure 2 la valeur de t en expliquant la méthode utilisée.



B) On réalise maintenant le montage schématisé ci-contre. Le condensateur de capacité C est initialement chargé.

La tension à ses bornes est égale à 5,0V. La bobine d'inductance L a une résistance négligeable. Ainsi on considère que la résistance totale du circuit est négligeable.

1- Etablir 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 $T_0 = 2 \pi \sqrt{L.C.}$

Pour le dipôle étudié, la valeur calculée est $T_0 = 4,0 \times 10^{-3}$ 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, 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_0' en fonction uniquement de T_0 .
- 3-
- a) Donner les expressions des énergies emmagasinées par le condensateur et par la bobine.
 - b) Laquelle de ces deux énergies est nulle à $t = 0$? Justifier.
 - c) A quelle date, l'autre énergie sera-t-elle nulle pour la première fois?
- 4- 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 ?

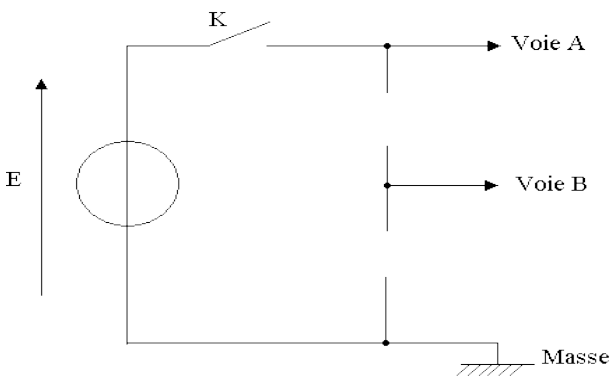


Figure-1

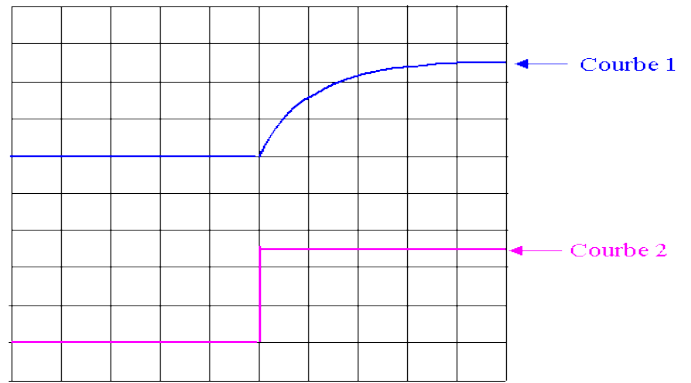


Figure-2

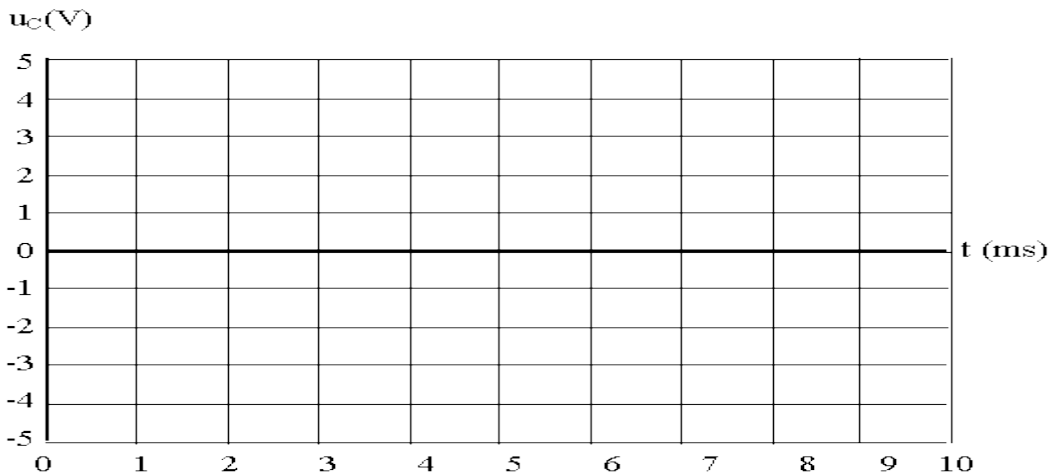


Figure 3