Les oscillations libres dans un circuit RLC série

Exercice 1 : Détermination du coefficient d'inductance de la bobine :

On étudie la décharge d'un condensateur de capacité $C = 10\mu F$ à travers une bobine d'inductance L et de résistance interne r.

Le condensateur initialement non chargé, on bascule l'interrupteur K (figure 1) vers la position ❶ jusqu'a ce que le condensateur ainsi chargé, on bascule, à un instant considéré comme une nouvelle origine des dates (t = 0), l'interrupteur K (figure 1) vers la position ❷, et on visualise de la même façon l'évolution au cour du temps de la tension uC aux bornes du condensateur. On obtient le graphe modélisé par la figure 2.

1. Etablir l'équation différentielle traduisant l'évolution de la tension u_C.
2. Exprimer l'énergie totale E_T du circuit en fonction de : L, C, u_C et $\dfrac{du_C}{dt}$.
3. En utilisant l'équation différentielle, montrer que : $\dfrac{dE_T}{dt} = -r.i^2$
   Où i est l'intensité du courant traversant le circuit à l'instant t et r la résistance de la bobine.
4. On considérant que la valeur de la pseudo-période est égale à celle de la période propre, calculer la valeur de L.

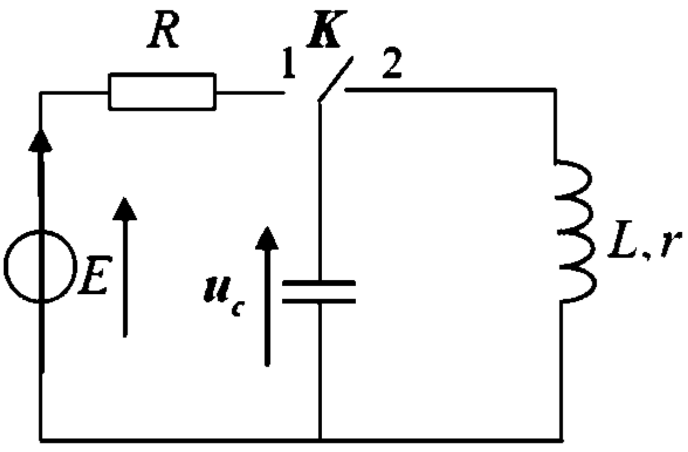


figure 1

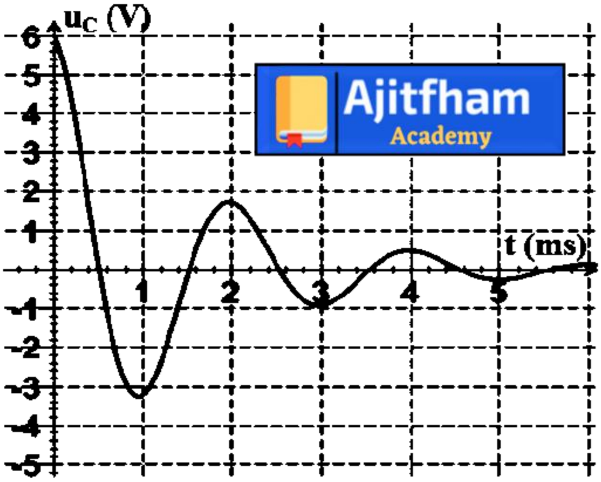


Figure 2

Exercice 2 : Oscillations libres dans un circuit RLC série

On réalise le circuit représenté sur la figure 1 et contenant :

— (B) :Bobine de coefficient d'inductance L = 444mH et de résistance $r = 22,2\Omega$;

— (C) :Condensateur de capacité C ;

— (D) :Résistor de résistance R ajustable ;

— (G) :Générateur de basses fréquences (GBF) ;

— (K) :Interrupteur à deux positions (1) et (2).

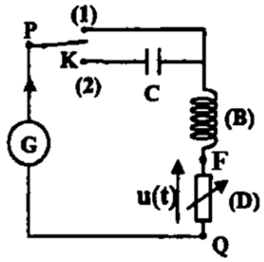
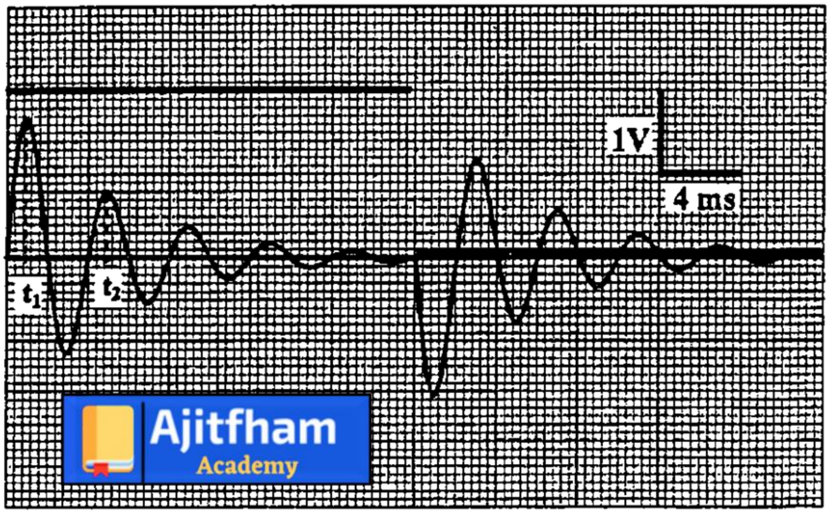


fig 1

On fixe la valeur de la résistance du résistor sur la valeur $R = 20\Omega$,
On bascule l'interrupteur (K) vers la position (2), à un instant choisi comme nouvelle origine des dates t = 0.
On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les graphes représentés sur le document de la figure 4.



Ces graphes traduisent les variations de :

— La tension u aux bornes du résistor (D) sur la voie Y1 ;

— La tension aux bornes du générateur (G) sur la voie Y2.

1. Trouver, à l'aide de l'oscillogramme, la valeur de la capacité C du condensateur (C), en assimilant la valeur de la pseudo-période de l'oscillateur à la valeur de sa période propre.
2. Calculer la variation ΔE de l'énergie du circuit entre les instant :$t_1 = \dfrac{T}{4}$ et $t_2 = \dfrac{5T}{4}$.

Exercice 3 : Etude de l'échange d'énergie entre le condensateur et la bobine

On réalise le montage représenté dans la figure(4) qui est composée par :
- Une bobine d'inductance L et de résistance r .
- Un condensateur de capacité $C = 20\mu F$ chargé sous la tension $U_0 = 6,0V$.
- Un générateur G qui compense exactement l'énergie dissipée par effet Joule.
Lorsqu'on ferme l'interrupteur K, il passe dans le circuit un courant d'intensité $i(t) = I_m.cos\left(\dfrac{2.\pi}{T_0}.t\right)$ dont T_0 est la période propre du circuit (LC) : $T_0 = 2.\pi.\sqrt{LC}$.

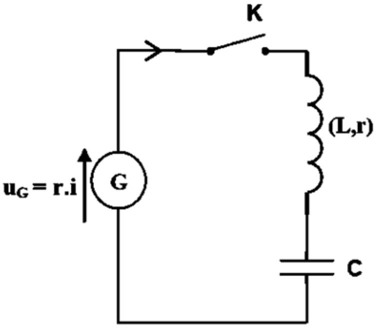


Figure 1

1. Montrer que l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant t peut s'écrire sous la forme : $E_e\dfrac{1}{2}.L.I_m^2.sin^2\left(\dfrac{2.\pi}{T_0}.t\right)$
2. Montrer que l'énergie totale E du circuit (LC) se conserve au cours des oscillations. Calculer sa valeur

Exercice 4 : Etude d'un oscillateur électrique libre

On charge un condensateur de capacité $C = 10\mu F$ sous une tension continue U = 6V. On le branche aux bornes d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, figure (1).
On ferme l'interrupteur K à l'instant t = 0 .

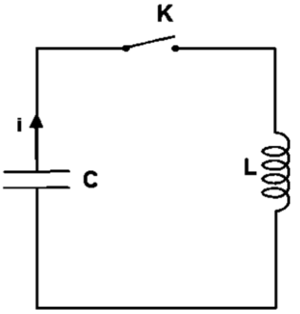


Figure 1

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur .
2. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme : $q(t) = Q_m.cos\left(\frac{2.\pi}{T_0}.t\right)$, dont T_0 est la période propre de l'oscillateur (LC).
   Calculer Q_m et trouver l'expression de T_0 en fonction des paramètres du circuit.
3. (a) Monter que le rapport de l'énergie électrique Ee emmagasinée dans le condensateur et l'énergie totale E du circuit s'écrit à un instant t sous la forme : $\frac{E_e}{E} = cos^2\left(\frac{2.\pi}{T_0}.t\right)$.
   (b) Compéter le tableau suivant, après l'avoir copié sur votre copie ,en calculant le rapport $\frac{E_e}{E}$.

L'instant t	0	$\frac{T_0}{8}$	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{3.T_0}{8}$	$\frac{T_0}{2}$
Le rapport $\frac{E_e}{E}$					

Déduire la période T de l'échange d'énergie entre le condensateur et la bobine en fonction de T_0.

Exercice 5 : Echange d'énergie entre une bobine et un condensateur

1. Oscillations électriques dans le cas où la bobine a une résistance négligeable .
On considère le montage de la figure 1 qui comprend :

- Un générateur idéal de tension qui donne une tension U_0 ;
- Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- Un condensateur de capacité $C = 8,0 \times 10^{-9}F$;
- Un interrupteur K .

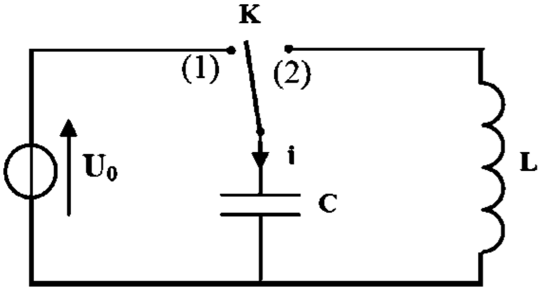


figure 1

On charge le condensateur sous la tension U_0 en plaçant l'interrupteur dans la position (1).

Lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule l'interrupteur dans la position (2) à l'instant t=0, il passe alors dans le circuit un courant d'intensité i.

A l'aide d'un dispositif approprié , on visualise la courbe représentant les variations de l'intensité i en fonction du temps (figure2)et la courbe représentant les variations de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine en fonction du temps (figure 3).

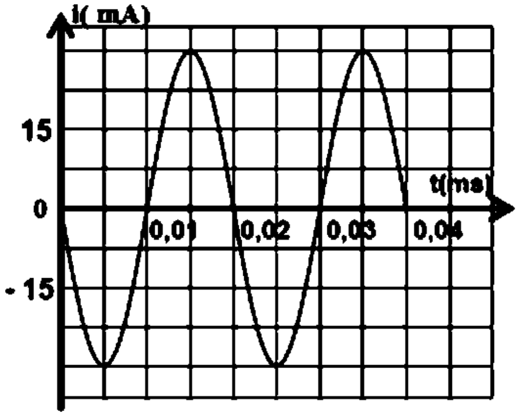


Figure 2

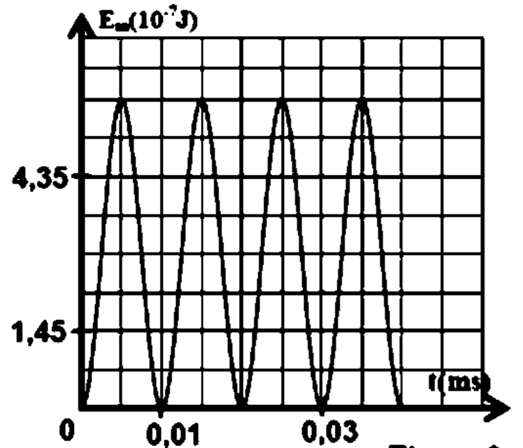


Figure 3

1.1. Trouver l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i du courant.

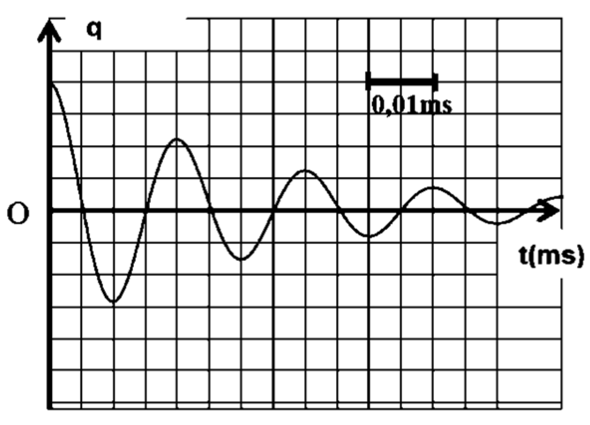
1.2. A l'aide des figures (2) et (3) :

a. Déterminer la valeur de l'énergie totale E_T du circuit LC et en déduire la valeur de la tension U_0.

b. Déterminer la valeur de L.

2. Les oscillations électriques dans le cas où la bobine a une résistance non négligeable

On répète l'expérience en utilisant le montage représenté dans la figure 1 en remplaçant la bobine précédente par une autre bobine ayant la même inductance L, mais sa résistance r n'est pas négligeable.
Après avoir chargé complètement le condensateur, on bascule l'interrupteur dans la position (2).
La figure 5 représente l'évolution de la charge q du condensateur en fonction du temps.



2.1. Choisir la ou les réponses justes :

L'énergie emmagasinée dans la bobine est :

a) maximale à l'instant $t_1 = 5 \times 10^{-3} ms$.
b) minimale à l'instant $t_1 = 5 \times 10^{-3} ms$.
c) maximale à l'instant $t_2 = 10^{-2} ms$.
d) minimale à l'instant $t_2 = 10^{-2} ms$.

2.2. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la charge du condensateur s'écrit sous la forme : $\dfrac{d^2q}{dt^2} + 2\lambda\dfrac{dq}{dt} + \dfrac{4.\pi^2}{T_0^2} = 0$

avec T_0 la période propre du circuit et $\lambda = \dfrac{r}{2L}$.

2.3. sachant que l'expression de la pseudo période T des oscillations est $T = \dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{T_0^2} - \dfrac{\lambda}{4.\pi^2}}}$;

trouver la condition que doit vérifier r par rapport à $\dfrac{L}{C}$ pour que $T \approx T_0$.

Exercice 5 : Les oscillateurs électriques

L'objectif de cet exercice est d'étudier les oscillations électriques libres dans un circuit RLC et leur

On réalise le montage électrique représenté dans la figure (1) qui comprend :

— Un générateur de force électromotrice E = 6,0 V et de résistance interne négligeable ;

— Un condensateur (C) de capacité C réglable ;

— Une bobine (B) d'inductance L réglable et de résistance négligeable ;

— Un conducteur ohmique (D) de résistance R réglable ;

— Un interrupteur (K).

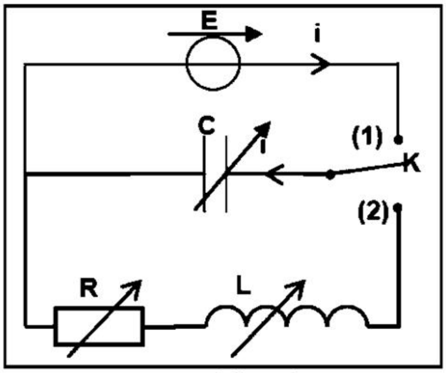


Figure1

1. **étude des oscillations libres amorties dans un circuit RLC.**

Expérience 1 :

On règle la résistance sur la valeur $R = 20\Omega$ et l'inductance sur la valeur L = 1,0H et on règle la capacité du condensateur sur $C = 60\mu F$.

Après avoir chargé complètement le condensateur (C), on bascule l'interrupteur (K) à l'instant t=0 à la position (2).

Un dispositif approprié permet de visualiser l'évolution des tensions uc aux bornes du condensateur (C), u_R aux bornes du conducteur ohmique (D) et u_L aux bornes de la bobine (B). On obtient les courbes (a), (b) et (c) représentées dans la figure(2)

1.1. la courbe (a) représente l'évolution de la tension uc en fonction du temps . quelle est parmi les deux courbes (b) et (c) celle correspondant à la tension u_L ? justifier la réponse.

1.2. A partir des courbes précédentes :

a) Déterminer la valeur de l'intensité de courant passant dans le circuit à l'instant $t_1 = 8,54 \times 10^{-2}s$.

b) Préciser le sens du courant dans le circuit entre les instants t_1 et $t_2 = 10,98 \times 10^{-2}s$.

1.3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur (C) .

1.4. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme

$$q(t) = A.e^{-\frac{R}{2L}.t}.cos\left(\frac{2\pi}{T}.t - 0,077\right)$$

Déterminer la valeur de la constante A en donnant le résultat avec trois chiffres significatifs

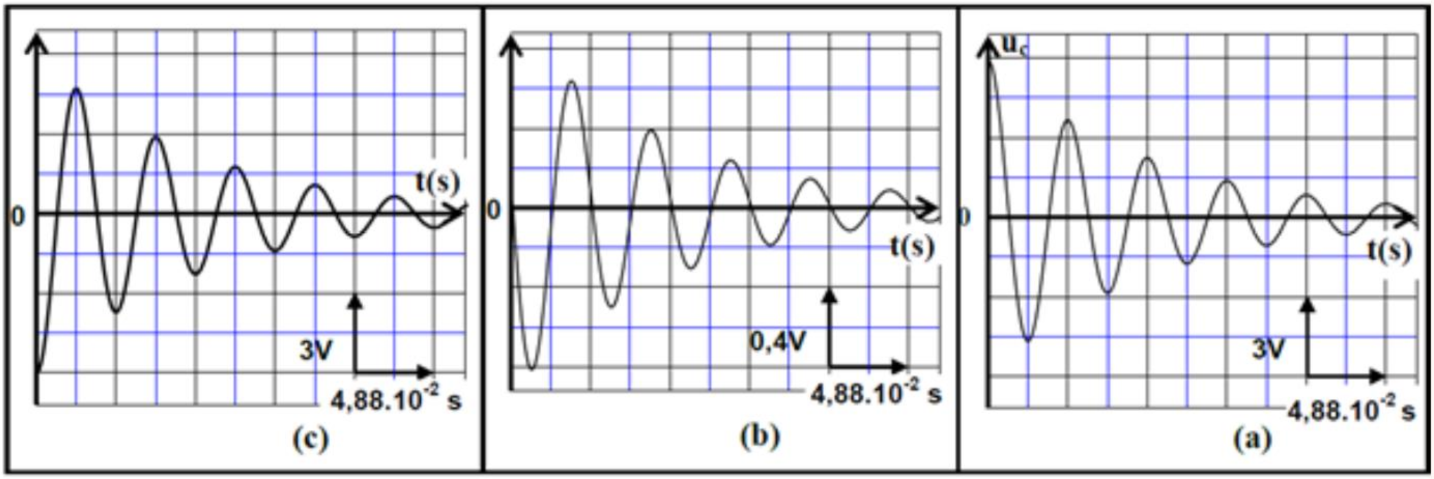


Figure2

2. **L'étude énergétique des oscillations libres dans un circuit LC.**

On utilise le montage représenté dans la figure (1) ,et on règle la résistance R sur la valeur $R = 0\Omega$ et la capacité du condensateur sur la valeur $C = 60\mu F$, dans ce cas l'expression de q(t) s'écrit sous la forme : $q(t) = q_m.cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}.t\right)$

2.1. établir l'expression littérale de l'énergie électrique Ee et celle de l'énergie magnétique E_m en fonction du temps.

2.2. Montrer que l'énergie totale E_T de l'oscillateur se conserve aux cours du temps. Calculer sa valeur.

Exercice 6 : Détermination de l'inductance L' et la résistance r' de la bobine (b')

On réalise le montage représenté sur la figure 3 qui comprend une bobine (b') d'inductance L' et de résistance r', le générateur (G) de force électromotrice E, un condensateur de capacité $C = 20\mu F$, un conducteur ohmique de résistance $R' = 32\Omega$ et un interrupteur K.
Après avoir chargé totalement le condensateur, on bascule l'interrupteur K à la position 2 à l'instant t = 0 et on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les variations de la tension uc aux bornes du condensateur en fonction du temps .On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 4.

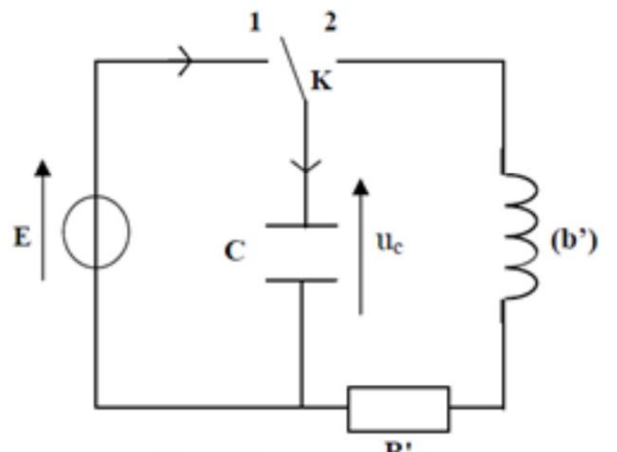


Figure3

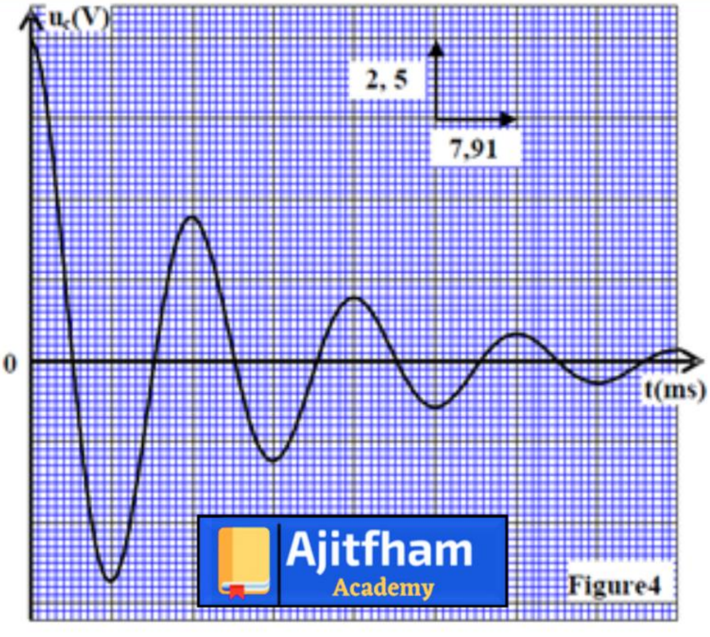


Figure4

1. a. Justifier, du point de vu énergétique, l'allure de la courbe représentée sur la figure 4.

   b. En considérant la pseudo- période étant égale à la période propre de l'oscillateur LC , vérifier que L'= 0,317 H.

2. On exprime la tension $u_C(t)$ par la relation : $u_C(t) = E.e^{-\frac{r'+R'}{2L'}}.cos\left(\frac{2.\pi}{T}.t\right)$. Montrer que $r' \approx 0$.

Exercice 7 : Etude des oscillations électriques libres amorties

Après avoir chargé complètement le condensateur, on bascule l'interrupteur K à l'instant t=0 à la position 2 .(figure 1).

On visualise sur l'écran d'un oscilloscope à mémoire la variation de la tension u_{R2} entre les bornes du conducteur ohmique (D_2) en fonction du temps, on obtient alors la courbe représentée sur la figure 3. La droite T représentée sur le graphe est la tangente à la courbe $u_{R2}(t)$ à la date t=0.

1. Trouver l'équation différentielle que vérifie la tension u_{R2}.
2. Quelle est à t = 0 la valeur de la tension u_L entre les bornes de la bobine ?
3. Déterminer graphiquement la valeur de $\frac{di}{dt}$ à t = 0. Déduire la valeur de l'inductance L.

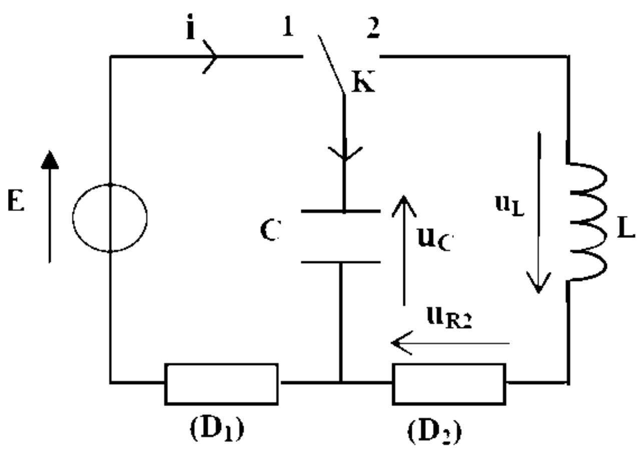


Figure1

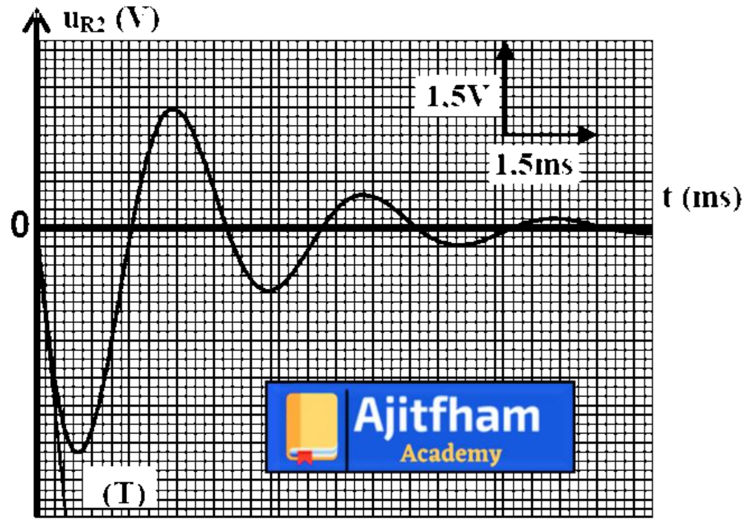


Figure3

Exercice 8 : Oscillations dans un circuit RLC

Ahmed a réalisé au montage représenté dans la figure 1 qui contient

- Un générateur de tension de f.e.m $U_0 = 2,25V$
- Deux conducteurs ohmiques de résistance R variable et R_0
- Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- Un condensateur de capacité C = 0,10F

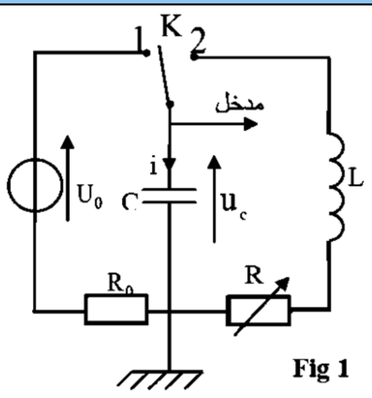


Fig 1

1. A la fin de la charge du condensateur, Ahmed règle la résistance R sur la valeur $R_1 = 0$.
   A l'instant t= 0, il bascule l'interrupteur K à la position (2), Il obtient alors la courbe représentée par la figure 2.

(a) Établir dans ce cas l'équation différentielle vérifiée par tension u_C aux bornes du condensateur.

(b) La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $u_C(t) = U_0.cos\left(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$. Trouver l'expression de T_0 et Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine.

(c) En considérant la conservation de l'énergie, calculer l'intensité maximale du courant dans le circuit.

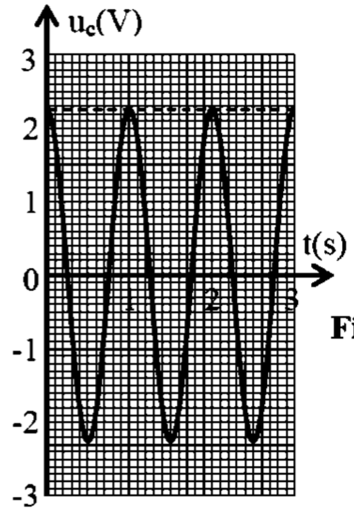


Fig 2

2. Ahmed règle la résistance R sur la valeur $R_2 \neq 0$, Il obtient un régime pseudo-périodique dont la tension u_C vérifie l'équation différentielle :
$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{R_2}{L}.\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{LC}.u_C=0$ Trouver l'expression $\frac{dE_T}{dt}$ en fonction de R_2 et i, E_T représente l'énergie totale du dipôle à l'instant t.

Exercice 9 : Etude du dipôle RLC

On réalise le montage représenté dans la figure 2.
On bascule l'interrupteur K à la position 1, Apres la charge du condensateur, on bascule l'interrupteur à à l'instant t = 0 à la position 2. On visualise à l'aide d'un dispositif approprié l'évolution de la charge du condensateur au cours du temps, On obtient alors la courbe représentée à la figure 3.

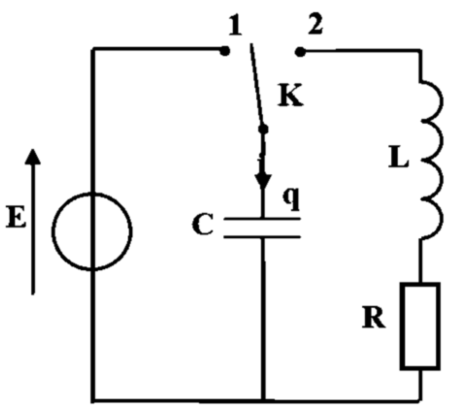


Fig 2

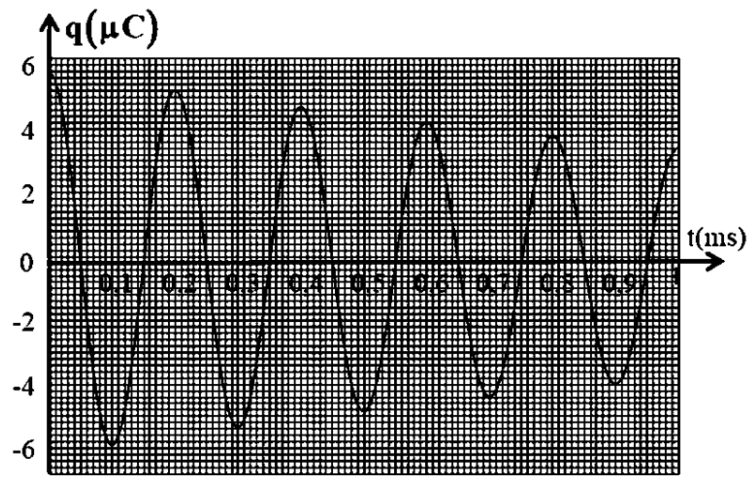


Fig3

1- Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur.

2- Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme :

$$q(t)=q_0.e^{-\frac{t}{2.\lambda}}.cos\left(\frac{2.\pi}{T}.t+\varphi\right)$$

a) Trouver l'expression $\frac{q(t+T)}{q(t)}$ en fonction de la pseudo-période T et la constante λ.

b) Déterminer la valeur de λ.

Exercice 10 : Etude de la décharge du condensateur dans une bobine

L'objectif de cet exercice est de suivre l'évolution de l'intensité du courant électrique au cours de la décharge d'un condensateur à travers une bobine. Pour l'étude de la décharge d'un condensateur de capacité $C = 1\mu F$, on réalise le montage représenté dans la figure 1.
Initialement le condensateur est non chargé.
On bascule l'interrupteur K à la position 1, le condensateur se charge alors à travers un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$ à l'aide d'un générateur électrique parfait de force électromotrice E = 6V .

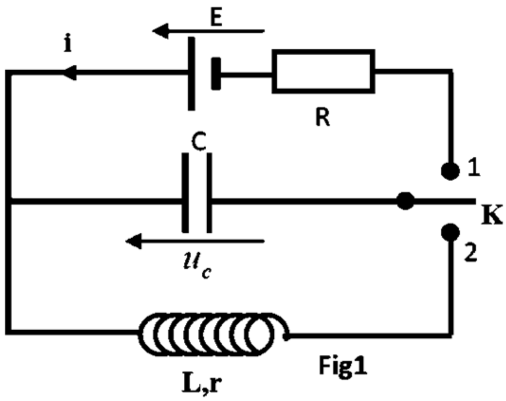


Fig1

Lorsque le régime permanent est atteint, on bascule l'interrupteur à la position 2 à un instant que l'on considère comme nouvelle origine des temps, pour décharger le condensateur dans une bobine de coefficient d'inductance L= 0,2 H et de résistance r.

1. On considère la résistance de la bobine négligeable et on conserve la même orientation précédente du circuit .

1.1. Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant i(t).

1.2. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante :
$i(t) = I_m.cos(2.\pi.N.t + \varphi)$ Ddéterminer la valeur de I_m et celle de φ.

2. A l'aide du système informatique précèdent, on visualise l'évolution de l'intensité i(t) dans le circuit en fonction du temps t , on obtient l'oscillogramme représenté dans la figure 3 .

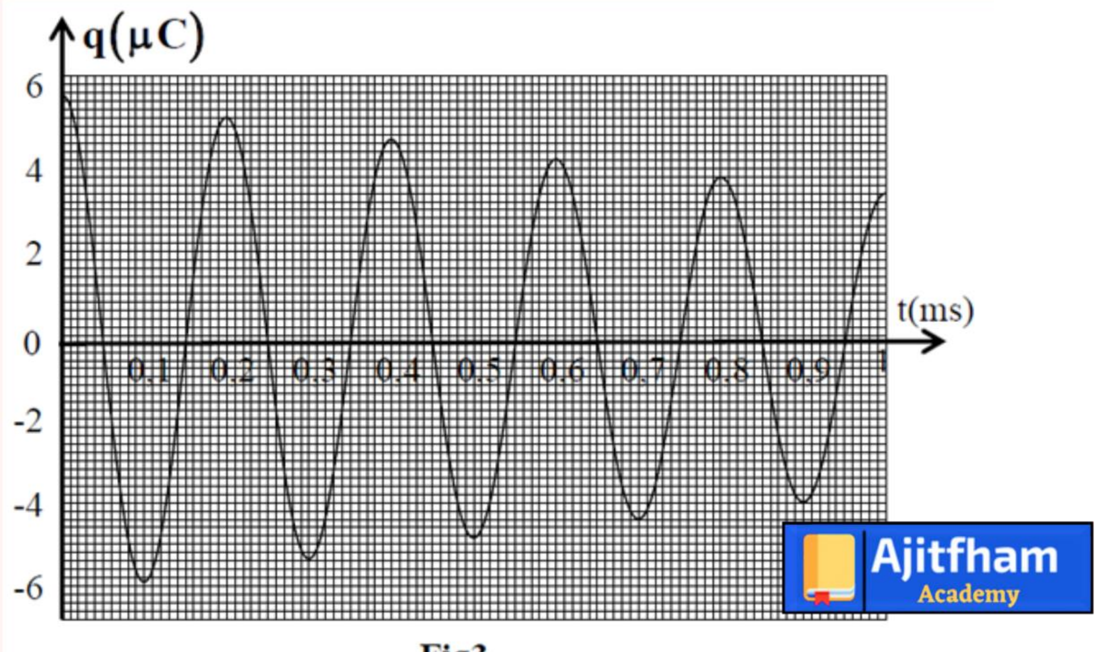


Fig3

On désigne par E_0, l'énergie de l'oscillateur à l'instant t =0 et par T la pseudo période des oscillations.
Calculer l'énergie E' de l'oscillateur à l'instant $t' = \frac{7}{4}T$, en déduire la variation $\Delta E = E' - E_0$.
Donner une explication à cette variation.

3. On admet que l'énergie totale de l'oscillateur diminue au cours de chaque pseudo - période de p=27 ,5%

3.1. Montrer que l'expression de l'énergie totale de l'oscillateur peut s'écrire à l'instant t = nT sous la forme $E_n = E_0(1 - p)^n$, avec n entier naturel.

3.2. Calculer n lorsque l'énergie totale de l'oscillateur diminue de 96% de sa valeur initiale E_0.

Exercice 11 : Etude d'un circuit oscillant LC

On réalise le montage électrique représenté dans la figure 1, formé de :

— Un générateur G idéal de tension de force électromotrice E =12V ;

— Deux condensateurs(C_1) et (C_2) de capacités respectives $C_1 = 3\mu F$ et $C_2 = 0,5C_1$;

— Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

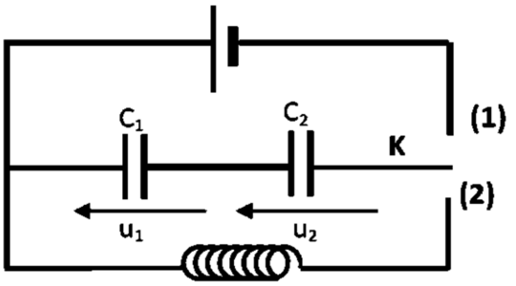


Fig1

1. On place l'interrupteur K dans la position (1), alors les deux condensateurs se chargent instantanément.
   Soit U_1 la tension aux bornes du condensateur (C_1) et U_2 la tension aux bornes du condensateur (C_2).
   1.1. Calculer U_1 et U_2.
   1.2. Soit E_1 l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur (C_1) et E_2 l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur (C_2). Montrer que $E_2 = 2E_1$.

2. On bascule à l'instant t = 0 l'interrupteur K dans la position (2), alors les deux condensateurs se déchargent à travers la bobine.
   La figure (2) représente l'évolution temporelle de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine

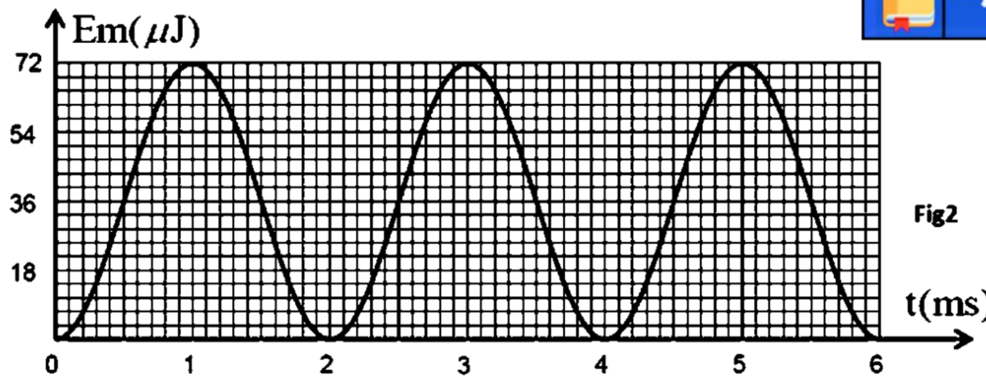


Fig2

2.1. Montrer que la tension u_C que vérifie la tension aux bornes du condensateur équivalent aux condensateurs (C_1) et(C_2) s'écrit sous la forme : $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{3}{LC_1}.u_C = 0$.

2.2. Trouver l'expression de la période propre T_0 en fonction L et C_1 pour que la solution de l'équation différentielle soit : $u_C(t) = E.cos\left(\frac{2.\pi.t}{T_0} + \varphi\right)$. En déduire la valeur de L en prenant $\pi^2 = 10$.

2.3. Montrer que l'énergie totale E_T emmagasinée dans le circuit reste constante au cours du temps.
Déterminer à l'aide du graphe (fig 2) la valeur de l'énergie emmagasinée dans le condensateur équivalent à l'instant t = 2ms.

Exercice 12 : Etude du dipôle RLC

On réalise le montage, représenté dans la figure 1, comportant :

- Un générateur idéal de courant ;
- Un microampèremètre ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance R_0 et $R = 40\Omega$;
- Une bobine (b) d'inductance L = 0,6H et de résistance interne $r = 8\Omega$;
- deux interrupteurs K_1 et K_2.
- Un condensateur de capacité C , non chargé initialement ;

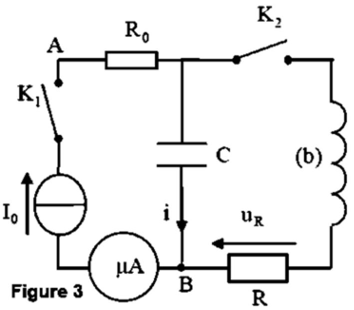


Figure 3

On ferme l'interrupteur K_1 à l'instant de date t=0. L'intensité du courant indiquée par le microampèremètre est $I_0 = 4\mu A$.
Lorsque la tension entre les bornes du condensateur prend la valeur $u_C =$,on ouvre K_1 et on ferme K_2 à un instant pris comme nouvelle origine des dates (t=0). Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la tension $u_R(t)$ (fig.5). (la droite (T1) représente la tangente à la courbe à t = 0.)

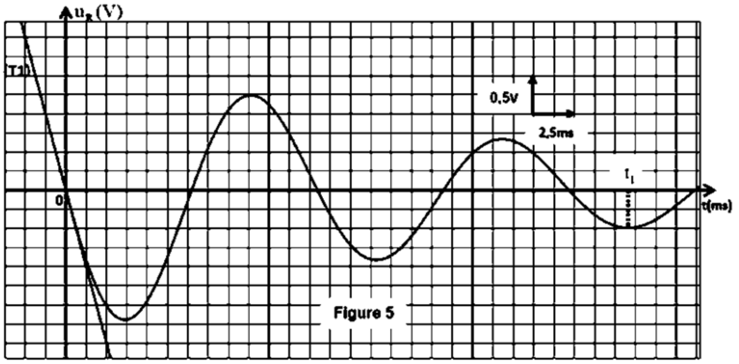


Figure 5

1. Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q du condensateur.
2. Exprimer $\frac{dE_T}{dt}$ en fonction de R, r et i ; E_t représente l'énergie totale du circuit à un instant t et i l'intensité du courant circulant dans le circuit au même instant.
3. Montrer que $U_0 = -\frac{L}{R}.\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0}$ où $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0}$ représente la dérivée par rapport au temps de u_R à t = 0 .Calculer U_0.
4. Trouver| E_J | l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre les instants t=0 et $t = t_1$(fig.5).

Exercice 13 : Etude du circuit LC idéal

On réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 1. Ce circuit comporte :

- Un générateur de f.e.m. E et de résistance interne négligeable ;
- Une bobine (b) d'inductance L_0 et de résistance négligeable ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance r et $R = 20\Omega$;
- Un condensateur de capacité C réglable, initialement déchargé ;
- Un interrupteur K .

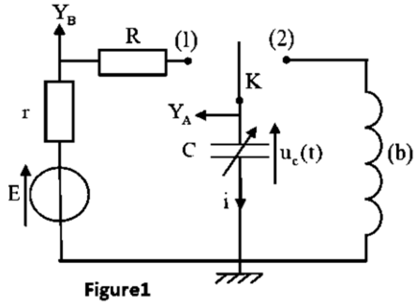


Figure1

On fixe la capacité du condensateur sur la valeur $C_0 = 5\mu F$. A un instant de date t = 0, on place l'interrupteur K en position (1).
Une fois le régime permanent établi, on bascule l'interrupteurK en position (2) à un instant que l'on

choisira comme nouvelle origine des dates (t = 0) .On obtient ainsi un circuit LC.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant i(t).
2. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $i(t) = I_m.cos\left(\frac{2.\pi.t}{T_0}+\varphi\right)$, T_0 représente la période propre de l'oscillateur et φ la phase à t=0 et I_m l'intensité maximale du courant électrique. Déterminer la valeur de φ.
3. Etablir, à partir de l'expression de la puissance électrique, l'expression de l'énergie $E_e(t)$ emmagasinée dans le condensateur en fonction de la charge q(t) et de la capacité C du condensateur.
4. La courbe représentée sur la figure 3 donne l'évolution de l'énergie électrique $E_e(t)$ emmagasinée dans le condensateur en fonction du temps.
   (a) Calculer l'énergie électrique maximale E_{emax}.
   (b) A l'aide d'une étude énergétique, trouver la valeur de I_0.

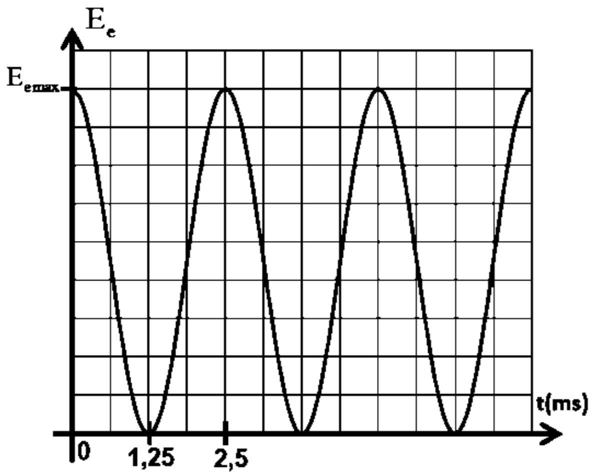


Figure3

Exercice 14 : Décharge d'un condensateur dans le dipôle RL

On monte en série à un instant de date t =0 un condensateur de capacité $C = 14,1\mu F$, totalement chargé, avec une bobine (b) d'inductance $L_0 = 0,18H$ et de résistance interne $r_0 = 5\Omega$ et un conducteur ohmique de résistance $R = 20\Omega$(figure 3).
Un système de saisie informatique approprié permet de tracer la courbe représentant la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et la courbe représentant la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique (figure 4).

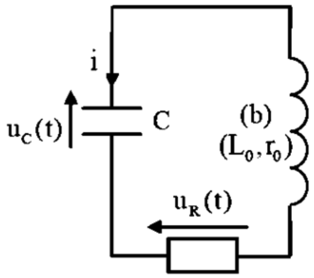


Figure 3

1. Quel est parmi les trois régimes d'oscillations, celui qui correspond aux courbes obtenues sur la figure 4 ?
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$. 2-3-Trouver l'énergie | E_j | dissipée par effet joule dans le circuit entre les deux instants $t_1 = 0$ et $t_2 = 14ms$.

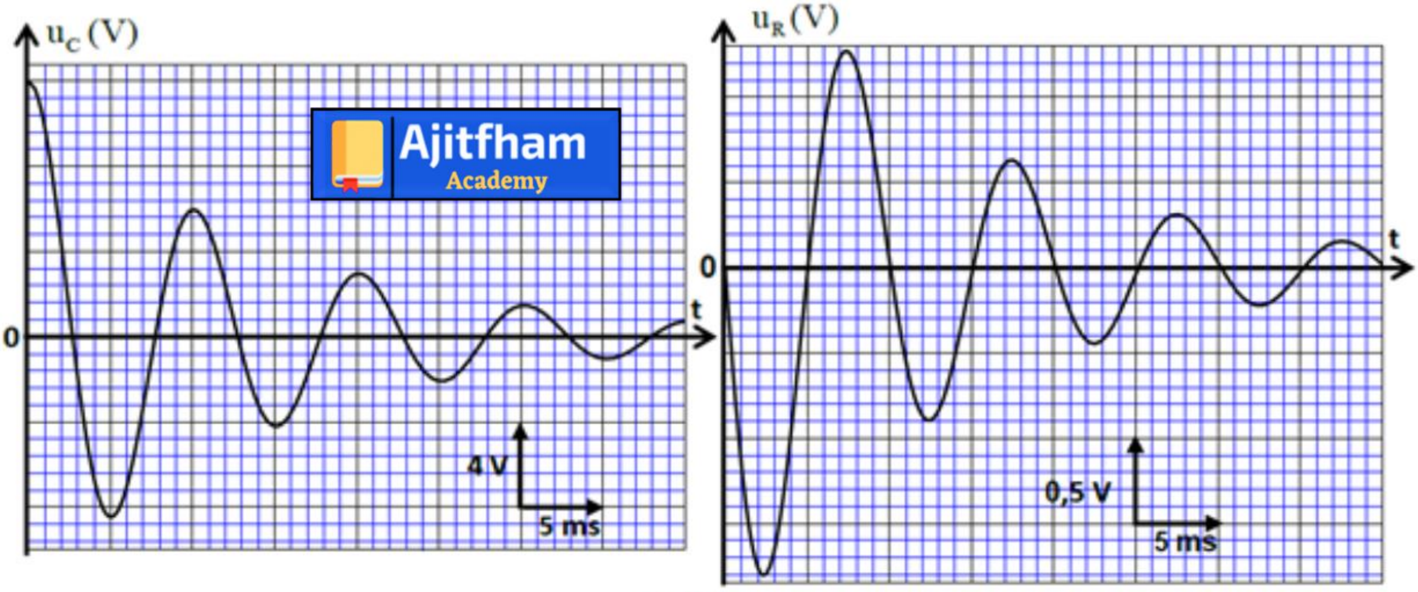
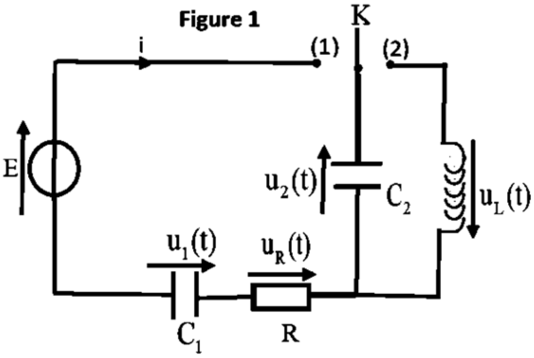


Figure 4

Exercice 15

On se propose, dans cette partie, d'étudier le circuit LC. Le montage électrique schématisé sur la figure 1 comporte :



— Un générateur idéal de tension de f.e.m E,

— Deux condensateurs de capacité C_1 et $C_2 = 2\mu F$,

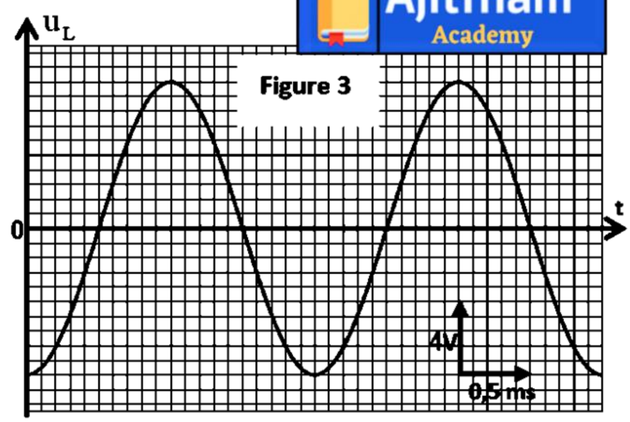
— Un conducteur ohmique de résistance $R = 3k\Omega$,

— Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable,

— Un interrupteur K à double position.

Lorsque le régime permanent est établi, on bascule l'interrupteurK à la position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates (t = 0).

1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_L entre les bornes de la bobine s'écrit : $\frac{d^2u_L}{dt^2}\frac{1}{LC_2}.u_L = 0$.
2. La courbe de la figure 3 représente les variations de la tension u_L en fonction du temps
   (a) Déterminer l'énergie totale t E du circuit.
   (b) Calculer l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine à l'instant t = 2,7ms .



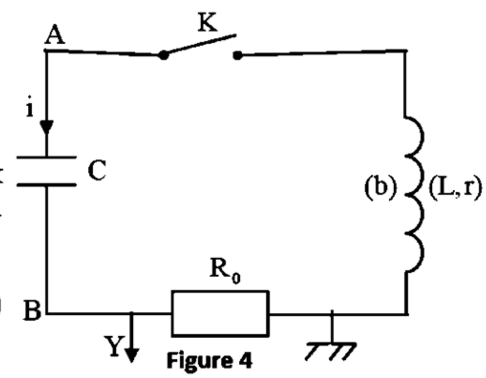
Exercice 16 : Décharge du condensateur dans une bobine

On recharge un condensateur de capacité $C = 20nF$ et on réalise le montage représenté sur la figure 4 qui comporte en plus de ce condensateur :

— Une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ;

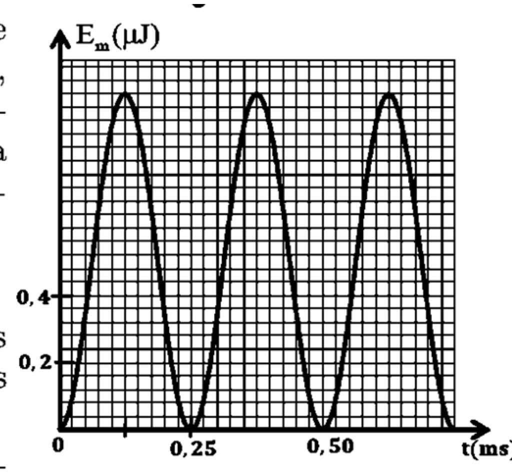
— Un conducteur ohmique de résistance $R_0 = 12\Omega$;

— Un interrupteur K .



On ferme le circuit et on visualise la tension $u_{R0}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. On observe des oscillations pseudopériodiques.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{R0}(t)$ entre les bornes du conducteur ohmique.
2. Pour obtenir des oscillations électriques entretenues, on insère en série dans le circuit un générateur G délivrant une tension, selon la conventiongénérateur, $u_G(t) = k.i(t)$ où k est un paramètre ajustable ($k > 0$). En ajustant le paramètre k sur la valeur k =20 (exprimée dans le système d'unités international) la tension $u_{R0}(t)$ devient sinusoïdale.
   (a) Déterminer la valeur de r .
   (b) La courbe de la figure 5 représente l'évolution au cours du temps de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine .
   Trouver la valeur de L et celle de U_{Cmax} la tension maximale aux bornes du condensateur.



Exercice 17

On réalise le montage expérimental représenté sur la figure 1 comportant :

— Un générateur de tension G de f.e.m. E = 8V,

— Deux conducteurs ohmiques de résistances R et $R_0 = 30\Omega$,

— Un condensateur de capacité $C = 2,5$, dont la tension initiale à ses bornes est $u_C = U_0$ avec $0 < U_0 < E$,

— Un interrupteur K,

— Une bobine d'inductance L = 0,5H et de résistance $r = 7\Omega$.

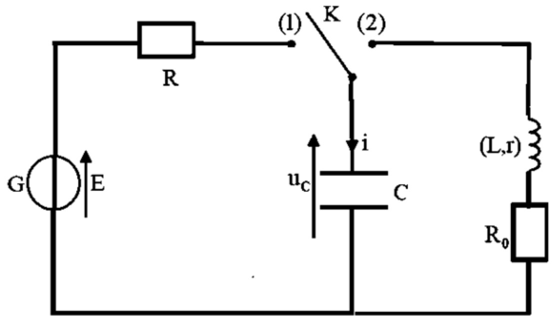


Figure 1

On place l'interrupteur K en position (1), Quand le régime permanent est établi, on bascule l'interrupteur K en position (2) à un instant choisi comme une nouvelle origine des dates (t =0).

1. En se basant sur l'expression de la puissance électrique, établir l'expression de l'énergie magnétique $E_m(t)$ emmagasinée dans la bobine à un instant de date t en fonction de L et de i(t).
2. Trouver l'expression $\frac{dE_t}{dt}$ en fonction de r , R_0 et i(t) où E_t désigne l'énergie électrique totale du circuit.
3. L'étude expérimentale montre que le régime des oscillations obtenu est pseudo-périodique et que la tension aux bornes du conducteur ohmique prend une valeur maximale $u_{R0}(t_1) = 0,44V$ à un instant $t = t_1$. Déterminer l'énergie $\mid \Delta E \mid$ dissipée dans le circuit entre les instants t = 0 et t_1 .

Exercice 18 : Etude d'un circuit LC

On utilise dans cette étude une bobine (b') d'inductance L=0,6H et de résistance négligeable.
Après avoir chargé, totalement, un condensateur de capacité C, sous une tension constante U_0, on le branche aux bornes de la bobine (b') (Figure 3).
La tension aux bornes du condensateur peut s'écrire sous la forme : $u_C(t) = U_0.cos(2\pi.f_0.t + \varphi)$ où f_0 est la fréquence propre du circuit.

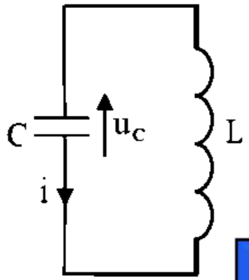


Figure 3

1. Montrer que l'énergie électrique totale E_t du circuit est constante.
2. La courbe de la figure 4 représente la variation de l'énergie magnétique m E emmagasinée dans la bobine en fonction du carré de la tension u_C aux bornes du condensateur : $E_{m=f(u_C^2)}$.

   En se basant sur la courbe de la figure 4, déterminer la capacité C du condensateur et la tension U_0.

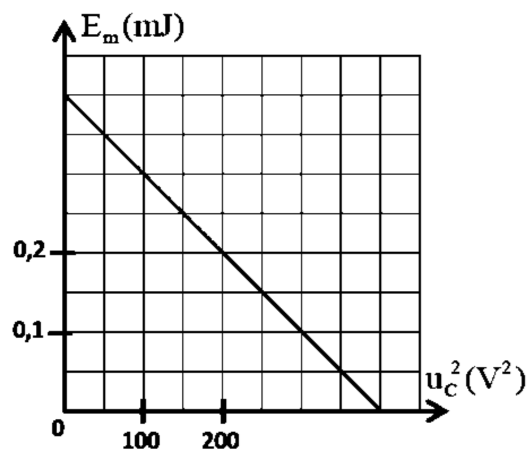


Figure 4

Exercice 19 : Charge d'un condensateur

Le montage électrique schématisé sur la figure 1 comporte :
- Un générateur idéal de tension de f.e.m E ;
- Deux condensateurs de même capacité C ;
- Un conducteur ohmique de résistance R variable ;
- Un interrupteur K double position.

On ajuste la valeur de la résistance sur la valeur $R = R_0 = 1k\Omega$ et on place l'interrupteur K en position (1), à un instant choisi comme origine des dates (t = 0). Un système de saisie informatique approprié a permis de tracer la courbe représentant la tension $u_C(t)$ (fig 2) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse t = 0.

1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.
2. Déterminer la valeur de l'intensité du courant i juste après la fermeture du circuit.
3. Vérifier que la valeur de la capacité est C = 120nF.
4. Quand le régime permanant est établi, on bascule l'interrupteur K en position (2), à un instant choisi comme nouvelle origine des dates (t=0).

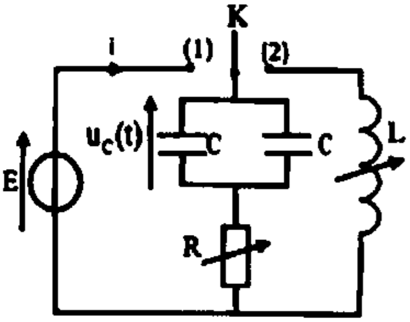


Figure 1

   (a) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur équivalent aux deux condensateurs.

   (b) Etablir l'expression de la dérivée par rapport au temps de l'énergie totle E_t du circuit en fonction de R_0 et de l'intensité du courant i(t) dans le circuit, et justifier la diminution de E_t au cours du temps.

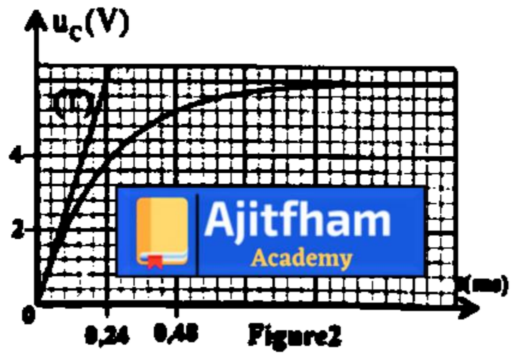


Figure2

Exercice 20 : Etude des oscillations électriques libres dans le circuit RLC

On réalise le montage schématisé sur la figure 1 comportant :

— Un générateur idéal de tension de f.e.m E ;

— Deux condensateurs (C_1) et (C_2) de capacités respectives C_1 et $C_2 = 4\mu F$ initialemnt non chargés,

— Un interrupteur double position K,

— Une bobine d'inductance L = 0,2H et de résistance $r = 10\Omega$. On place l'interrupteur (K) en position 1, Une fois que le régime permanent est établi, On bascule l'interrupteur K à la position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates t = 0. Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis de tracer la courbe représentant la tension $u_2(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_2 fig 3.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_2(t)$.
2. En considérant que la pseudo-périodique des oscillations est égale à la période propre du circuit LC, vérifier que $C_1 = 2\mu F$

3. Pour entretenir les oscillations amorties obtenues, on introduit en série dans le circuit un générateur délivrant une tension $u_g(t) = k.i(t)$ avec u_g exprimée en volt (V) et i(t) exprimée en ampère (A).

   Trouver la valeur de k.

Exercice 21 : Décharge du condensateur dans la bobine

On réalise le montage schématisé sur la figure 1 comportant :

— Un générateur idéal de tension de f.e.m E ;

— Un conducteur ohmique de résistance R réglable ;

— Un condensateur de capacité C initialement déchargé ;

— Un interrupteur K ;

— Une bobine (b) d'inductance L et de résistance $r = 12\Omega$.

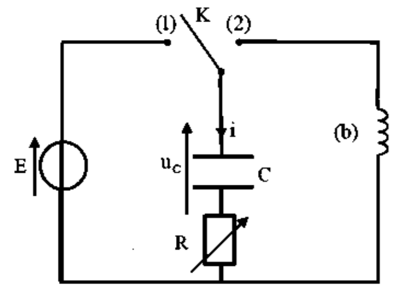


Figure 1

1. On ajuste la résistance R sur une valeur R_1.
Une fois le régime permanent est établi, on bascule l'interrupteur K en position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates (t = 0). Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis de tracer la courbe représentant la charge q(t) du condensateur (figure 3).

1.1. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q(t) du condensateur s'écrit : $\frac{d^2u_C}{dt^2} + A.\frac{dq}{dt} + B.q(t) = 0$ où A et B sont deux constantes positives.

1.2. Déterminer la valeur de la tension aux bornes de la bobine juste après le basculement de l'interrupteur K en position (2).

1.3. En considérant que la pseudopériode des oscillations est égale à la période propre du circuit LC, vérifier que L=1,0H.(On prend $\pi^2 = 10$).

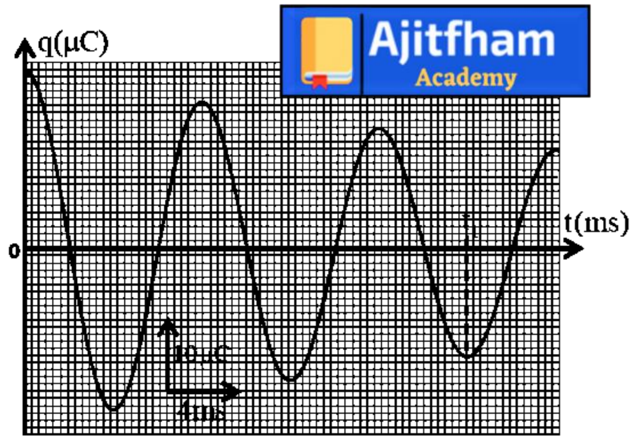


Figure 3

1.4. Calculer l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre l'instant t =0 et l'instant t_1 indiquée sur la figure 3.

2. On fait varier la résistance R, et on constate que pour $A > 2.\sqrt{B}$ le régime des oscillations est apériodique. Dans ce cas la résistance totale du circuit est supérieure à une valeur R_C.
En utilisant les équations aux dimensions, vérifier que l'expression de c R a la dimension d'une résistance et déterminer la valeur minimale de R.

Exercice 22 : Charge d'un condensateur

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1. Ce montage comprend :
- Un générateur idéal de courant ;
- Un condensateur de capacité C variable, initialement non chargé ;
- Un microampèremètre ;
-Un interrupteur K .

On ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C_0.
On place l'interrupteur K en position (1) à un instant de date t =0 .Le microampèremètre indique $I_0 = 10\mu A$.
Un système de saisie informatique convenable permet d'avoir le graphe de la figure 2 représentant $\sqrt{E_e} = f(t)$

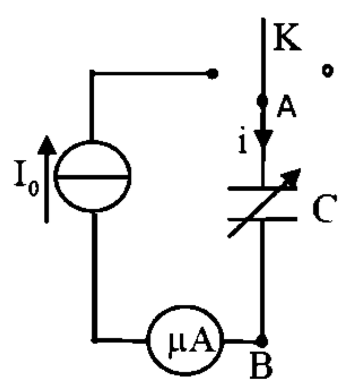


Figure 1

avec E_e étant l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à un instant t.

1. Donner l'expression de l'énergie emmagasinée dans le condensateur en fonction de sa charge q et de sa capacité C_0.
2. Montrer que $C_0 = 2\mu F$.
3. Lorsque la tension aux bornes du condensateur prend la valeur $u_{AB} = 40V$, on place l'interrupteur K en position (2) à un instant choisi comme une nouvelle origine des dates (t = 0). Un dispositif approprié permet de visualiser la courbe donnant les variations au cours du temps de l'intensité du courant i(t) dans le circuit (figure 3)
   - 3.1. Calculer l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants t =0 et $t = t_1$ (figure 3).
   - 3.2. Indiquer, en justifiant, si le condensateur se charge ou se décharge entre les instants t_2 et t_3 (figure 3).

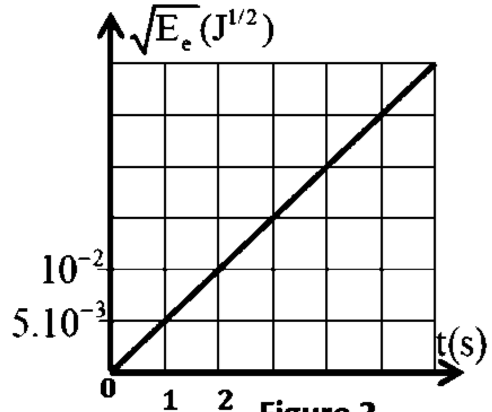


Figure 2

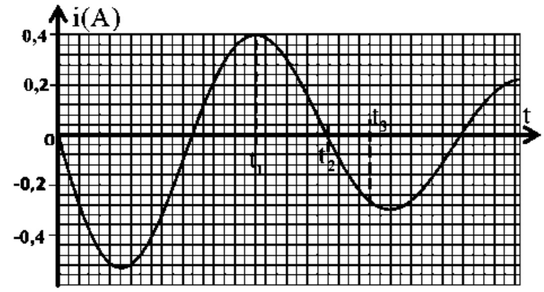


Figure 3

Exercice 23 : Décharge d'un condensateur dans une bobine

On réalise le montage représenté sur la figure 1 comportant :

- un générateur idéal de tension de f.e .m. E ;
- un condensateur de capacité C variable initialement déchargé ;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- un conducteur ohmique de résistance R_1 ;
- une bobine d'inductance L = 0,1H et de résistance négligeable ;
- un interrupteur K.

Après avoir chargé complètement le condensateur de capacité C_1, on bascule à un instant t (qu'on prendra comme nouvelle origine des dates t =0) l'interrupteur K en position (2). La courbe de la figure 3 représente l'évolution, au cours du temps, de la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1. (T)représente la tangente à la courbe à l'instant t=0.

1. l'équation différentielle vérifiée par $u_{R_1}(t)$
2. Trouver la valeur de R_1.

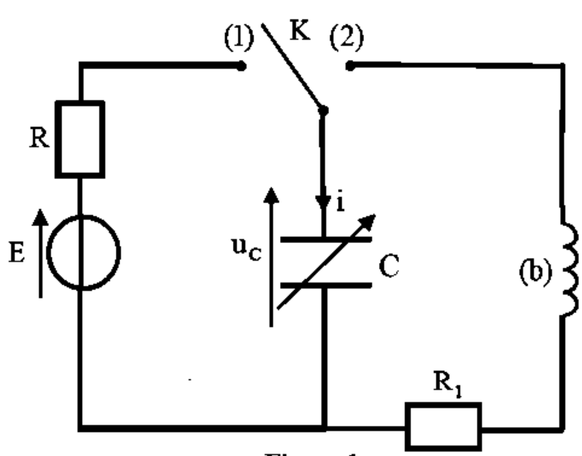


Figure 1

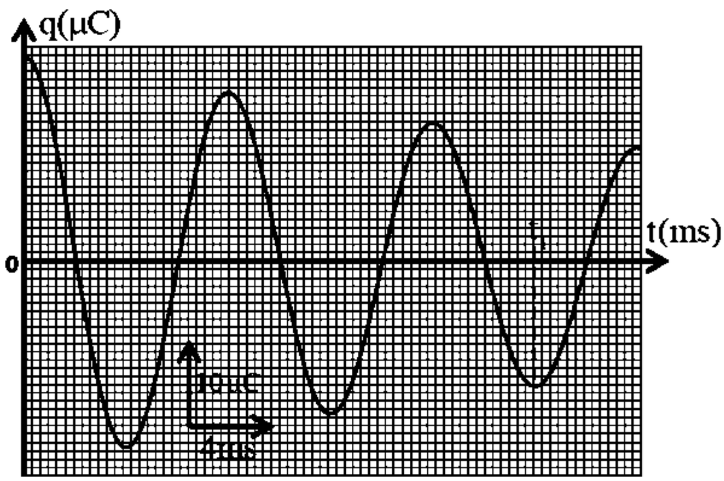


Figure 3

Exercice 23 : Etude du circuit LC

On réalise le circuit d'un oscillateur entretenu en associant en série les éléments suivantes (fig 3) :
- Un condensateur de capacité C ;
- Une bobine (b) d'inductance L = 1H et de résistance interne $r6\Omega$
- Un générateur délivrant une tension $u_g = k.i(t)$ avec u_g exprimée en volt (V) et i(t) exprimée en ampère (A).

1. Trouver la valeur de k.
2. A partir d'un instant t choisi comme origine des dates (t = 0) on obtient la courbe de la figure 4 représentant la variation de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine en fonction du temps.

   Déterminer I_m l'intensité maximale du courant, puis la valeur de la capacité C et celle de la charge maximale Q_0 du condensateur.

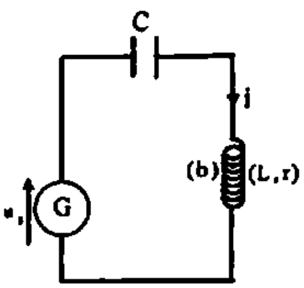


Figure 3

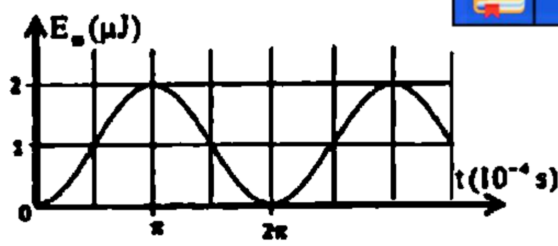


Figure 4