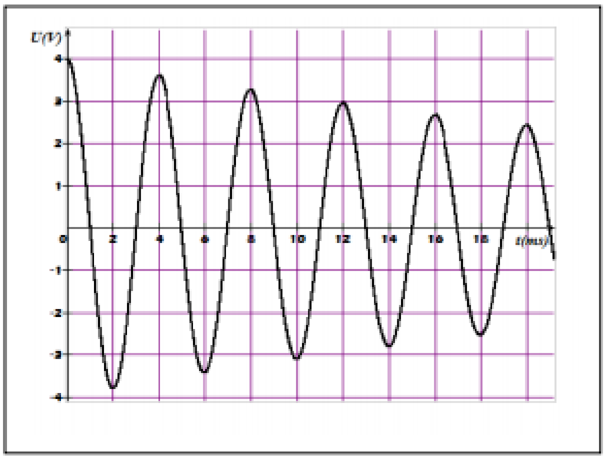
Exercices sur les oscillations libres dans le circuit RLC serie

2è bac SM sibm

Exercice n°1 :

On réalise un circuit RLC-série, comprenant un condensateur de capacité C initialement chargé, une bobine d'inductance L=0,2H et de résistance négligeable et un résistor de résistance R variable.

La tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur est visualisée à l'aide d'un capteur voltmètre relié à un ordinateur.



1) Pour $R=R_1=10\Omega$, on obtient la courbe ci-contre.

a– Déterminer la pseudopériode des oscillations.

b– Calculer la valeur de la capacité C en admettant que la pseudopériode est égale à la période propre T_0 du cicuit.

2) a– Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_C(t)$.

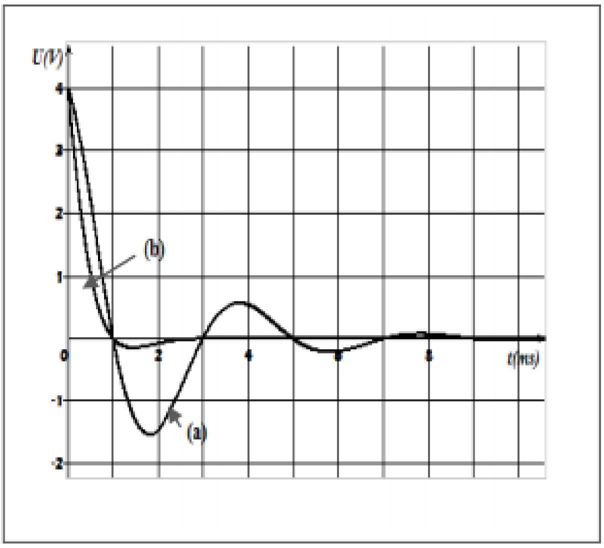
b– Montrer que l'énergie totale de l'oscillateur n'est pas conservée.

3) On demande de déterminer la valeur de:

a– l'énergie totale E_0 à l'instant t_0=0ms.

b– l'énergie totale E_1 à l'instant t_1=12ms.

c– l'énergie W transformée en chaleur dans le circuit entre les instants t_0 et t_1.



4) Pour deux valeurs différentes R_2 et R_3 de R, telle que $R_2>R_3$, on obtient les courbes (a) et (b).

Attribuer à chaque courbe à la résistance correspondante et nommer le régime des oscillations dans chaque cas.

Exercice n°2

Le circuit électrique schématisé sur la figure 1, comporte deux interrupteurs K_1 et K_2, un générateur idéal de tension continue de fem E, un condensateur de capacité C et d'armatures A et B, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

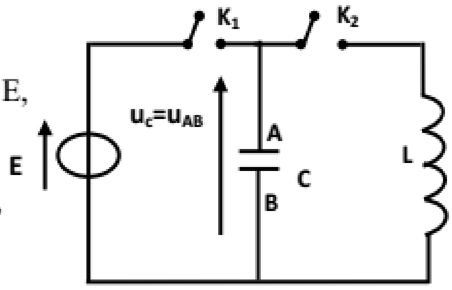


Figure-1

1/ L'interrupteur K_2 étant ouvert, on ferme K_1. Après une brève durée, l'armature A porte une charge maximale Q_0 et le condensateur emmagasine une énergie électrostatique W0.

a- Exprimer Q_0 en fonction de E et C.

b- Exprimer W_0 en fonction de Q_0 et C.

2/ Le condensateur étant chargé; à l'instant t = 0 on ouvre K_1 et on ferme K_2. A un instant t quelconque, l'armature A du condensateur porte une charge électrique q.

a- Exprimer l'énergie électromagnétique W en fonction de L, C, q et l'intensité du courant i.

b- Montrer, sans faire aucun calcul que cette énergie se conserve et qu'elle est égale à W_0.

c- Déduire l'équation différentielle des oscillations électriques de la charge q.

d- Déterminer l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C.

e- Déterminer la valeur de φ_q, sachant que l'expression de la charge s'écrit : $q(t) = Q_0 \sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_q)$.

3/ Montrer que l'expression de l'énergie magnétique de la bobine W_L en fonction du temps s'écrit :

$W_L = \frac{W_0}{2}[1 + \cos(\frac{4\pi}{T_0}t + \pi)]$.

4/ Une étude expérimentale a permis de tracer sur la figure 2 les courbes, traduisant les variations de l'énergie magnétique W_L en fonction de i et en fonction du temps.

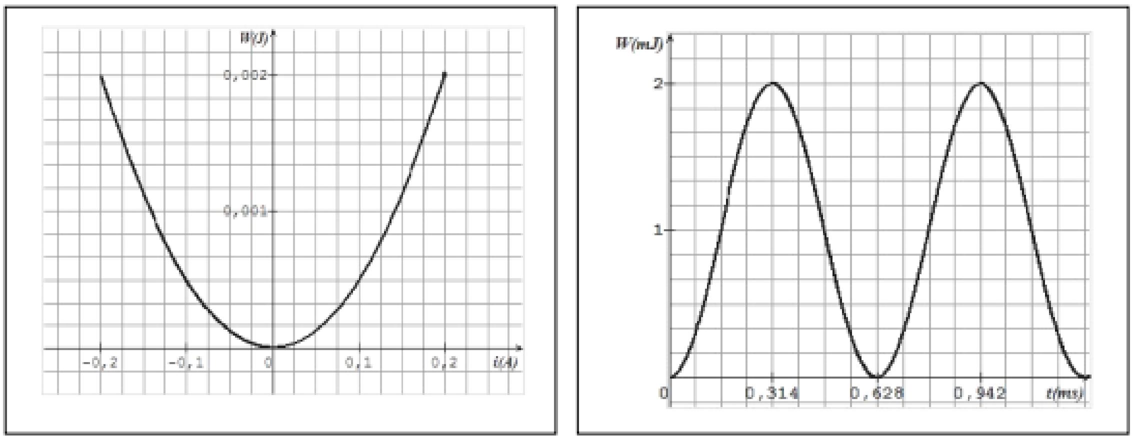
Déterminer, en exploitant ces courbes :

a- les valeurs de L et de W_0.

b- La valeur de T_0.

5/ Déterminer alors C, Q_0 et E.

Figure 2



Exercice n°3 :

On réalise le montage de la figure 3 qui comporte :

- un générateur idéal de tension continue E=5V,
- un condensateur de capacité C,
- un résistor de résistance R=250Ω,
- une bobine d'inductance L et de résistance nulle,
- un commutateur K.

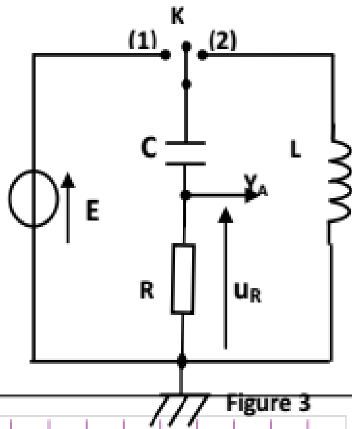


Figure 3

I/ À un instant pris comme origine du temps (t=0), on ferme le commutateur K à la position 1 et on enregistre, sur la voie Y_A d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution de la tension aux bornes du résistor u_R en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure 4.

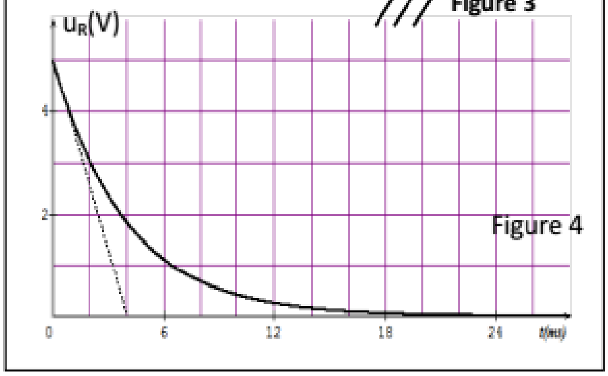


Figure 4

1/ a. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_R et la mettre sous la forme :

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R = 0 \quad \text{avec} \quad \tau = RC.$$

b. Vérifier que $u_R(t) = Ee^{-t/\tau}$ est une solution de l'équation différentielle.

2/ Déterminer la valeur de τ et vérifier que C=16µF.

II/ Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur K à la position 2 et on enregistre l'évolution de la tension aux bornes du résistor u_R en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure 5. L'instant de basculement du commutateur est pris comme origine des dates (t=0).

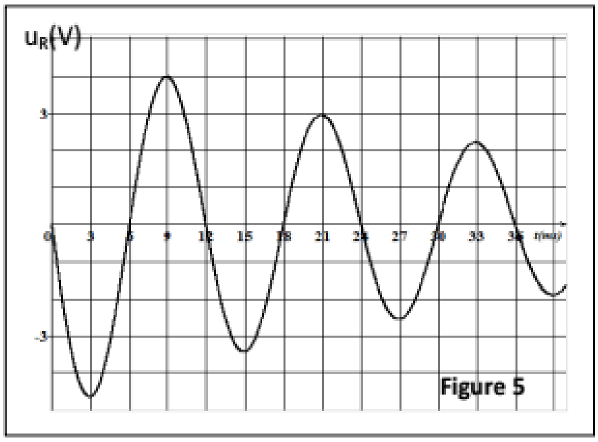


Figure 5

1/ a- Nommer le régime des oscillations observées.

b- Déterminer la valeur de période T des oscillations.

c- En déduire la valeur de l'inductance L en admettant que T est égale à la période propre T_0.

2/ a. Calculer la valeur de l'énergie électrique initiale emmagasinée dans le condensateur Ee_0 et en déduire la valeur de l'énergie totale E_0 à t=0.

b. Déterminer la valeur de l'énergie totale E_1 à l'instant t=3ms.

c. Calculer la variation de l'énergie totale ΔE entre les instants t=0 et t=3ms et préciser la cause de cette variation.

Exercice n°5 :

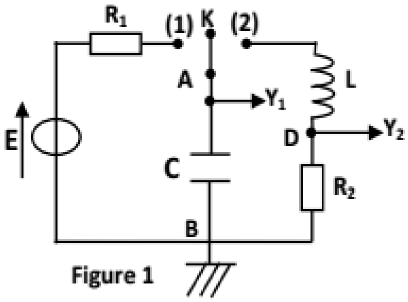


Figure 1

On réalise le montage de la figure 1 qui comporte :

- un générateur idéal de tension continu E=5V,
- un condensateur initialement déchargé de capacité C,
- deux résistors de résistances R_1=50KΩ et R_2=100Ω,
- une bobine d'inductance L et de résistance nulle,
- un commutateur K.

I- A un instant pris comme origine du temps, on bascule le commutateur K à la position 1 et on suit l'évolution au cours du temps de la tension $u_C=u_{AB}$.

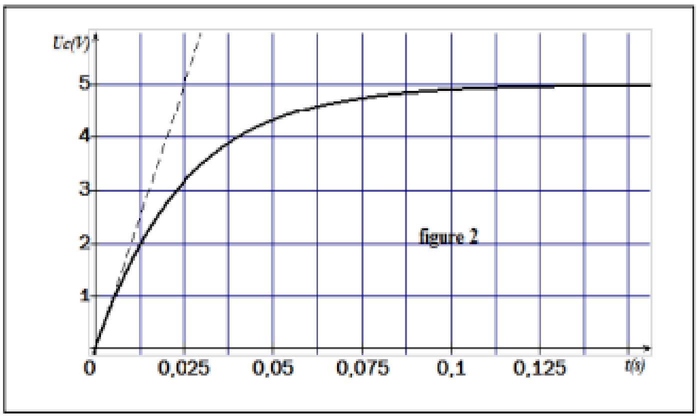


figure 2

1- a- Préciser le phénomène qui se produit au niveau du condensateur.

b- Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension u_C au cours du temps.

c- Vérifier que $u_C(t)=E(1-e^{-t/R_1C})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.

4- Le graphe de la figure 2 est obtenu sur la voie Y_1 de l'oscilloscope.

a- Déterminer la constante de temps τ du dipôle R_1C et en déduire la valeur de C.

b- Calculer la valeur de u_C à t_1=50ms. Préciser si le condensateur est complètement chargé à l'instant t_1.

II- Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur K à la position 2. Les oscillogrammes de la figure 3 représentent les oscillogrammes visualisés simultanément sur les deux voies Y_1 et Y_2 de l'oscilloscope.

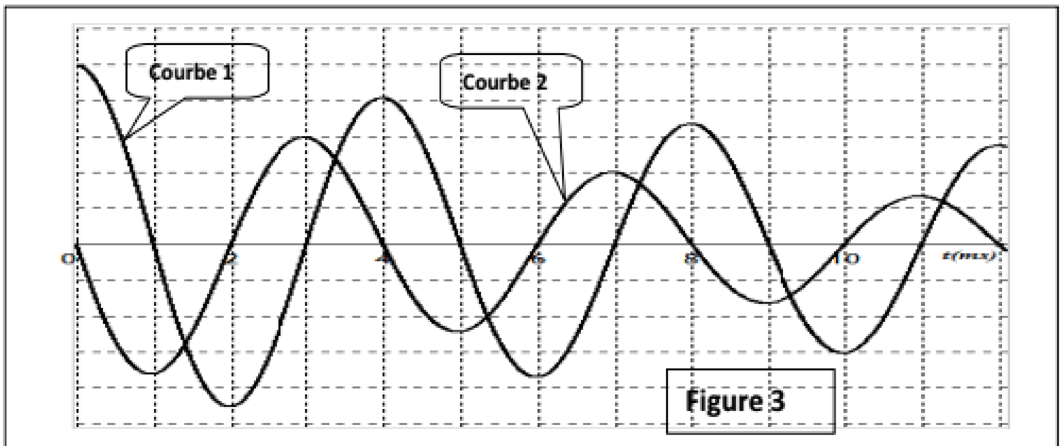


Figure 3

Sensibilités verticales : voie Y_1 :1V.div^{-1} et voie Y_2 : 0,1V.div^{-1}

1- Identifier, en justifiant, les courbes (1) et (2).

2- a- Montrer que le circuit R_2LC est le siège d'oscillations libres amorties de pseudopériode T que l'on déterminera.

b- Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine sachant que la pseudopériode T est pratiquement égale à la période propre T_0 du circuit R_2LC et que la capacité C vaut 0,5µF.

On prendra pour ce calcul : $\pi^2 = 10$.

3- a- Calculer la valeur de l'énergie totale du circuit R_2LC aux instant $t_0=0$, $t_1=3ms$ et $t_2=7ms$.

b- En déduire si le circuit R_2LC est conservatif ou bien non conservatif.

c- Calculer l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit R_2LC pendant la durée $\Delta t=t_2 - t_1$.

Exercice n°6 :

Le circuit de la figure -1 comporte un générateur de tension constante E=3V, un condensateur de capacité $C=4.10^{-6}F$, une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable et un commutateur K.

D'abord, on place le commutateur K à la position 1 quelques instants et lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule le commutateur K à la position 2.

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire (sur la voie Y_A), on enregistre la courbe donnant l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure 2.

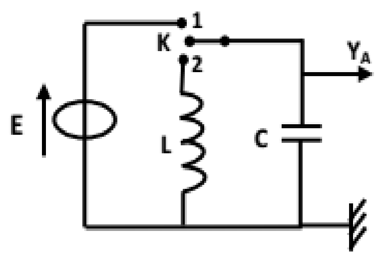


Figure-1

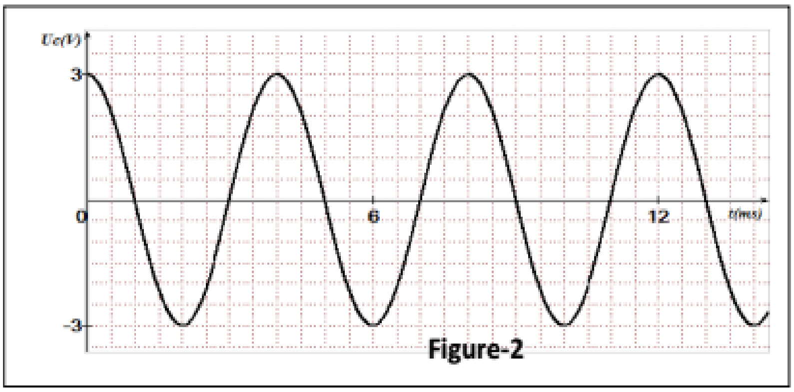


Figure-2

1/ a- En justifiant, choisir la qualification qui convient aux oscillations de la figure - 2 : libres amorties, libres non amorties.

b- Déterminer la valeur de la période propre T_0 de ces oscillations.

c- Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine.

2/ a- Sachant que $u_c(t)=U_m\sin(\omega_0 t+\varphi)$. Déterminer les valeurs de U_m, ω_0 et φ.

b- En déduire l'expression de l'intensité du courant i(t) en fonction de C, U_m, ω_0 et φ.

3/ Sachant que l'énergie électrique $E_e=\frac{1}{2}Cu_c^2$ et l'énergie magnétique $E_m=\frac{1}{2}Li^2$.

a- Montrer que :

a_1- l'énergie électrique s'écrit : $E_e = \frac{1}{4}CU_m^2[1-\cos(2\omega_0 t+2\varphi)]$

a_2- l'énergie magnétique s'écrit : $E_m = \frac{1}{4}CU_m^2[1+\cos(2\omega_0 t+2\varphi)]$

b- En déduire que l'énergie totale de cet oscillateur $\{E = E_e + E_m\}$ est constante au cours du temps et calculer sa valeur.

c- Les courbes (C_1), (C_2) et (C_3) de la figure -3 représente les énergies : électrique, magnétique et totale.

c_1- Associer à chaque courbe l'énergie correspondante. Justifier.

c_2- Déterminer les valeurs des grandeurs A et B en précisant leurs unités.

Figure-3