

Exercices sur les oscillations libres dans le circuit RLC série

2^e bac SM sibm

Exercice n°1 :

On réalise un circuit RLC-série, comprenant un condensateur de capacité C initialement chargé, une bobine d'inductance $L=0,2\text{H}$ 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 circuit.

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 $t_0=0\text{ms}$.

b- l'énergie totale E_1 à l'instant $t_1=12\text{ms}$.

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.

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 electrostatique W_0 .

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 : $q(t) = Q_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_q\right)$.

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

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

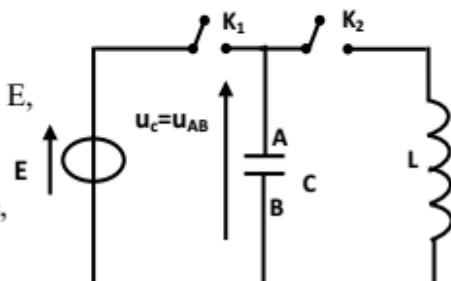
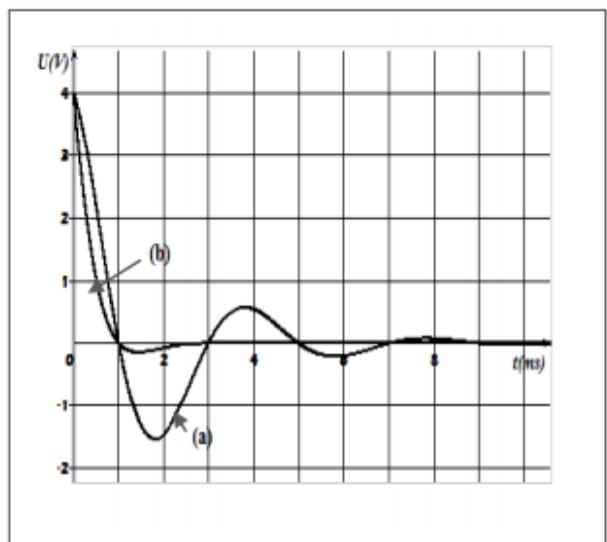
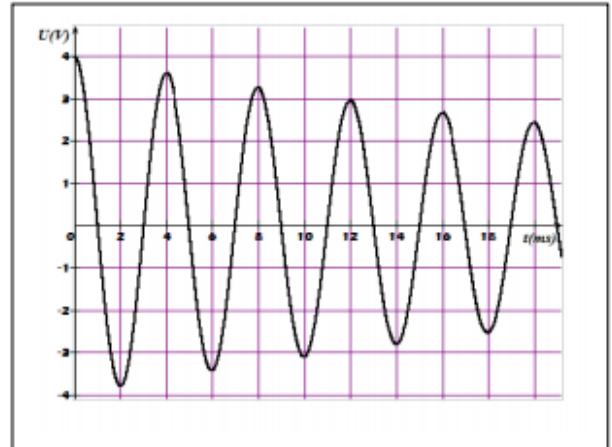


Figure-1

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.

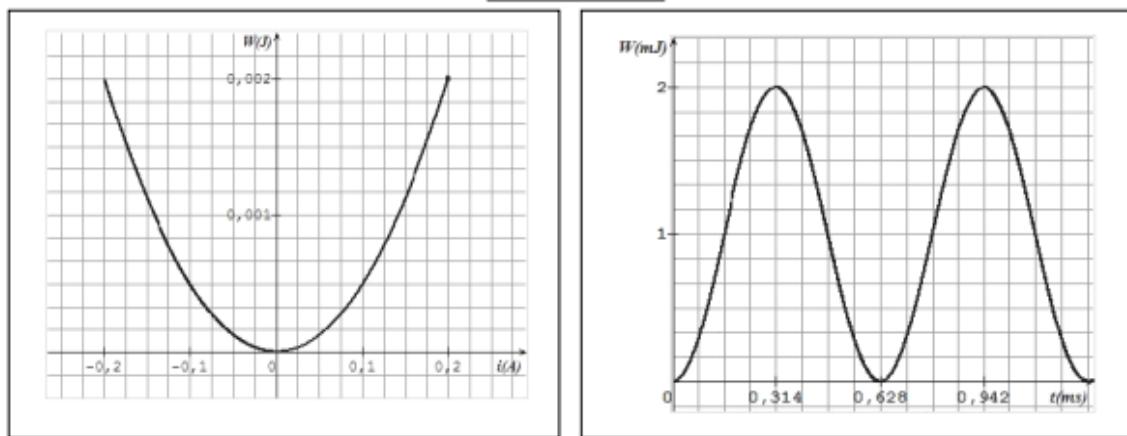
Déterminer, en exploitant ces courbes :

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 $R=250\Omega$,
- une bobine d'inductance L et de résistance nulle,
- un commutateur K .

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.

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

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

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 $C=16\mu F$.

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 ($t=0$).

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 .

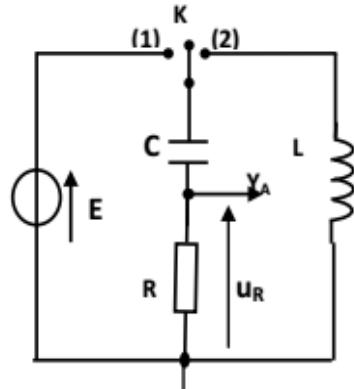


Figure 4

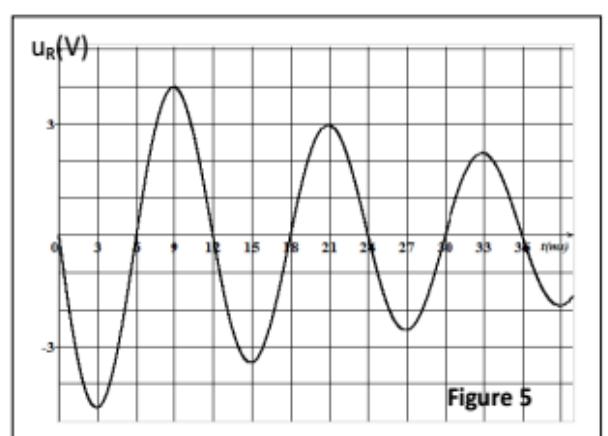


Figure 5

- 2/ a. Calculer la valeur de l'énergie électrique initiale emmagasinée dans le condensateur E_{e0} 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 :

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 $R_1=50K\Omega$ et $R_2=100\Omega$,
- 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 $u_C=u_{AB}$.

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.

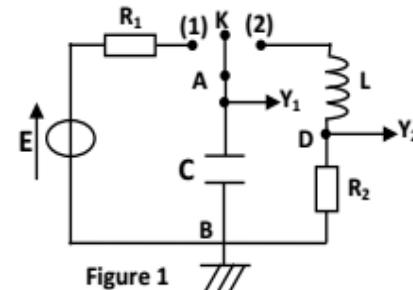
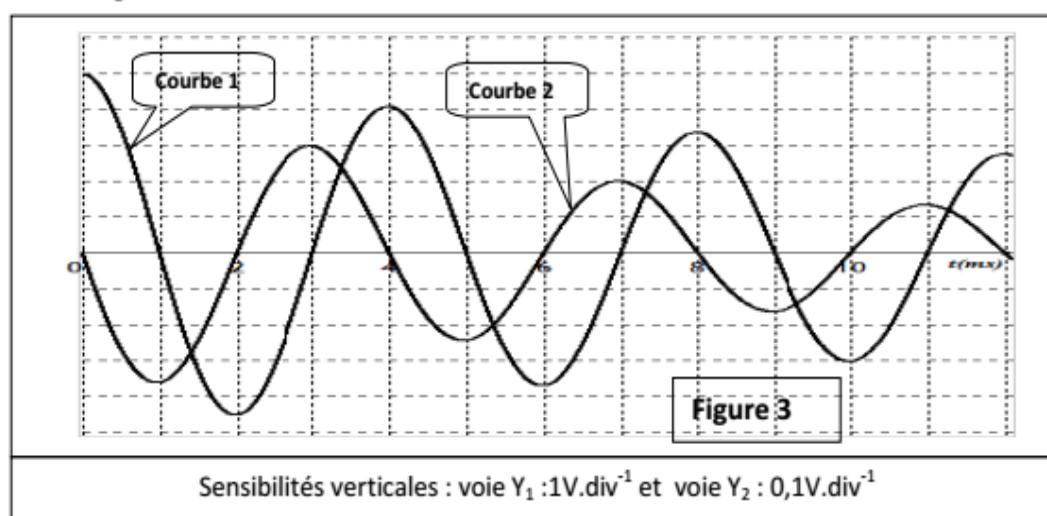
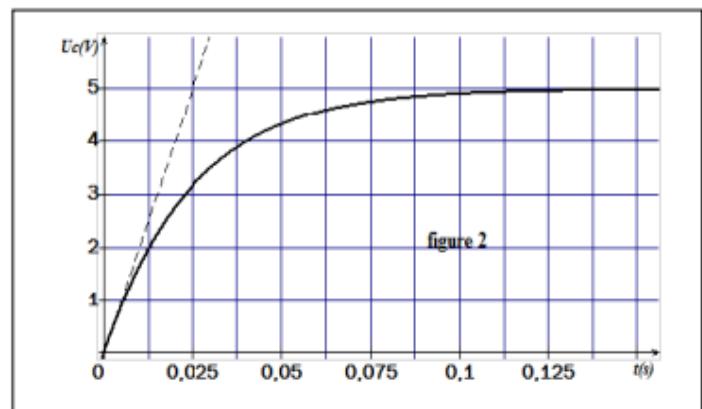


Figure 1



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 $0,5\mu F$.

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

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

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 $E=3\text{V}$, un condensateur de capacité $C=4.10^{-6}\text{F}$, 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.

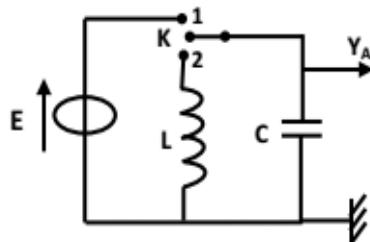


Figure-1

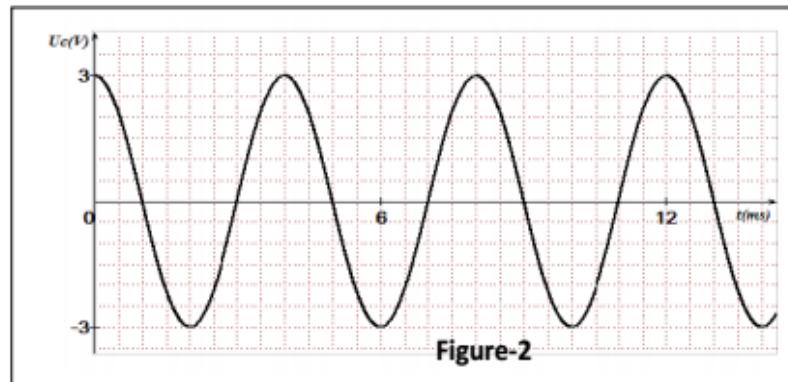


Figure-2

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 :

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

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

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 représentent les énergies : électrique, magnétique et totale.

c₁- Associer à chaque courbe l'énergie correspondante. Justifier.

c₂- Déterminer les valeurs des grandeurs A et B en précisant leurs unités.

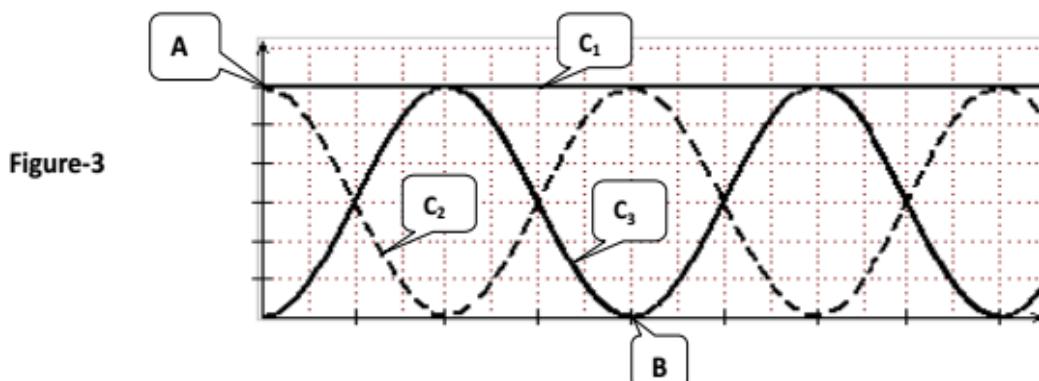


Figure-3