

EXERCICE N°1 :

Un condensateur de capacité $C = 0,1 \mu\text{F}$ est initialement chargé sous une tension U_0 . Il est branché, à $t = 0$, aux bornes d'une portion de circuit série comportant une bobine d'inductance L inconnue et de résistance interne $r = 10 \Omega$ et un résistor de résistance R_0 variable.

La figure 1 donne les variations au cours du temps de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur lorsque $R_0 = 600 \Omega$.

1⁰) a - Déterminer graphiquement la valeur de U_0 .

b - Calculer la valeur de l'énergie électrostatique $E_C(0)$ initialement emmagasinée par le condensateur.

2⁰) Etablir l'équation différentielle qui gère l'évolution de la tension $u_C(t)$ au cours du temps.

3⁰) a - Déterminer graphiquement la pseudo période T des oscillations électriques.

b - En négligeant la différence entre la pseudo période T et la période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ des oscillations électriques, calculer la valeur de l'inductance L de la bobine utilisée.

4⁰) La figure 2 donne les variations de l'énergie électrique E_C emmagasinée par le condensateur et celles de l'énergie magnétique E_L emmagasinée par la bobine.

a - Associer, en le justifiant, chacune des courbes (a) et (b) à l'énergie qu'elle représente.

b - Montrer que l'énergie électromagnétique $E = E_C + E_L$ emmagasinée par le circuit décroît au cours du temps.

c - D'après la figure 2, déterminer l'énergie E_{th} dissipée par effet Joule à l'instant $t = 2 \text{ ms}$.

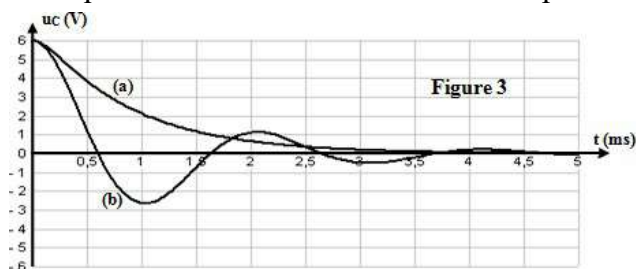
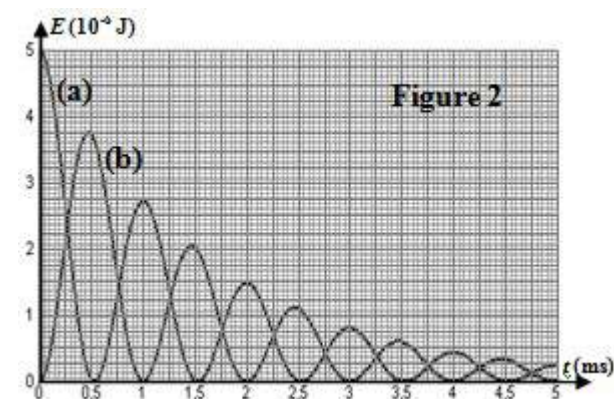
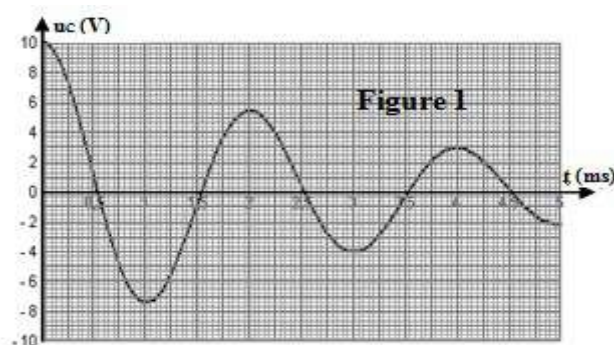
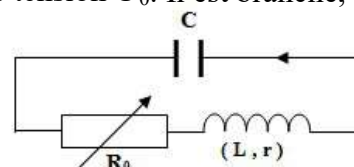
d - Calculer la valeur de E_{th} en exploitant la figure 1.

5⁰) On fait varier la valeur de la résistance R_0 et on enregistre chaque fois la variation au cours du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur.

Les deux courbes de la figure 3 ci-dessous correspondent à $R_0 = 1600 \Omega$ et $R_0 = 9600 \Omega$.

a - Préciser le nom du régime amorti correspondant à chacune des courbes (a) et (b).

b - Associer, en le justifiant, chacune des courbes (a) et (b) à la valeur de la résistance R_0 correspondante.



EXERCICE N°2 ;

1⁰) Le circuit électrique série ci-contre est constitué par un condensateur de capacité C préalablement chargé, un interrupteur K et une bobine purement inductive d'inductance L (et de résistance interne supposée nulle).

a - A $t = 0$, on ferme K .

Montrer que l'équation différentielle que satisfait la tension u_C aux bornes du condensateur s'écrit :

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \omega_0^2 u_C = 0 \quad \text{avec} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L.C}}.$$

b - En déduire la nature des oscillations électriques dans ce circuit.

c - La solution de l'équation différentielle s'écrit :

$$u_C(t) = U_{C_{\max}} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi_{u_C}\right)$$

On donne ci-contre les variations de la tension $u_C(t)$ au cours du temps. Déterminer les valeurs de :

* la tension maximale $U_{C_{\max}}$ aux bornes du condensateur.

* la pulsation propre ω_0 du circuit oscillant considéré.

* La phase à l'origine φ_{u_C} de la tension $u_C(t)$.

2⁰) a - Soit i l'intensité du courant qui circule dans le circuit. Exprimer l'énergie électromagnétique E emmagasinée par le circuit en fonction de C , u_C , L et i .

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

c - Donner alors l'expression de E en fonction de C et $U_{C_{\max}}$.

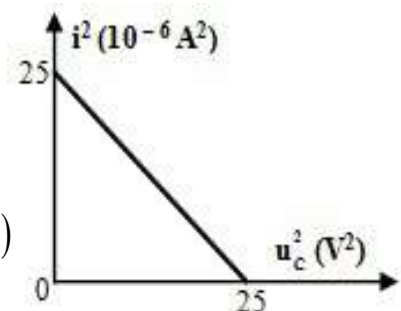
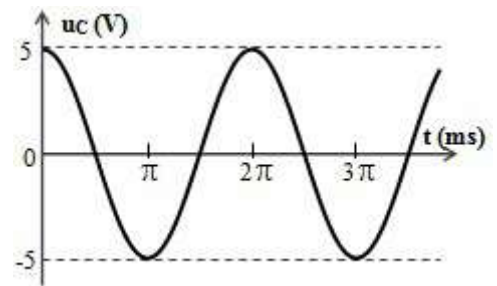
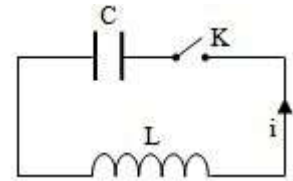
3⁰) a - En utilisant la conservation de l'énergie électromagnétique, montrer qu'on a :

$$i^2 = \frac{C}{L} (U_{C_{\max}}^2 - u_C^2)$$

b - Le graphe ci-contre traduit les variations de i^2 en fonction de u_C^2 :

Trouver graphiquement l'expression numérique de la fonction $i^2 = f(u_C^2)$

c - Déterminer alors les valeurs de la capacité C et de l'inductance L .



EXERCICE N°3 : Etude d'un texte documentaire :

Le détecteur de métaux

Un détecteur de métaux est un appareil permettant de localiser des objets métalliques en exploitant le phénomène physique de l'induction électromagnétique. Il est utilisé par exemple dans le domaine de la sécurité dans les aéroports pour détecter des armes cachées sur les passagers d'un avion, dans le domaine militaire pour le déminage, dans les loisirs pour la recherche de divers objets enfouis et, marginalement, en archéologie pour la recherche d'objets anciens.

La méthode de détection peut s'appuyer sur la variation de l'inductance d'une bobine à l'approche d'un métal. En effet, l'inductance augmente si on approche de la bobine un objet en fer, alors qu'elle diminue si l'objet est en or.

Le détecteur est équivalent à un oscillateur constitué d'un condensateur et d'une bobine.

Du fait de la variation de l'inductance de la bobine, l'oscillateur voit sa fréquence propre modifiée.

Un montage électronique permet alors de comparer la fréquence de cet oscillateur à une fréquence fixe.

La comparaison indique ainsi la présence d'un métal et sa nature.



D'après : fr.wikipedia.org et www. Chimix.com



Questions :

1⁰) **a** - Sur quel phénomène physique est basé le fonctionnement d'un détecteur de métaux ?

b - Préciser au moins deux domaines d'utilisation, cités dans le texte, du détecteur de métaux?

2⁰) Lequel des composants électriques du détecteur est sensible à l'approche d'un métal ? Justifier la réponse d'après le texte.

3⁰) L'oscillateur utilisé dans un détecteur de métaux est équivalent à un oscillateur électrique non amorti constitué par un condensateur de capacité C et une bobine purement inductive d'inductance $L = 20 \text{ mH}$.

En absence de métal à proximité, la fréquence propre $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ de l'oscillateur est voisine de 20 kHz.

a - Calculer la valeur de la capacité C utilisée dans l'oscillateur.

b - Au cours d'une recherche, un signal de fréquence $N = 15 \text{ kHz}$ est détecté. Justifier alors que le métal qui constitue l'objet trouvé n'est pas de l'or.

