Exercice I (14,75pts)

On considère le circuit représenté sur La figure -1, qui comporte :

- Un générateur idéal de tension, de force électromotrice $E=12V$.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r.
- Un condensateur $C=0{,}2mF$.
- Deux conducteurs ohmiques $R_1= 10\Omega$ et $R_2= 30\Omega$.
- Quatre interrupteurs K_1, K_2, K_3 et K_4.

N.B. ✓ *Toutes les parties sont indépendantes et les valeurs des composants peuvent changer d'une partie à l'autre.*

✓ *Dans toutes les parties on note t=0 le temps où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives.*

Partie A : K_1 et K_2 sont fermés, K_3 et K_4 sont ouverts.

0.25 **1.** Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ en fonction de E, R_1 et C.

0.25 **2.** Donner la valeur de la tension $u_C(t)$ en régime permanant.

1 **3.** Déterminer l'expression temporelle $u_C(t)$ en supposant que la tension initiale est $u_C(0)=U_0$.

1,5 **4.** En supposant $U_0=\alpha E$, où α est un coefficient compris entre 0 et 1, déterminer le temps t_0 au bout duquel la tension $u_C(t)$ devient égale à βE, où β est un coefficient compris entre α et 1.

1 **5.** Calculer le temps nécessaire pour que la tension $u_C(t)$ passe de 5% à 95% de sa valeur maximale.

Partie B : K_1 et K_3 sont fermés, K_2 et K_4 sont ouverts.

0,25 **6.** A $t=0^+$, donner l'intensité du courant i_1.

0,25 **7.** Etablir l'équation différentielle qui relie l'intensité du courant i_1 et sa dérivée en fonction de E, R_1, r et L.

0,5 **8.** Montrer que $u_L(0)=E$.

1 **9.** L'expression de la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine est : $u_L(t)=A+Be^{-\frac{t}{\tau}}$

En se basant sur les conditions initiales et le régime permanant, montrer que :

$$A=\frac{rE}{R_1+r} \;\; et \;\; B=\frac{R_1E}{R_1+r}$$

1,5 **10.** La figure -2, montre l'évolution de la tension $u_L(t)$ en fonction du temps. Soit (T) la droite tangente à la courbe $u_L(t)$ à la date t = 0. Montrer que l'équation de la tangente (T) est : $u = -\frac{R_1 E}{L} t + E$

11. Soit t_1 l'abscisse du point d'intersection de la tangente (T) avec l'axe de temps, et t_0 l'abscisse du point M, intersection de la tangente (T) avec l'asymptote horizontale à la courbe en régime permanant.

1 a. Montrer que $\frac{t_0}{t_1} = \frac{R_1}{R_1 + r}$. En déduire la valeur de r si t_0=1ms et t_1=1,2ms.

0,5 b. Calculer l'inductance L de la bobine.

Partie C : K_1, K_3 et K_4 sont fermés, K_2 est ouvert.

à $t=0^+$:

0,75 **12.** Donner l'intensité du courant i_1

0,75 **13.** Donner la valeur de la tension u_L.

Quand le régime permanent est établi :

0,5 **14.** Calculer la résistance équivalente vue par la source de tension.

1 **15.** En déduire les valeurs des intensités i_1, i_4 et i_5.

1 **16.** L'intensité du courant i_4 s'écrit sous la forme $i_4(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$.

En utilisant les questions précédentes, trouver les valeurs de A et B.

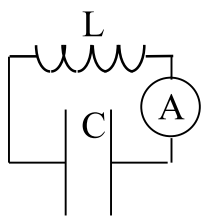
** **Partie D: K_1, K_2, K_3 et K_4 sont fermés.**

Dans cette partie, le condensateur est initialement déchargé et la bobine L est remplacée par une bobine L_1=10mH ayant une résistance interne négligeable.

2 **17.** Etablir l'équation différentielle qui relie le courant $i_4(t)$ et ses dérivées.

Exercice II (3,25pts)

On charge complètement un condensateur de capacité C, puis on le branche à une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable. Au cours de la décharge, l'ampèremètre affiche la valeur *I=6,7mA.*



La figure-3 montre les variations de la charge *q(t)* du condensateur en fonction du temps.

0,25 1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par *q(t)*.

1 2. La solution de cette équation s'écrit sous la forme $q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$.

Trouver les valeurs de T_0 ، φ et Q_m.

3. La courbe de la figure-4 montre l'évolution de l'énergie de la bobine E_L en fonction de q^2.

0,5 a. Trouver l'expression de E_L en fonction de q, C, et l'énergie totale E du circuit LC.

0,5 b. Déterminer graphiquement les valeurs de L et C.

1 c. A un instant t, l'intensité du courant vaut $i=5mA$. Calculer les deux valeurs possibles de la tension aux bornes du condensateurs.

Exercice III (2pts)

On réalise un circuit, comportant un générateur GBF en série avec une bobine d'inductance $L=1H$ et de résistance interne $r=10\Omega$, un condensateur de capacité C, et un conducteur ohmique de résistance réglable R_0, en plus d'un ampèremètre. Le GBF délivre une tension sinusoïdale de tension maximale $U_m=6V$.
On fait varier la fréquence du GBF, et on mesure l'intensité efficace du courant électrique circulant dans le circuit. On obtient la courbe représentée dans la figure-5 pour une valeur R_1 de la résistance R_0.

0,5 1. Calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

0,5 2. Trouver la valeur de R_1.

3. On règle la fréquence du GBF sur la valeur $N=160Hz$ et la capacité du condensateur sur la valeur C', on obtient avec un oscilloscope les courbes de la figure-6.

0,5 a. Déterminer la phase de la tension $u(t)$ par rapport à $i(t)$.

0,5 b. Sachant que les deux entrées de l'oscilloscope ont la même sensibilité verticale, trouver la valeur efficace de l'intensité du courant.

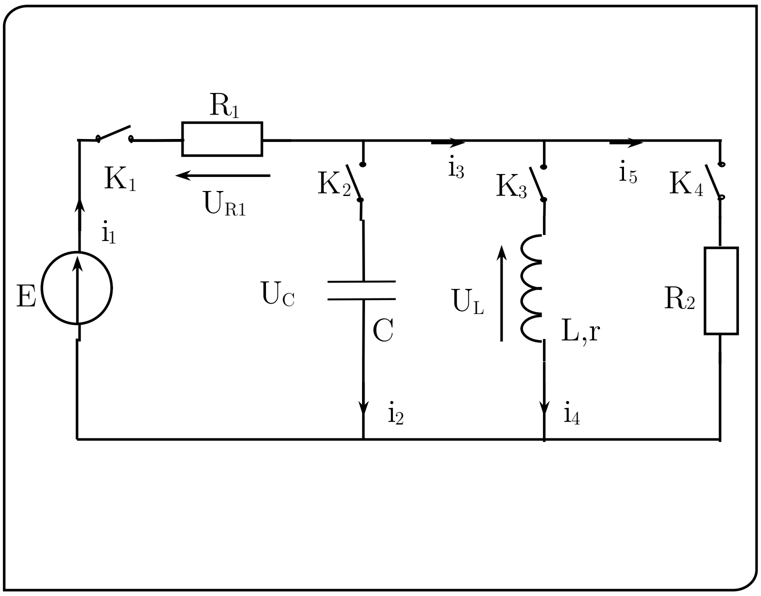


Figure-1-

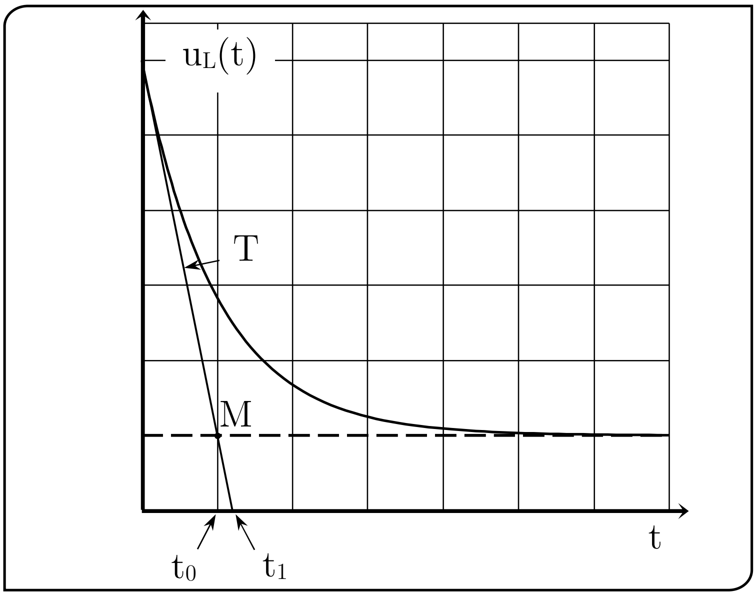


Figure-2-

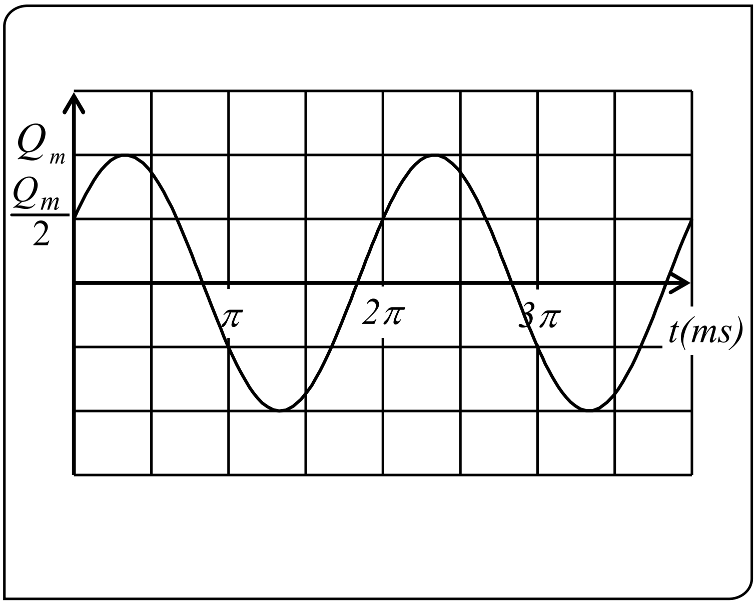


Figure-3-

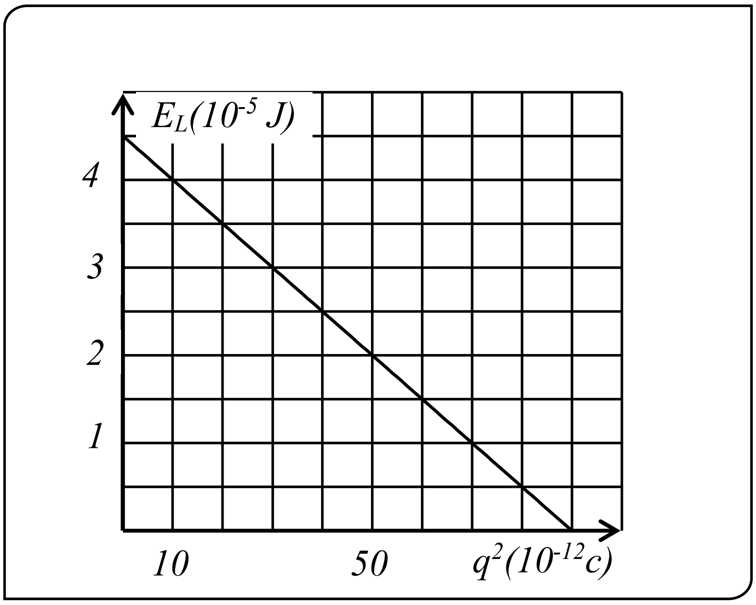


Figure-4-

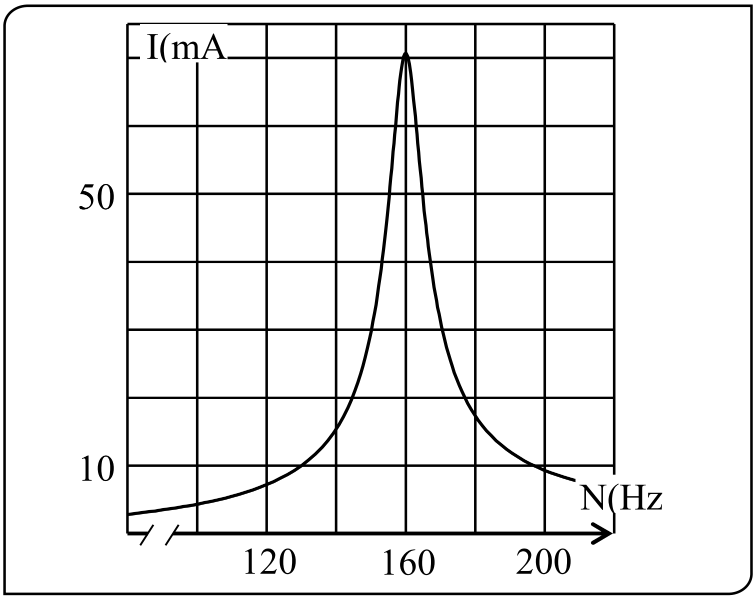


Figure-5-

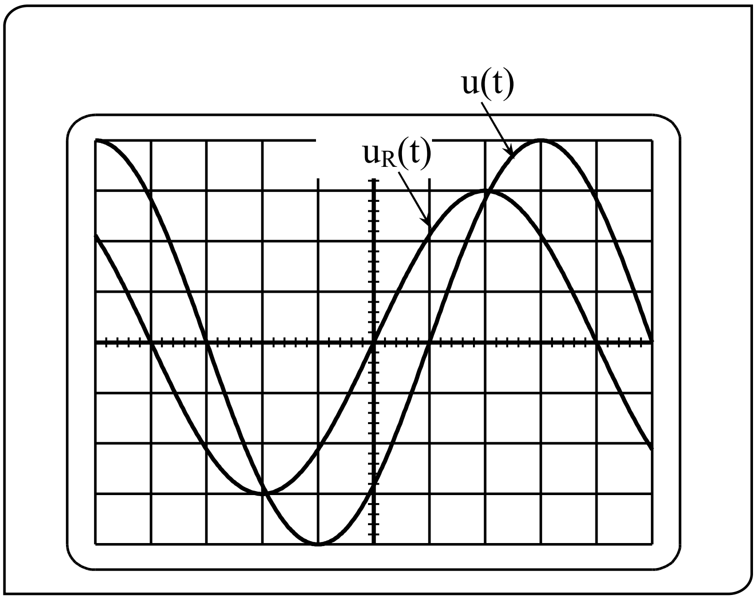


Figure-6-