

1

**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 permanent.
- 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  $\alpha$  est un coefficient compris entre 0 et 1, déterminer le temps  $t_0$  au bout duquel la tension  $u_C(t)$  devient égale à  $\beta E$ , où  $\beta$  est un coefficient compris entre  $\alpha$  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  $i_L$ .
- 0,25 7. Etablir l'équation différentielle qui relie l'intensité du courant  $i_L$  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 permanent, montrer que :

$$A = \frac{rE}{R_1 + r} \text{ et } B = \frac{R_1 E}{R_1 + r}$$

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 permanent.

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

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.**

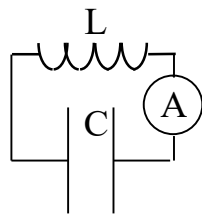
Dans cette partie, le condensateur est initialement déchargé et la bobine  $L$  est remplacée par une bobine  $L_1=10\text{mH}$  ayant une résistance interne négligeable.

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  $I=6,7\text{mA}$ .

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  $T_0$ ,  $\varphi$  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.

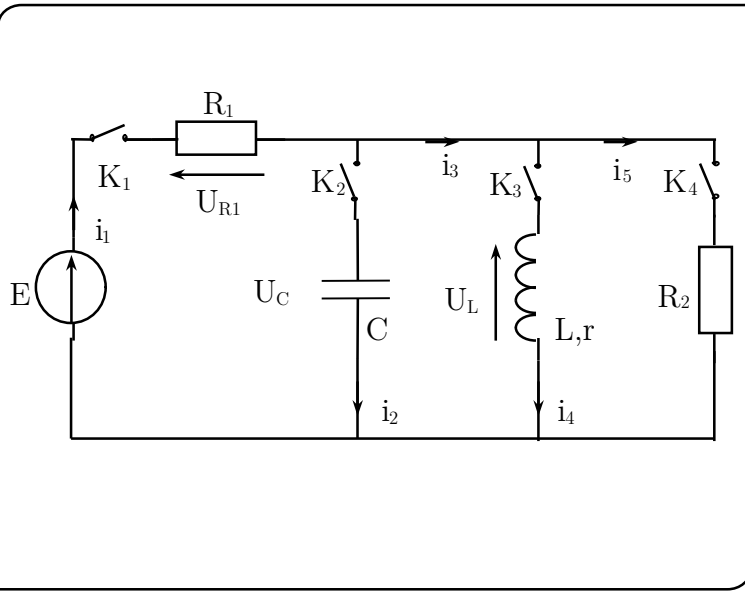


Figure-1-

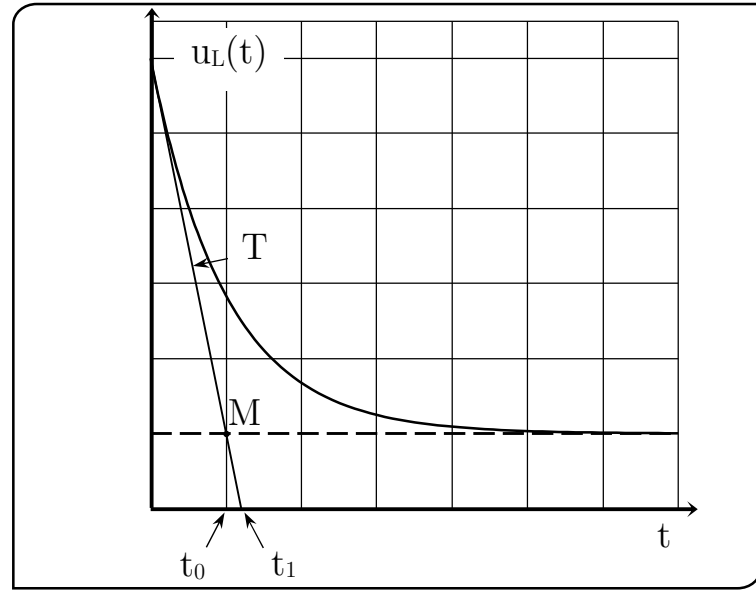


Figure-2-

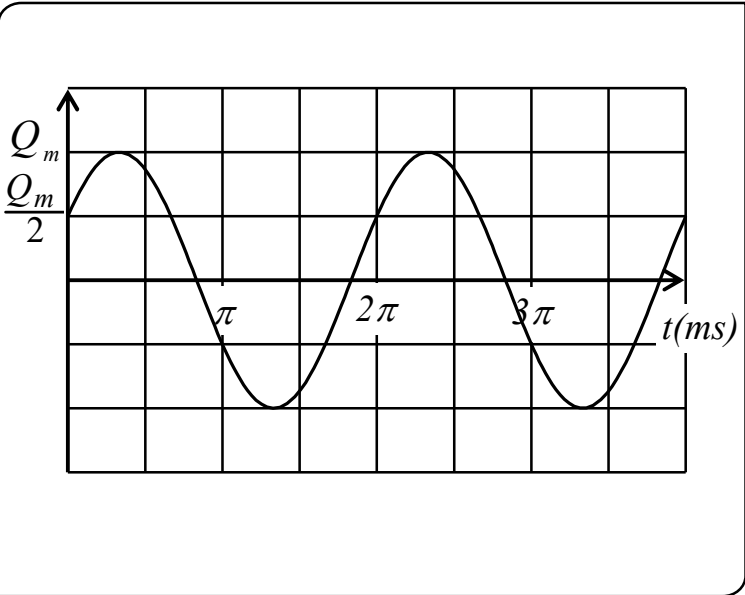


Figure-3-

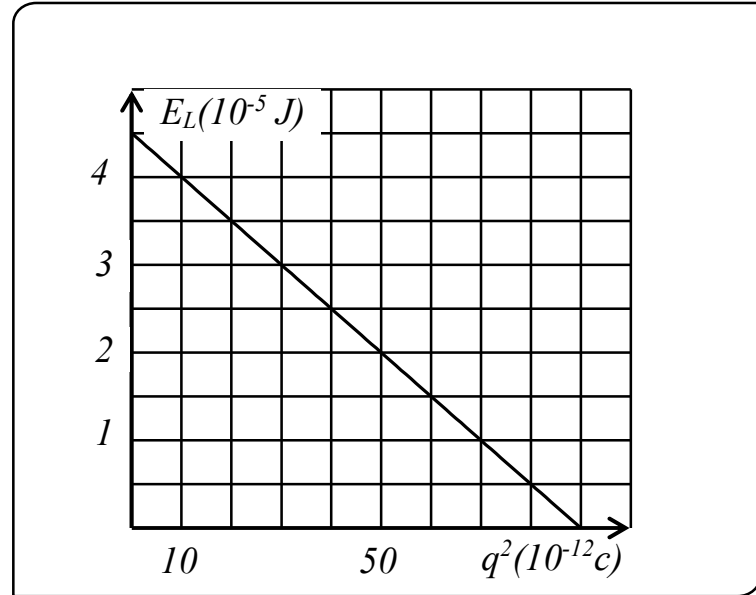


Figure-4-

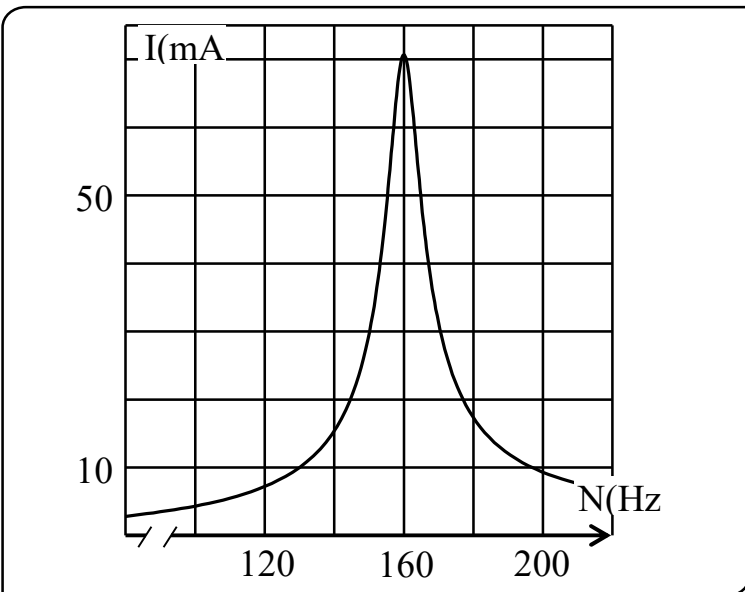


Figure-5-

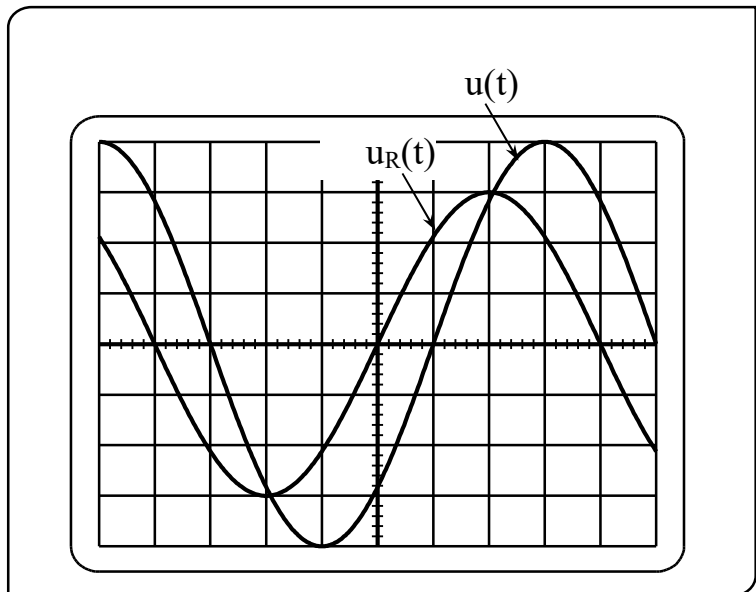


Figure-6-