| | | |
|---|---|---|
| Ecole Al haddadine-filles | Exam final Phys SG | 15 -Mai - ..... |
| Tripoli (N 2033) | Al – Maquassed | Durée : 2h |

**Ex : [7,5 pts] Détermination de l'inductance d'une bobine - énergie**

On désire déterminer l'inductance L d'une bobine par deux méthodes différentes.

**A- Circuit R, L**

On considère le circuit électrique de la figure 1 qui comporte un générateur basses fréquences (GBF) monté en série avec un conducteur ohmique de résistance R' = 1 kΩ. Cet ensemble est branché aux bornes d'un dipôle formé de la bobine et d'un conducteur ohmique de résistance R réglable. (Voir figure 1).

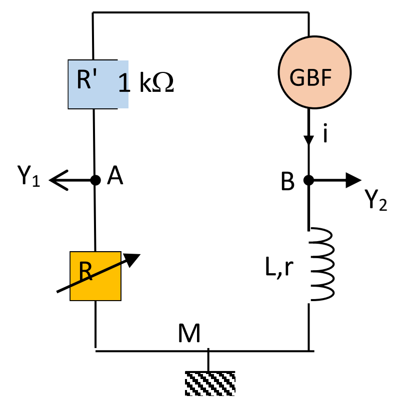

Fig. 1

Un oscilloscope est branché comme l'indique la figure. Cet oscilloscope visualise la tension $u_1 = u_{AM}$ aux bornes du conducteur ohmique R et $u_2 = u_{BM}$ aux bornes de la bobine. La touche ADD de l'oscilloscope permet d'observer la tension $u_S = u_1 + u_2$.

Sur la figure 2, on a visualisé les courbes $u_1(t)$ et $u_S(t)$.

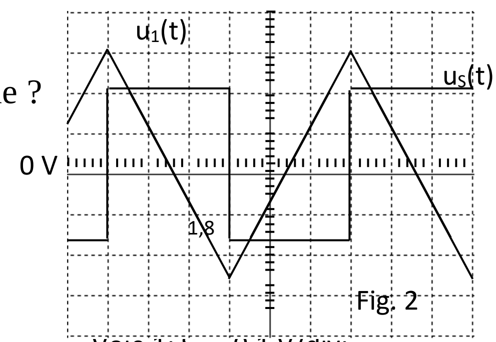

Fig. 2

Voie 1: $S_V = 0,1$ V/div;
Voie ($u_S$): $S_V = 0,5$ V/div;
Base time: $S_h = 5$ ms/div.

1. On mesure la valeur de r et on trouve 8 Ω. Quel appareil permet de mesurer simplement la résistance r de la bobine ?
2. Exprimer en fonction de i, r, L et R les tensions suivantes :
   a) $u_1 = u_{AM}$ ;
   b) $u_2 = u_{BM}$ ;
   c) $u_S = u_1 + u_2$.
3. On ajuste la valeur de R à la valeur de r (R = r).
   Montrer que dans ce cas, $u_S(t)$ peut se mettre sous la forme :

$$u_S(t) = -\frac{L}{R}\cdot\frac{du_1}{dt}.$$

4. En utilisant l'oscillogramme de la figure 2 :
   a) déterminer la période T de la tension délivrée par le GBF ;
   b) calculer sur un intervalle de demi-période la valeur de $\frac{du_1}{dt}$.
   c) déduire la valeur de L.

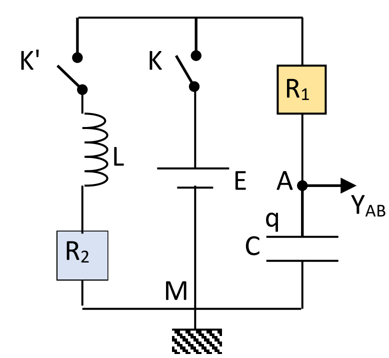

Fig. 3

**B- Circuit R, L, C**

On réalise maintenant le montage de la figure 3 le circuit électrique de cette figure qui comporte un générateur de tension continue de f.é.m. E, un condensateur de capacité

C = 20 µF, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, deux conducteurs ohmiques

$R_1 = R_2 = 20$ Ω et deux interrupteurs K et K'.

On utilise un dispositif approprié pour enregistrer sur la voie A la tension $u_C = u_{AM}$ aux bornes du condensateur.

**1- Charge du condensateur**

Les deux interrupteurs sont initialement ouverts.

À un instant $t_0 = 0$, on ferme K (K' est maintenu ouvert). On obtient l'enregistrement de la figure 4, qui donne l'évolution de la tension $u_C$ en fonction du temps.

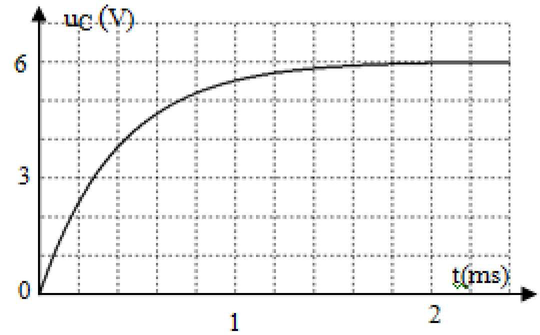

Fig. 4

1) Sachant que cette évolution est donnée par

$u_C = A\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, déterminer les valeurs de A et $\tau$. En déduire celle de E.

2) Justifier la valeur de C.

**2- Décharge du condensateur**

Une fois le condensateur est chargé, on ouvre K, puis on ferme K'. Le circuit est alors le siège d'oscillations électriques. On suppose que l'enregistrement prend lieu à l'instant de fermeture de K'. (Voir figure 4)

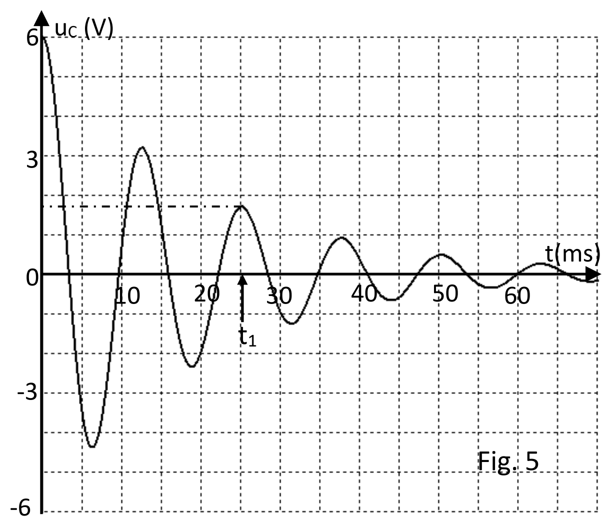

Fig. 5

1) On se place dans le cas idéal où la résistance totale du circuit est négligeable.

i) Établir l'équation différentielle vérifiée par q. (q étant la charge portée par l'armature A du condensateur).

ii) En déduire l'expression de la période propre $T_0$ des oscillations.

2) Dans la pratique la résistance totale du circuit n'est pas négligeable.

2.1) Déterminer, à partir de la figure 5, la pseudo- période T des oscillations.

2.2) En assimilant la pseudo-période T des oscillations à la période propre $T_0$ des oscillations libres, déterminer la valeur de l'inductance L.

3) 3.1) Déterminer l'énergie stockée dans le condensateur à la date $t = t_1$.

3.2) En négligeant la perte d'énergie sur un quart de période, calculer l'intensité du courant dans le circuit à la date $t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$.

Barème : by english language

| Ex 4 -[7.5 pts] | Determination of the inductance of a coil - energy | |
|---|---|---|
| A-1 | Ohmmeter | 0.25 |
| A-2-a | $u_1 = u_{AM} = - Ri$ | 0.25 |
| A-2-b | $u_2 = u_{BM} = L\frac{di}{dt} + ri$ | 0.25 |
| A-2-c | $u_S = u_1 + u_2 = L\frac{di}{dt} + ri - Ri$ | 0.50 |
| A-3 | Given $R = r \Leftrightarrow ri - Ri = 0 \Leftrightarrow u_S = L\frac{di}{dt}$ ; $i = \frac{u_1}{-R} \Leftrightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{1}{R}\frac{du_1}{dt}$ <br> $\Leftrightarrow u_S = -\frac{L}{R}\frac{du_1}{dt}$ | 0.50 |
| A-4-a | $T = s_h \times x = 6 \times 5 = 30$ ms | 0.50 |
| A-4-b | $\frac{du_1}{dt} = \frac{(-3-3)\times 0.1}{3\times 5\times 10^{-3}} = -40$ V/s | 0.50 |
| A-4-c | $u_S = -\frac{L}{R}\frac{du_1}{dt} \Leftrightarrow 2 \times 0.5 = -\frac{L}{8}\times(-40) \Leftrightarrow L = 0.2$ H | 0.75 |
| B-1-a | When t tends to $\propto$ ; $u_1 = A = 6$ V <br> At $t = \tau$ ; $u_1 = 63\%\, E = 0.63 \times 6 = 3.78$ V; from the figure for $u_1 = 3.78$ V $\Leftrightarrow \tau = 0.4$ms: <br> $E = A = 6$V | 0.75 |
| B-1-b | $\tau = RC \Leftrightarrow C = \frac{\tau}{R} = 2 \times 10^{-5}$ F $= 20\ \mu$F | 0.50 |
| B-2-a-i | Case of $R_{total} = R_1 + R_2 = 0$ ; $u_{AM} = u_L$ and $u_{AM} = \frac{q}{c}$ ; <br> and $u_L = L\frac{di}{dt}$ ; $i = -\frac{dq}{dt}$ discharging mode $\Leftrightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{d^2q}{dt^2}$ <br> $\frac{q}{c} = -L\frac{d^2q}{dt^2} \Leftrightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$ ; differential equation of second order similar to <br> $\ddot{q} + \omega_0^2\, q = 0$ | 0.75 |

| | | |
|---|---|---|
| **B-2-a-ii** | By comparison $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Leftrightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$ | 0.25 |
| **B-2-b-i** | T = 12.5 ms = 0.0125 s from the figure | 0.25 |
| **B-2-b-ii** | $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \Leftrightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} \cong 0.2$ H | 0.50 |
| **B-2-c-i** | At $t = t_1 = 25$ ms ; $u_1 = u_C = 1.8$ V $\Leftrightarrow E_S = \frac{1}{2} C u^2 = 3.24 \times 10^{-5}$ J | 0.50 |
| **B-2-c-ii** | At $t = t_2 = t_1 + \frac{T}{4}$ ; $u_C = 0 \Leftrightarrow$ electric energy is zero $\Leftrightarrow$ magnetic energy is maximum and equal to the previous electric energy since no loss (given) Current is maximum $\Leftrightarrow$ $E_{mag} = \frac{1}{2} L i^2 \Leftrightarrow i = \sqrt{\frac{2 \times 3.24 \times 10^{-5}}{0.2}} = 0.018$ A | 0.50 |