Exercices d'applications – Chapitre 8

Les oscillations électriques dans un circuit RLC libre

❖ Exercice 1 :

Partie I : Étude du circuit RLC série

On charge totalement un condensateur de capacité C, puis on le monte en série, à un instant choisi comme origine des dates (t=0) avec une bobine (B) d'inductance L=0,5H et de résistance interne r = 10Ω et un conducteur ohmique de résistance R=40Ω (figure 1).

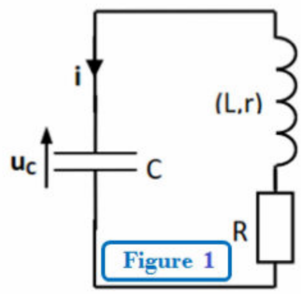


Figure 1

Les courbes de la figure 2 représentent l'évolution de la tension $U_C(t)$ aux bornes du condensateur et celle de l'intensité i(t) du courant électrique qui circule dans le circuit.

1.1 Recopier la figure 3 sur ta copie, puis indiquer sur le schéma comment brancher un oscilloscope pour visualiser la tension (t)

1.2 Quel régime correspond aux courbes de la figure 2 ? Justifier

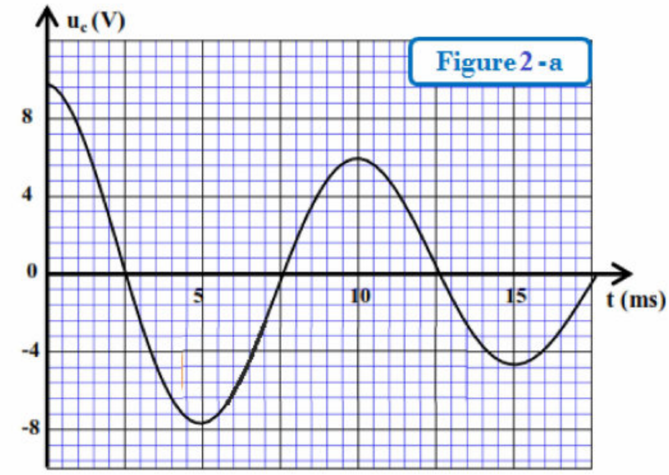


Figure 2 -a

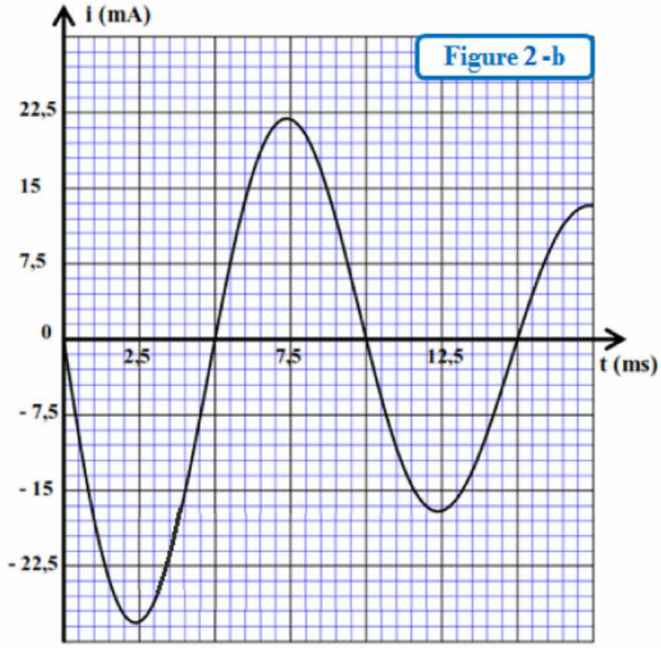


Figure 2 -b

1.3 Déterminer la valeur de la capacité C, sachant que la pseudo-période T est approximativement égale à la période propre T_0 de l'oscillateur électrique LC ($T \approx T_0$). on prend $\pi^2 = 10$,

1.4 Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $U_C(t)$ aux bornes du condensateur.

1.5 À l'aide des courbes de la figure 2, calculer l'énergie totale E_T du circuit à la date t_1 = 9ms en (μJ)

1.6 Montrer que l'énergie totale E_T du circuit diminue au cours du temps selon la relation $\frac{dE_T}{dt} = -(R + r)\, i^2 < 0$. Expliquer cette diminution

1.7 Déterminer, entre les instants t_0=0 et t_2=10 ms, la variation ΔE_T de l'énergie totale du circuit, puis déduire $|E_J|$ l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre ces instants t_0=0 et $t=t_2$.

Partie II : Entretien des oscillations électriques

Pour entretenir les oscillations électriques, on ajoute au circuit RLC précédent, un générateur (G) qui délivre une tension proportionnelle à l'intensité du courant selon la relation : $U_g(t) = k\,.i(t)$

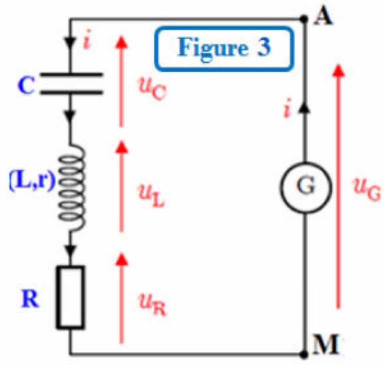


Figure 3

2.1 Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) puis déterminer le terme qui traduit l'amortissement des oscillations.

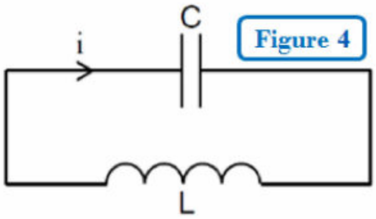
2.2 Déterminer la valeur de la constante k pour que les oscillations électriques soient sinusoïdales ?

Partie III : Étude du circuit LC idéal

On suppose maintenant que la résistance interne r de la bobine (B) est nulle (bobine idéale r = 0)

On monte en série, à un instant choisi comme origine des dates (t=0), cette bobine avec le condensateur précédent préalablement chargé (figure 4).

La courbe de la figure 5 représente l'évolution temporelle de la charge q(t) du condensateur.

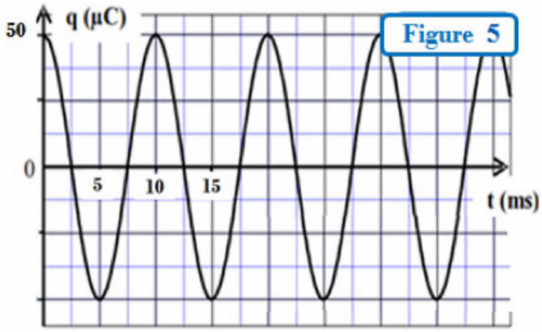


3.1 Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t).

3.2 La solution de cette équation différentielle est une fonction sinusoïdale de la forme :

$$q(t) = q_{max}.\cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi) \;;$$

avec : q_{max}, T_0 et φ sont des constantes à déterminer



a. Déterminer les valeurs q_{max}, T_0 et φ

b. Trouver l'expression de la période propre T_0 en fonction de L et C.

c. En utilisant l'analyse dimensionnelle, montrer que T_0 a une dimension du temps

3.3 Montrer que l'énergie totale Et s'écrit sous la forme :

$$E_T = \frac{1}{2}.\frac{q_{max}^2}{C}.$$ Conclure