

EXERCICE 1 (4 points) (physique-chimie et mathématiques)

Pertes d'énergie dans le réseau électrique

Lors de l'alimentation d'un équipement électrique en régime sinusoïdal, les pertes d'énergie par effet Joule dans les lignes d'alimentation peuvent être importantes. Afin d'évaluer leur valeur, on doit calculer le facteur de puissance de l'équipement électrique.

Données :

Pour un courant alternatif sinusoïdal, les valeurs efficaces de la tension et de l'intensité du courant, U_{eff} et I_{eff} , sont reliées à leurs valeurs maximales, U_{max} et I_{max} , par les relations :

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad \text{et} \quad I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

Partie 1

L'équipement électrique dont on désire déterminer le facteur de puissance est constitué de l'association d'une bobine, composant électrique présent dans de nombreux circuits électriques, et d'un résistor. On réalise le circuit représenté sur la figure 1 ci-dessous.

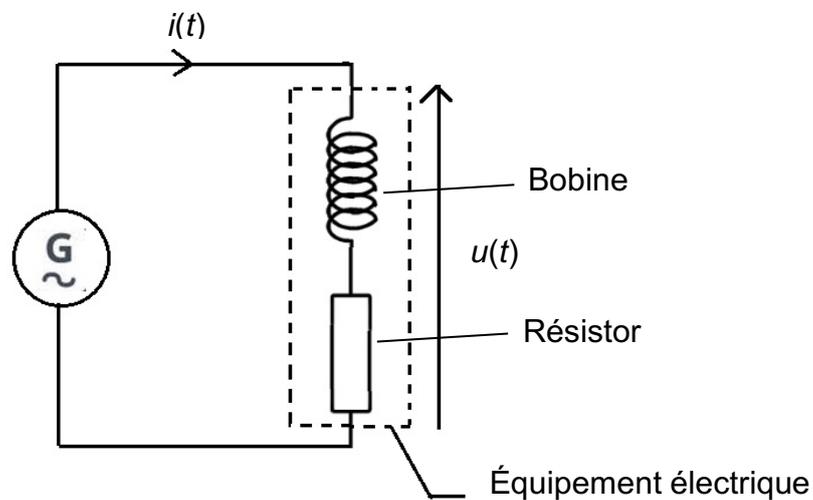


Figure 1 – Circuit électrique réalisé

La figure 2 ci-après représente l'évolution temporelle de la tension $u(t)$ aux bornes de l'équipement électrique.

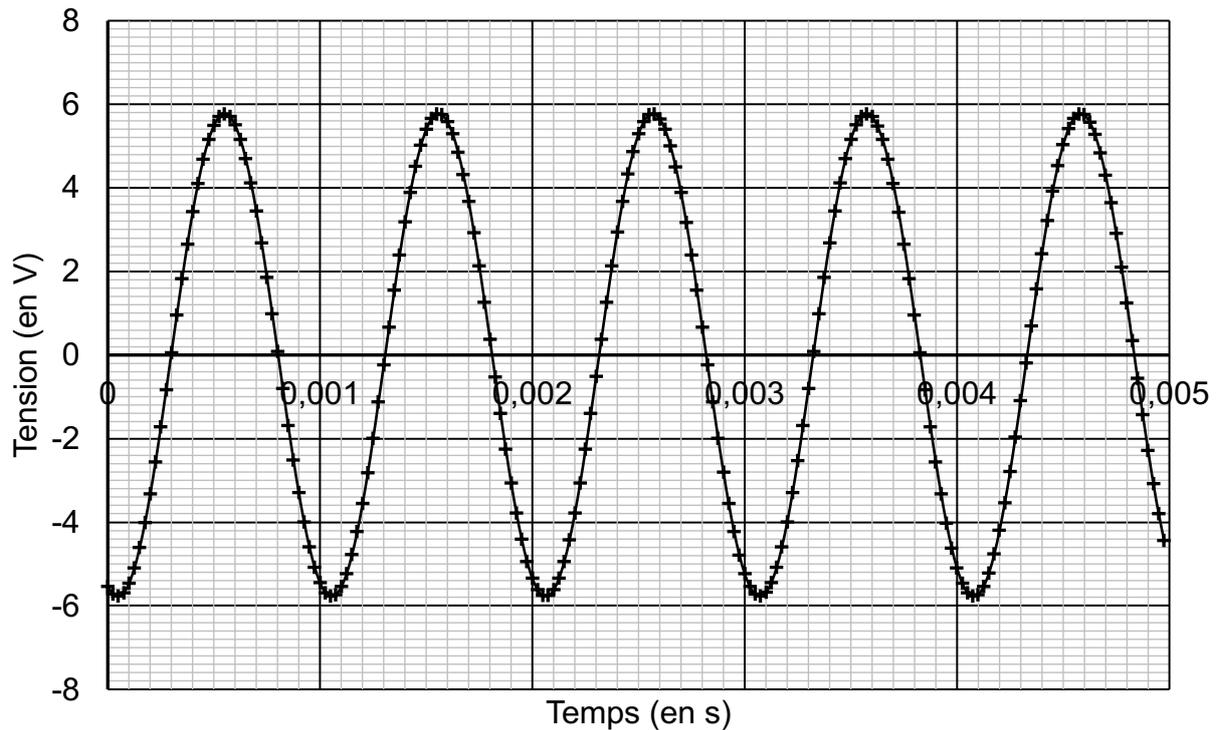


Figure 2 – Évolution temporelle de la tension aux bornes de l'équipement électrique.

Q1. Déterminer par lecture graphique la valeur maximale, notée U_{\max} , de la tension observée puis calculer la valeur efficace associée, notée U_{eff} .

Q2. Sachant que la valeur efficace de l'intensité du courant est égale à $I_{\text{eff}} = 3,5 \times 10^{-3}$ A, montrer que la puissance apparente S de l'équipement électrique a pour valeur approximative $S = 1,4 \times 10^{-2}$ VA.

On rappelle que l'expression du facteur de puissance k en fonction de la puissance active et de la puissance apparente est : $k = \frac{P}{S}$.

Q3. Sachant que la puissance active P reçue par l'équipement électrique a pour valeur $P = 1,2 \times 10^{-2}$ W, calculer son facteur de puissance k .

Q4. Montrer que l'énergie E reçue par l'équipement électrique pendant une durée d'une minute a pour valeur $E = 0,72$ J.

Q5. On souhaite diminuer les pertes d'énergie induites dans les lignes d'alimentation par l'utilisation de l'appareil en modifiant son facteur de puissance k sans changer la puissance électrique qu'il reçoit. Préciser s'il est nécessaire d'augmenter ou de diminuer la valeur de k .

Partie 2

On établit un modèle numérique à partir de l'expérience décrite en partie 1. On suppose que la fonction modélisant la puissance instantanée, exprimée en mW, reçue par l'équipement électrique en fonction du temps t , exprimé en seconde, est définie sur l'intervalle $[0; +\infty[$ par :

$$f(t) = 12,25 - 13,91 \sin(12466 t).$$

Q6. On considère la fonction F définie sur $[0; +\infty[$ par :

$$F(t) = 12,25 t + \frac{13,91}{12466} \cos(12466 t).$$

Montrer que F est une primitive de f sur l'intervalle $[0; +\infty[$.

Q7. L'intégrale $E_{\text{mod}} = \int_0^{60} f(t) dt$ modélise l'énergie reçue par l'équipement électrique pendant une minute, exprimée en mJ. Calculer l'énergie E_{mod} , en arrondissant à l'unité.

L'incertitude type sur l'énergie de valeur $E = 0,72$ J, mesurée à la question Q4, vaut $u(E) = 10$ mJ. Le nombre z d'incertitudes types qui séparent E et E_{mod} est donné par la relation :

$$z = \frac{|E - E_{\text{mod}}|}{u(E)}$$

Q8. Calculer la valeur de z et discuter l'accord entre le modèle adopté et la valeur mesurée de E .