Nom et Prénom : ……

Note MGE	35	7

REMARQUE IMPORTANTE : *Les réponses doivent être précises et rigoureuses, sous peine de nullité.*

MODELISATION D'UNE BOBINE A NOYAU A BASSES FREQUENCES

La fig. 1 représente une bobine à noyau, torique indéformable, ayant une longueur moyenne l_e et une section rectangulaire $A_e = a \cdot b$. Le matériau du noyau ferromagnétique, supposé *linéaire et invariant* possède une perméabilité relative μ_r et une résistivité ρ_{Fer}. Le champ magnétique établi dans le noyau est *uniforme* et on néglige *les effets de bords*.

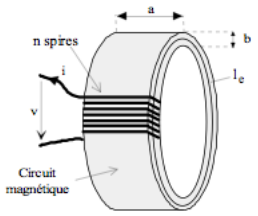

Figure 1

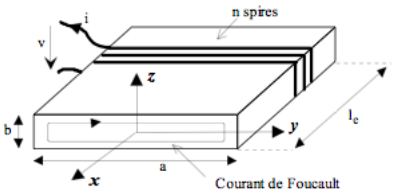

Figure 2

Le bobinage *en cuivre* est constitué de *N spires* jointives. La figure 2 illustre la circulation des courants induits de Foucault dans le noyau *en régime variable*. On donne :

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ S.I.

Bobinage : $N = 232$ spires $l_{Cu} = 56.3$ m $A_{Cu} = 0.55$ mm^2 $\rho_{Cu} = 17.6 \times 10^{-9}$ Ω.m

Noyau ferromagnétique : $a = 45$ mm $b = 35$ mm $l_e = 80$ cm $\mu_r = 1960$ $\rho_{Fer} = 9.20$ $\mu\Omega$.m

La canalisation du flux magnétique à travers le noyau ferromagnétique n'est pas parfaite.

1a ***A partir des hypothèses ci-dessus, proposer****, en justifiant succinctement l'apparition de chaque élément*, un modèle électrique macroscopique représentant ***cette bobine d'étude***, à basses fréquences.

2 pts

1b ***Expliquez*** *avec précision* la signification physique de l'élément de votre modèle qui caractérise les pertes apparaissant *uniquement* en *régime temporel variable*.

3 pts

2 La bobine est alimentée par une source de tension sinusoïdale $v(t)$ à la fréquence $f = 50\ Hz$. Sa valeur efficace est notée V, tandis que celle apparaissant aux bornes de l'inductance magnétisante L_μ de la bobine est notée V_1.

*A 50 Hz, l'**impédance** due aux fuites magnétiques*, est le **triple** de la résistance caractérisant les pertes par effet Joule.

2-a ***Exprimez*** V_1 en fonction de N, a, b, f et B_{1Max}, l'induction maximale établie dans le matériau magnétique.

2 pts

2-b ***Calculez*** la valeur numérique de V_1, sachant que $B_{1Max} = 2.22\ T$.

1 pt

3 La puissance instantanée $p_{Fo}(t)$ associée aux courants de Foucault dans le noyau ferromagnétique d'épaisseur b, de largeur a et de longueur l_e est donné par : $p_{Fo}(t) = \dfrac{b\, l_e V_1^2 \sin^2\left(\omega t + \theta_{V1}\right)}{12\, a \rho_{Fer} N^2}$.

3-a ***En déduisez*** l'expression de la puissance moyenne P_{FO} associée aux pertes fer dans le noyau *plein*.

4 pts

3-b Afin de réduire ces pertes dans le noyau, ce dernier est constitué de x feuilles identiques (isolées électriquement) d'épaisseur $b' = b/x$, de largeur a et de longueur l_e.

Montrez que la puissance dissipée dans le nouveau noyau feuillé est : $P_{Fo_xFeuilles} = \frac{P_{Fo}}{x^2}$.

6 pts

4 Modélisation de la bobine.

4-a Pour $x = 25$, ***Calculez*** la valeur de $P_{FO_xFeuilles}$, puis celle de la résistance fictive R_{FO} associée aux pertes fer.

3 pts

4-b ***Calculez*** la valeur de l'inductance magnétisante L_μ de la bobine.

2 pts

4-c ***Calculez*** la résistance r du bobinage.

2 pts

4-d ***Calculez*** la valeur de l'inductance de fuites l_f de la bobine (voir l'hypothèse au §**2**).

1 pt

4-e ***Déterminez*** la valeur de V, puis ***comparez*** à V_1 (*Conseil pratique : utilisez un tableau de Boucherot*).

9 pts