Examen Final

Mardi 16 janvier 2024

Aucun document n'est autorisé - Calculatrice autorisée - Durée : 2h

Ce sujet comporte 3 pages.

Lisez attentivement et entièrement l'énoncé des exercices proposés.

Respectez les instructions de l'énoncé.

Écrivez votre nom sur vos copies et numérotez-les.

Tout prêt de matériel et toute collaboration sont strictement interdits.

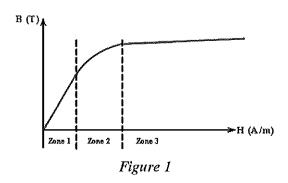
L'utilisation du téléphone portable est interdite.

Question n°1: 1 point

Quel est le matériau que l'on utilise pour la réalisation des circuits magnétiques des transformateurs et machines électriques tournantes.

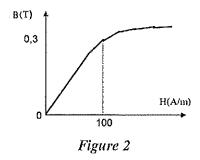
Question n°2: 1 point

Donner les noms des trois zones ci-dessous de la courbe de première aimantation (cf. figure 1)



Exercice n°1: 4 points

Soit un circuit magnétique réalisé à base d'un matériau ayant comme courbe de première aimantation la figure ci-dessous :



- 1) Calculer sa perméabilité magnétique absolue μ_a dans la zone linéaire de B = f(H)
- 2) En déduire la valeur de sa perméabilité magnétique relative dans la même zone

On veut réaliser une bobine d'inductance L = 1mH à l'aide d'un tore constitué de ce matériau. La ligne moyenne de champ de ce tore a pour longueur $\ell = 10$ Cm et sa section droite est de S = 1.25 Cm². Il est sans entrefer et soumis à des conditions d'utilisations telles que le matériau ne soit pas saturé.

- 3) Calculer la réluctance n du circuit magnétique
- 4) En déduire le nombre de spires N à bobiner sur ce tore afin de réaliser une bobine d'inductance L = 1mH.
- 5) Quelle est la valeur maximale de l'intensité du courant que l'on pourra faire passer dans la bobine si l'on veut que son inductance reste constante et égale à 1mH.

Sur ce tore, on pratique à présent un entrefer e = 0.1mm

- 6) Calculer la nouvelle valeur de la réluctance N'
- 7) En déduire le nombre de spires N' à bobiner sur ce tore afin de réaliser une bobine d'inductance L = 1mH
- 8) Sachant que le flux maximum à travers une spire vaut 37,5 μWb à la limite de la saturation, en déduire la valeur maximale que peut prendre l'intensité du courant dans le bobinage pour que l'inductance reste constante (application de la relation d'Hopkinson)

Exercice n°2: 6 points

On considère le circuit magnétique suivant (figure 3) dans lequel est ménagé un entrefer d'épaisseur e. On note H_{fer} et H_e les valeurs respectives de l'excitation magnétique dans le fer et dans l'entrefer.

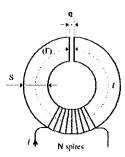


Figure 3

- 1) En supposant que la section du circuit magnétique est la même dans le fer que dans l'entrefer, écrire la relation entre B_{fer} et B_e en fonction du flux
- 2) Trouver la relation liant H_{fer} à H_e
- 3) La perméabilité magnétique du matériau ferromagnétique est supposée très grande, en déduire H_e en fonction du nombre de spires N, du courant i et de l'entrefer e
- 4) En déduire l'expression de l'inductance propre L de la bibine
- 5) On considère à présent le circuit magnétique ci-dessous (figure 4). Celui-ci est constitué d'une culasse fixe et d'une armature mobile en fer doux. On supposera que ces sections respectives sont identiques. Les deux entrefers varient mais restent de faible d'épaisseur. Donner l'expression de l'inductance de la bobine

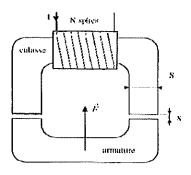


Figure 4

La force qui s'exerce sur l'armature a pour expression $F = \frac{1}{2}i^2\frac{dL}{dx}$. En déduire l'expression de cette force.

Exercice n°3: 8 points

Les essais suivants ont été réalisés sur un transformateur monophasé :

- Essai à vide sous tension primaire nominale $V_{1n}=2,2~\mathrm{KV},~50~\mathrm{Hz}$. On relève la tension secondaire à vide $V_{20}=230~\mathrm{V},$ courants primaire à vide $I_{10}=1,5~\mathrm{A}$ et la puissance active à vide $P_{10}=700~\mathrm{W}$
- Essai en court-circuit sous tension réduite $V_{1cc} = 130 \text{ V}$. On relève la puissance mesurée au primaire $P_{1cc} = 1,5 \text{ Kw}$ et le courant secondaire $I_{2cc} = 200 \text{ A}$
- 1) Proposer un schéma se câblage permettant de réaliser l'essai à vide
- 2) Calculer le rapport de transformation m du transformateur
- 3) Calculer le facteur de puissance du transformateur lors de l'essai à vide
- 4) Calculer la valeur efficace de la composante réactive I₁₀ du courant absorbé à vide I₁₀
- 5) Proposer un schéma de câblage pour réaliser l'essai en court-circuit du transformateur
- 6) Pourquoi l'essai en court-circuit est-il réalisé sous tension réduite
- 7) Faire un schéma équivalent du transformateur ramené au secondaire et déterminer les éléments du schéma équivalent

Le transformateur alimente une charge inductive de facteur de puissance 0,8 absorbant un courant nominal de 200 A :

- a) Calculer la valeur approchée de la tension au secondaire V2
- b) En déduire la puissance active fournie à la charge P₂
- c) Calculer le rendement du transformateur