

Examen Final

Mardi 14 janvier 2020

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

Lisez attentivement et entièrement les énoncés des exercices proposés.

Écrivez votre nom et prénom 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

Dans quelle situation doit-on réaliser un couplage de deux transformateurs en parallèle ? Citer au minimum trois conditions à remplir pour le réaliser.

Exercice n°1 : 6 points

Soit le circuit magnétique de la Figure 1, constitué de trois noyaux N et de deux culasses C. Sur le noyau central est placé un enroulement n comprenant 125 spires.

Les noyaux et les culasses ont des sections S égales 64cm^2 et sont constitués d'un même matériau ferromagnétique de perméabilité relative $\mu_r = 1200$.

La longueur moyenne d'une ligne de champ dans un noyau est $l_{N\text{moy}} = 21\text{cm}$ et celle d'une culasse est

$l_{C\text{moy}} = 35\text{cm}$.

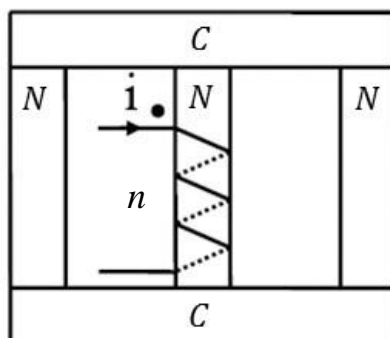


Figure 1

On demande de :

- 1) Calculer les réluctances \mathfrak{R}_N et \mathfrak{R}_C d'un noyau et d'une culasse.
- 2) En divisant chaque culasse en deux parties égales, dessiner le schéma magnétique équivalent et le simplifier compte tenu des règles d'association des réluctances.
- 3) Déterminer l'expression du flux Φ dans le noyau central en fonction de n , i , \mathfrak{R}_N et \mathfrak{R}_C . En déduire la valeur numérique de l'inductance L de la bobine.

Exercice n°2 : 6 points

On considère un circuit magnétique saturable représenté à la Figure 2.

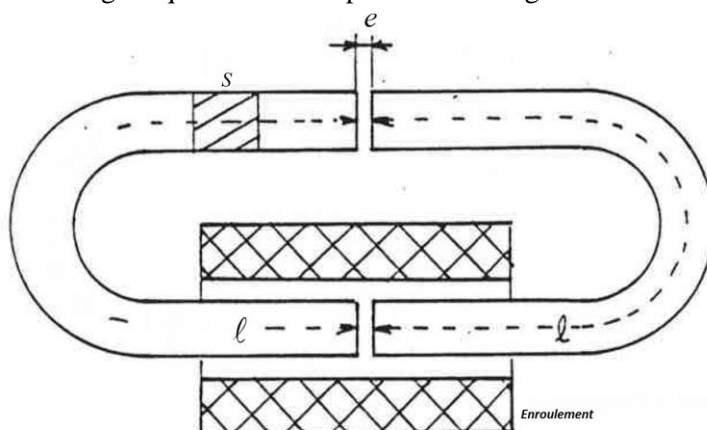


Figure 2

La caractéristique $B = f(H)$ du matériau est donné dans le Tableau 1.

| | | | | | |
|-----------|---|-----|-----|------|------|
| B (T) | 0 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 1,8 |
| H (A/m) | 0 | 150 | 500 | 1400 | 1850 |

Tableau 1

La section S est constante et vaut 4cm^2 . La longueur l est égale à 12cm et l'entrefer e vaut $0,15\text{mm}$. Le nombre de spires de l'enroulement est $n = 400$.

- 1) Le flux à travers le circuit magnétique est de $0,48\text{mWb}$. Déterminer le courant nécessaire pour obtenir ce point de fonctionnement.
- 2) Calculer en utilisant la pression électromagnétique $\frac{dF}{dS} = \frac{B^2}{2\mu_0}$ la force d'attraction entre les deux parties ferromagnétiques.
- 3) On maintient le courant à la valeur calculée précédemment et on ramène l'entrefer à zéro. Calculer la valeur du champ d'excitation magnétique dans le fer et en déduire l'induction magnétique en admettant une variation linéaire entre 1,6 et 1,8T.

Exercice n°3 : 6 points

Deux essais ont été réalisés sur un transformateur monophasé dont la plaque signalétique porte les indications suivantes : $U_1 = 1800V$, $f = 50Hz$.

- Essai à vide à tension primaire nominale donne : $U_{20} = 220V$, $I_{10} = 1A$ et $P_{10} = 600W$
- Essai en court-circuit donne : $U_{1CC} = 55V$, $I_{2CC} = 120A$ et $P_{1CC} = 720W$.

Au point de fonctionnement nominal, le transformateur débite un courant $I_{2n} = 80A$.

- 1) Déterminer à partir de l'essai à vide :
 - a) Le facteur de puissance à vide $\cos(\varphi_0)$
 - b) Le rapport de transformation
 - c) Les paramètres \mathfrak{R}_f et X_m
- 2) Déterminer à partir de l'essai en court-circuit la résistance R_s et la réactance X_s ramenées au secondaire du transformateur.
- 3) Etablir le schéma équivalent du transformateur correspondant à l'hypothèse de Kapp.
- 4) Pour le point de fonctionnement nominal, calculer les chutes de tensions et établir les diagrammes vectoriels correspondant pour les cas suivants :
 - a) La charge est purement résistive
 - b) La charge est inductive, $\cos(\varphi_2) = 0.8AR$
 - c) La charge est capacitive, $\cos(\varphi_2) = 0.8AV$
- 5) Pour le point de fonctionnement nominal avec la charge inductive (question 4.b), déterminer :
 - a) Le bilan des puissances
 - b) Le rendement du transformateur