

## 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  $64\text{cm}^2$  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

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

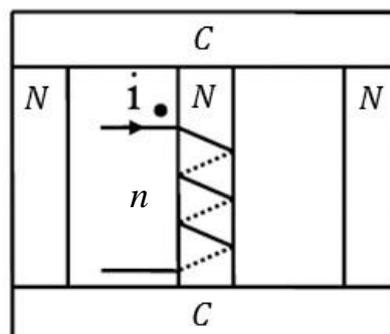


Figure 1

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  $\Phi$  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.

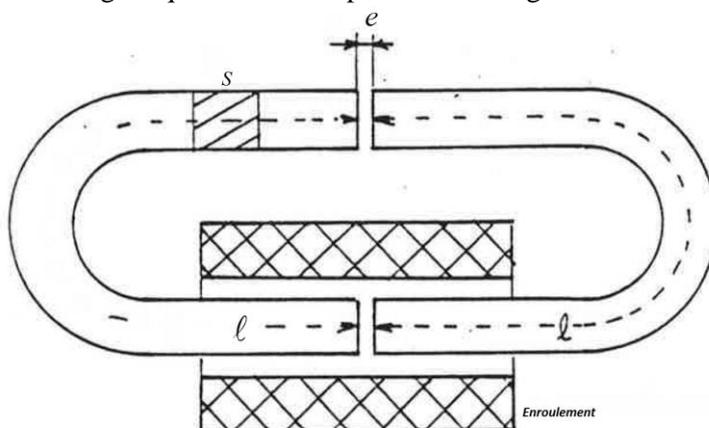


Figure 2

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  $4\text{cm}^2$ . La longueur  $l$  est égale à  $12\text{cm}$  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