

Examen final EL47 – Janvier 2007

Durée 2heures – Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Lire attentivement le sujet. Expliquez vos démarches. N'hésitez pas à faire des schémas. Encadrez vos résultats. Soigner la présentation.

Exercice 1

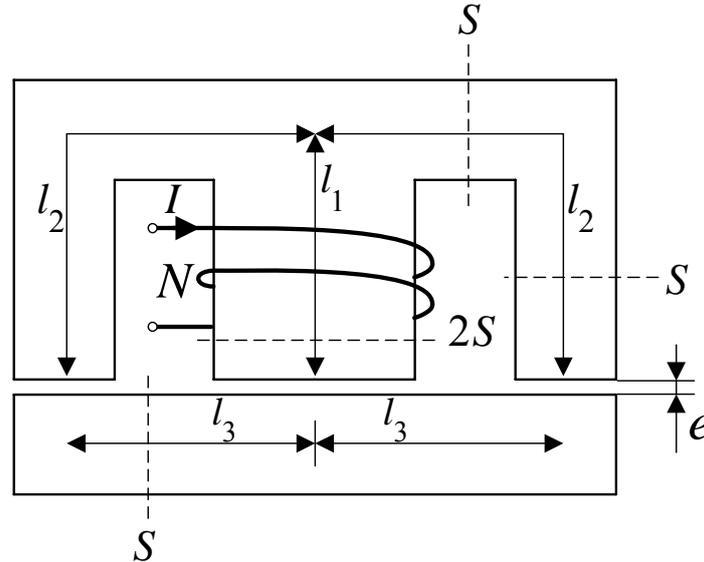


Figure 1.

On considère le circuit magnétique d'une inductance représenté sur la figure 1. Le noyau central possède une section de passage de flux de $2S$. La partie fer restante possède une même section S de passage de flux.

On notera :

- R_1 , R_2 , et R_3 les réluctances de parties fer de longueurs respectives l_1 , l_2 et l_3 .
- R_{e1} la réluctance de l'entrefer central et R_{e2} la réluctance des entrefers latéraux.

On donne :

$$l_1 = 25\text{cm} ; l_2 = 50\text{cm} ; l_3 = 25\text{cm} ; S = 100\text{cm}^2 ; N = 500\text{spires.}$$

$$\text{Perméabilité du vide : } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ [SI]}$$

$$\text{Perméabilité relative du fer : } \mu_R = 1000.$$

- 1) Tracer le circuit magnétique équivalent comportant les réluctances R_1 , R_2 , R_3 , R_{e1} et R_{e2} .
- 2) Exprimer la réluctance équivalente vue des bornes de la source de force magnétomotrice (NI) en fonction de μ_0 , μ_R , l_1 , l_2 , l_3 , e et S .

- 3) Montrer que l'inductance L de la bobine s'exprime par :
$$L = \frac{2\mu_0 S N^2}{\left(\frac{l_1 + l_2 + l_3}{\mu_R}\right) + 2e}.$$

4) Calculer l'entrefer qu'il faut mettre pour obtenir une inductance de 202mH.

5) À partir de maintenant :

- On prend un entrefer $e = 1,5\text{cm}$.
- On tient compte de la saturation du fer. La figure 2 donne la caractéristique de magnétisation du matériau ferromagnétique utilisé.

Calculer le courant I qu'il faut mettre pour avoir une induction de 2T dans les entrefers.

Remarque : Du fait des dimensions et de la symétrie du circuit magnétique, la valeur de l'induction est identique dans toutes les parties fer ou air.

Indication : On pourra utiliser le théorème d'Ampère.

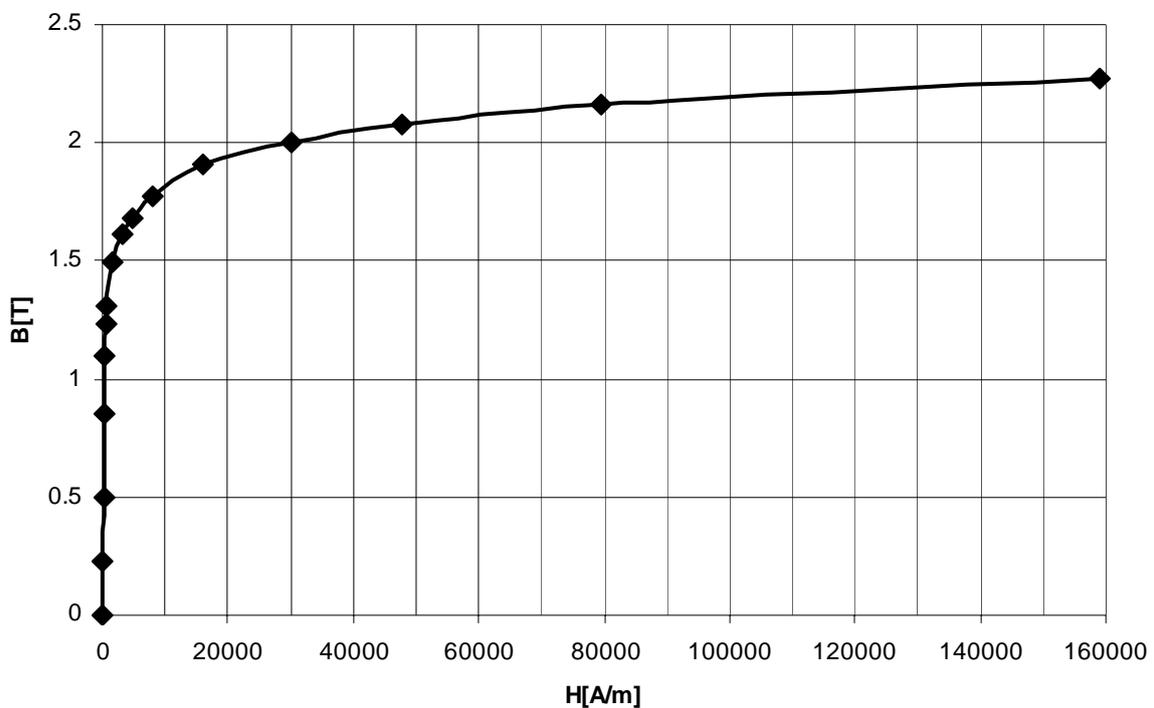


Figure 2.

Exercice 2

On considère un transformateur monophasé de 1500VA – fréquence 50Hz sur lequel on a effectué les essais suivants.

- Essai à vide à *tension primaire nominale* :

$$U_{10} = U_{1n} = 230\text{V}$$

$$U_{20} = 119\text{V}$$

$$I_{10} = 0,29\text{A}$$

$$P_{10} = 35,5\text{W}$$

- Essai en court-circuit au secondaire à *courant secondaire nominal* :

$$I_{2cc} = I_{2n} = 12,5A$$

$$P_{cc} = 89,5W$$

$$U_{1cc} = 14 V$$

On rappelle sur la figure 3 le schéma monophasé du transformateur avec les résistances et inductances de fuites totales des enroulements ramenées au secondaire et les différentes notations utilisées.

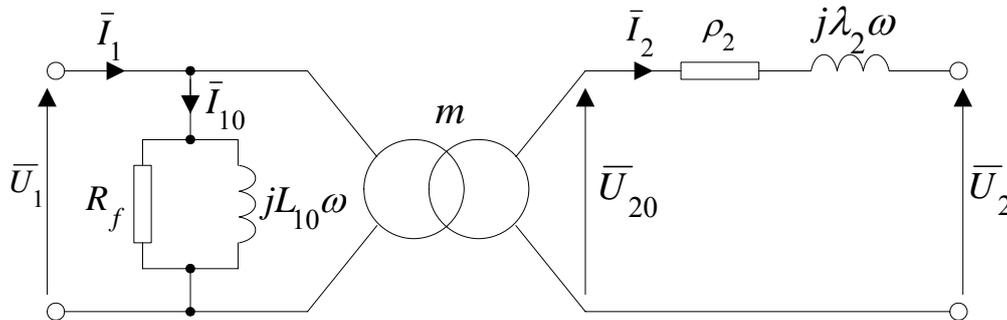


Figure 3.

1) Calculer le rapport de transformation m (avec aux moins 3 décimales) et les éléments R_f et $L_{10}\omega$ de la branche magnétisante à partir de l'essai à vide.

2) Calculer la résistance totale ρ_2 et l'impédance de fuite totale $\lambda_2\omega$ à partir de l'essai en court-circuit.

Désormais on adopte : $\rho_2 = 0,57\Omega$ et $\lambda_2\omega = 0,085\Omega$.

3) Le transformateur est alimenté par la tension nominale primaire U_{1n} et débite au secondaire le courant nominal secondaire I_{2n} avec un facteur de puissance secondaire de $\cos\varphi_2 = 0,866$ AR (charge inductive).

Déterminer graphiquement la chute de tension ΔU_2 . On pourra se limiter au diagramme de Fresnel comportant les vecteurs $\rho_2\bar{I}_2$ et $j\lambda_2\omega\bar{I}_2$ (i.e. triangle de Kapp). Echelle : **2cm pour 1V**.

4) Retrouver analytiquement le résultat en utilisant la relation approchée de la chute de tension. Calculer alors la tension secondaire U_2 .

5) Calculer le rendement du transformateur pour ce point de fonctionnement.

6) Pour quel type de charge la chute de tension est-elle nulle ? Exprimer le déphasage φ_2 correspondant, puis calculer numériquement φ_2 et $\cos\varphi_2$.

7) Le transformateur étant alimenté par la tension primaire nominale, on souhaite alimenter une charge résistive $R = 64,76\Omega$ avec une chute de tension nulle (tension secondaire aux bornes de la charge égale à la tension à vide U_{20}). Pour cela, on branche un condensateur en parallèle avec R .

Calculer :

- la puissance active absorbée par la résistance R ;
- la puissance réactive que doit fournir le condensateur ;
- la capacité C du condensateur.

8) Vérifier numériquement que le courant secondaire absorbé par l'ensemble R-C en parallèle est égal au courant secondaire nominal I_{2n} .

9) Calculer alors le rendement du transformateur pour ce point de fonctionnement.