

CIRCUIT MAGNÉTIQUE - 2

v3

1 Donnée

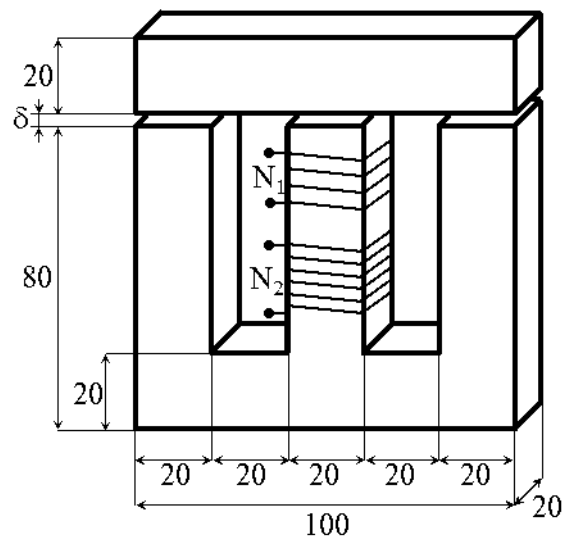
Pour le circuit magnétique donné ci-dessous, déterminer, en fonction de l'entrefer ($\delta=0$, $\delta=1\text{mm}$):

1. l'inductance de champ principal pour les deux bobines
2. l'inductance mutuelle
3. Dessiner la courbe (numériquement avec votre ordinateur) de l'évolution des inductances pour δ allant de 0 à 1 mm.

Avec

- $N_1 = 500$ spires
- $N_2 = 1500$ spires
- $\mu_{r_{fer}} = 700$

Les dimensions sont en millimètres.



2 Préambule

Le but de cet exercice est d'appliquer l'équivalent magnétique-électrique à un circuit magnétique un peu plus complexe.

Le schéma magnétique équivalent établi fait intervenir différentes perméances en série et en parallèle et peut être réduit à l'aide des théorèmes de Kirchhoff.

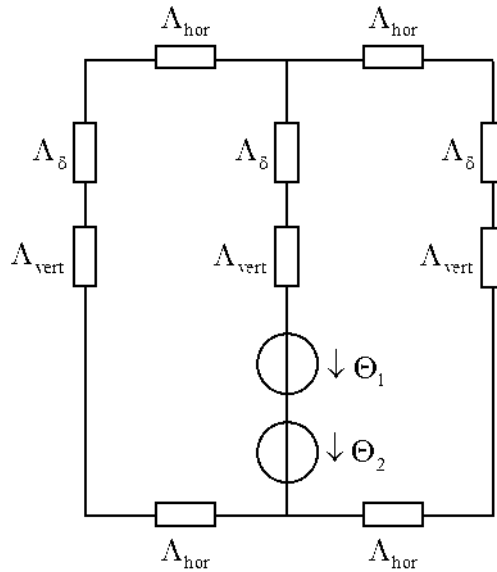
Le schéma réduit obtenu permet alors de calculer, relativement facilement, une perméance équivalente et de là les inductances propres et mutuelles pour différents cas d'entrefer.

3 Corrigé

Hypothèses pour le calcul des inductances :

- la distribution de l'induction est uniforme dans chacune des sections perpendiculaires aux lignes de champ
- la longueur des lignes de champ est définie par le parcours moyen
- les lignes de champ forment des angles droits dans les coudes du circuit magnétique

Schéma magnétique équivalent :



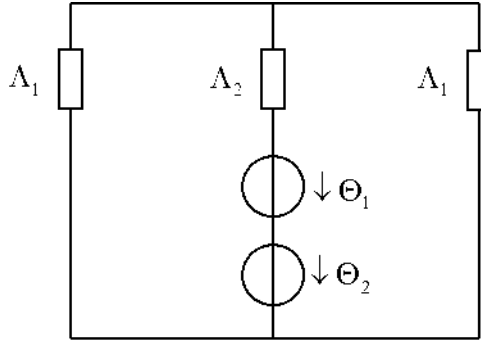
Calcul des perméances

$$\Lambda_{hor} = \frac{\mu_{fer} S}{l_{hor}} = \frac{\mu_0 \mu_{rfer} S}{l_{hor}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 700 \cdot 0.020 \cdot 0.020}{0.040} = 8.796 \cdot 10^{-6} [H] \quad (1)$$

$$\Lambda_{vert} = \frac{\mu_{fer} S}{l_{vert}} = \frac{\mu_0 \mu_{rfer} S}{l_{vert}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 700 \cdot 0.020 \cdot 0.020}{0.080} = 4.398 \cdot 10^{-6} [H] \quad (2)$$

$$\Lambda_{\delta} = \frac{\mu_0 S}{l_{\delta}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0.020 \cdot 0.020}{\delta} = \frac{1}{\delta} \cdot 5.026 \cdot 10^{-10} [H] \quad (3)$$

Réduction du schéma à :



$$\Lambda_1 = \frac{1}{\frac{2}{\Lambda_{hor}} + \frac{1}{\Lambda_{\delta}} + \frac{1}{\Lambda_{vert}}} \quad (4)$$

$$\Lambda_2 = \frac{1}{\frac{1}{\Lambda_{\delta}} + \frac{1}{\Lambda_{vert}}} \quad (5)$$

Ainsi, la perméance vue par une bobine vaut :

$$\Lambda_h = \frac{1}{\frac{1}{2 \cdot \Lambda_1} + \frac{1}{\Lambda_2}} \quad (6)$$

Application numérique :

- $\delta = 0 \text{ mm}$ ($\Lambda_{\delta} = \infty$)

$$\begin{aligned} \Lambda_1 &= 2.199 \cdot 10^{-6} [H] \\ \Lambda_2 &= 4.398 \cdot 10^{-6} [H] \\ \Lambda_h &= 2.199 \cdot 10^{-6} [H] \end{aligned}$$

- $\delta = 1 \text{ mm}$ ($\Lambda_{\delta} = 5.026 \cdot 10^{-7} [H]$)

$$\begin{aligned} \Lambda_1 &= 4.090 \cdot 10^{-7} [H] \\ \Lambda_2 &= 4.510 \cdot 10^{-7} [H] \\ \Lambda_h &= 2.907 \cdot 10^{-7} [H] \end{aligned}$$

Pour la suite, la bobine interne à l'indice 1 et la bobine externe à l'indice 2.

Les inductances sont données par les formules suivantes :

$$L_{h1} = N_1^2 \Lambda_h \quad (7)$$

$$L_{h2} = N_2^2 \Lambda_h \quad (8)$$

$$L_{12} = L_{21} = L_m = N_1 N_2 \Lambda_h \quad (9)$$

Application numérique :

- $\delta = 0$ mm
 $L_{h1} = 0.549$ [H]
 $L_{h2} = 4.947$ [H]
 $L_m = 1.649$ [H]
- $\delta = 1$ mm
 $L_{h1} = 0.072$ [H]
 $L_{h2} = 0.654$ [H]
 $L_m = 0.218$ [H]

Evolution des inductances pour un entrefer allant de 0 à 1 mm :

