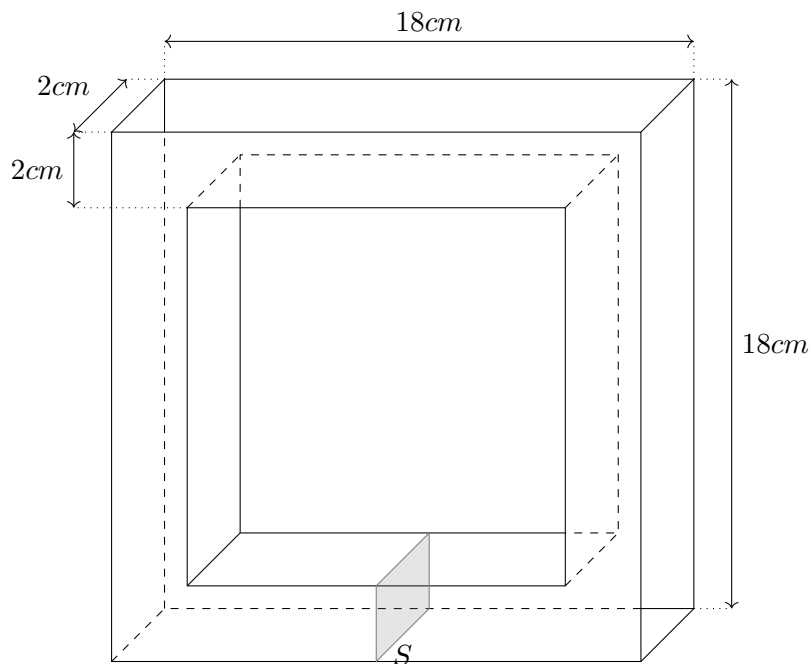


TP Energie : Dimensionnement d'une inductance

Utilisation d'un outil logiciel

1 Circuit magnétique sans entrefer

On utilise un circuit magnétique présenté dans la figure suivante :



Le matériau utilisé est du fer ayant une perméabilité relative $\mu_r = 500$, pour rappel la perméabilité du vide est $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$. Sur ce circuit magnétique, on place un bobinage de $N = 20$ spires, parcourues par un courant $I = 1A$.

1.1 Partie théorique

1. On cherche à déterminer la reluctance du circuit magnétique.
 - (a) Calculer les longueurs extérieures et intérieures du circuit magnétique. En déduire une longueur moyenne en m .
 - (b) Calculer la section S du circuit magnétique en m^2 .
 - (c) En déduire la reluctance \mathcal{R} du circuit magnétique en H^{-1} .
2. Calculer la valeur de Flux attendue en T .
3. Calculer la valeur d'inductance attendue.

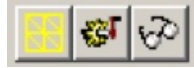
1.2 Vérification au logiciel

Nous allons utiliser un outil logiciel, FEMM, pour vérifier que les résultats que nous avons déduit des formules de cours sont exact et calculer l'erreur que nous avons commise. Pour rappel, lorsque nous avons fait le cours, nous avons pris comme hypothèses simplificatrices que :

- 1 le champ d'induction B est complètement concentré dans le circuit magnétique,
- 2 le flux Φ est constant dans la géométrie,

Nous allons vérifier si ces hypothèses sont correctes et quelle erreur sur la longueur moyenne (chiffre donné par les constructeurs dans les documentations techniques) et l'inductance nous avons commise.

4. Ouvrir le fichier '*CM_sans_entrefer.femm*'. La géométrie du problème est déjà renseignée, sur la gauche du circuit magnétique vous pouvez observer deux rectangles notés '*Winding Copper*' qui représentent le volume de cuivre du aux spires. Toutes les dimensions géométriques dans le logiciel sont en *mm*. Un courant de 1A est appliqué sur les spires.



A l'aide des boutons suivant : , en cliquant de gauche à droite :


- maillez la géométrie du problème (le logiciel découpe le problème complexe en plein de sous problèmes sur lesquels il cherchera une solution),
 - lancez les calculs/la simulation,
 - lancez la page de *postprocessing* qui permettra de visualiser les résultats de simulation.
5. En cliquant sur le dernier bouton de *postprocessing*, vous arrivez sur une page où sont tracées les lignes du champ B constant. Ce champ est il cantonné au circuit magnétique ? Que peut on en conclure ?



6. On cherche maintenant à visualiser le flux. Cliquez sur le bouton : , et choisir le flux (unité : Weber).
 - (a) Relever le maximum du flux dans le circuit magnétique et comparer avec la valeur trouvée dans la partie théorique.
 - (b) Le flux est-il constant ? En particulier, relever en pourcent la variation de flux d'un coin extérieur du circuit par rapport à la valeur maximum trouvée à la question précédente ?
 - (c) Notre hypothèse de départ est-elle vraie ?
7. On cherche la valeur réelle d'inductance, pour cela nous allons demander au logiciel de calculer une formule bien plus complexe que celle vue en cours :

$$L = \frac{1}{i^2} \iiint_{\text{Volume Cuivre}} A J \cdot dV$$

ici J est la densité de courant dans le cuivre (courant ramené à une surface), A est une grandeur non vue en cours, le potentiel vecteur du champs magnétique, mais nous n'avons pas besoin de connaître cette grandeur, FEMM peut nous la calculer. Pour calculer

l'intégrale, sélectionner les surfaces de cuivre, puis cliquez sur le bouton . Dans la fenêtre surgissant, sélectionner $A \cdot J$. FEMM vous renvoie la valeur de l'intégrale, à diviser par la valeur de courant au carré.

- (a) Calculer la valeur d'inductance réelle du circuit. Quelle est l'erreur commise par rapport à la valeur théorique ?
- (b) Calculer la longueur équivalente du circuit magnétique. Quelle est l'erreur commise par rapport à la valeur théorique ?
- (c) Que peut-on en conclure sur la validité des hypothèses simplificatrices que nous avons prise en cours ?

2 Circuit magnétique avec entrefer

On rajoute un entrefer de dimension $e = 1mm$ sans changer le nombre de spires.

2.1 Partie théorique

- 8. Calculer la reluctance \mathcal{R}_e de l'entrefer.
- 9. Calculer la reluctance \mathcal{R}_{eq} du circuit magnétique avec entrefer.
- 10. En déduire la valeur d'inductance attendue.

Vérification au logiciel

Dans le cours nous avons pris pour hypothèse que le flux au niveau de l'entrefer était contenu sur la même section que le circuit magnétique. Nous allons également vérifier si cette hypothèse est correcte

- 11. Ouvrir le fichier '*CM__ sans__ entrefer.femm*'. Lancer la simulation.
- 12. relevez le flux dans et légèrement à côté de l'entrefer. Notre hypothèse vous semble t'elle correcte.
- 13. Mesurez la valeur d'inductance et calculer l'erreur comise par rapport à la théorie. Que peut-on en conclure ?
- 14. Modifiez la taille de l'entrefer pour $e = 1cm$. Relancez la simulation. Qu'observe t'on et que peut-on en conclure ?