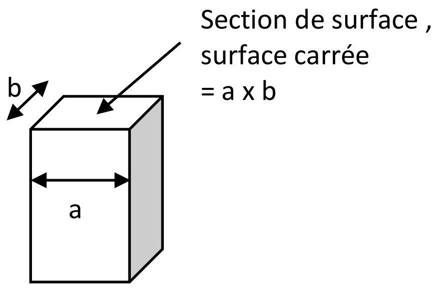
Solution de la fiche de TD 1

Exercice n°1 :

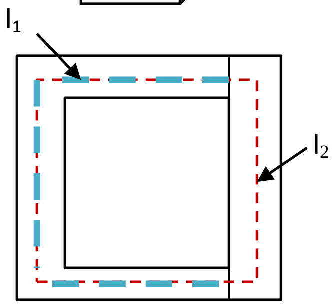


Les sections de surface sont :

S_1 (Acier) = $2\ 10^{-2} * 2.10^{-2} = 4\ 10^{-4}\ m^2$

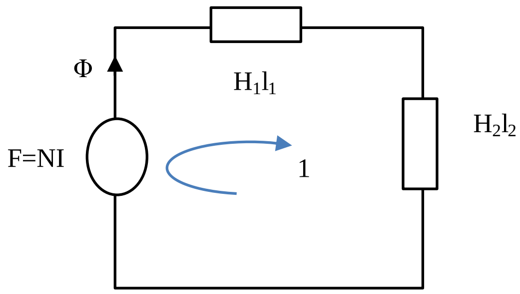
S_2 (fer doux)= $1.8\ 10^{-2} * 2.10^{-2} = 3.6\ 10^{-4}\ m^2$

Les longueurs moyennes



1_1 acier (en bleu)= 0.11+0.11+0.12=0.34 m

1_2 fer doux (en rouge)= 0.12+0.09+0.09= 0.138 m



Le circuit électrique équivalent

D'après la maille 1 : loi d'Ampère

$F=NI= H_1l_1+H_2l_2$

$$I = \frac{H1l1+H2l2}{N}$$

D'après la courbe de la première aimantation du fer doux (voir le tableau ci-dessous)

$\beta_2=0.45\ T \longrightarrow H_2=1270\ A/\ M$

$\Phi = \beta_2 * S_2 = 0.45 * 3.6\ 10^{-4}$ wb

$$\beta\ 1 = \frac{\Phi}{S1} = 0.41\ T$$

D'après la courbe de la première aimantation d'acier (voir le tableau ci-dessous).

$\beta_1=0.41\ T \longrightarrow H_1=233A/\ M$

$$I = \frac{233*0.34+1270*0.138}{150} = 1.70\ A$$

Exercice n°2 :

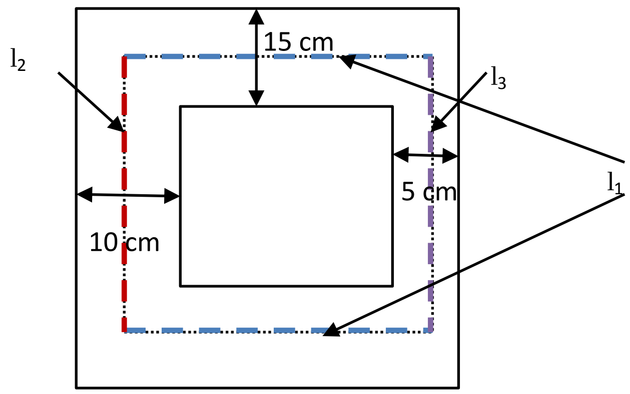
Il y a trois régions dans ce noyau. La forme d'un haut et en bas la région, le côté gauche forme un deuxième région, et le côté droit constitue une troisième région. Si nous supposons que la longueur du trajet moyen du flux est dans le centre de chaque branche du noyau, et si l'on ignore la diffusion aux angles du noyau, alors les longueurs moyennes sont :

Les longueurs moyennes

l1= (20+2.5+ 5)* 2= 55 cm

l2= 7.5+15+7.5= 30 cm

l3=7.5+15+7.5= 30 cm



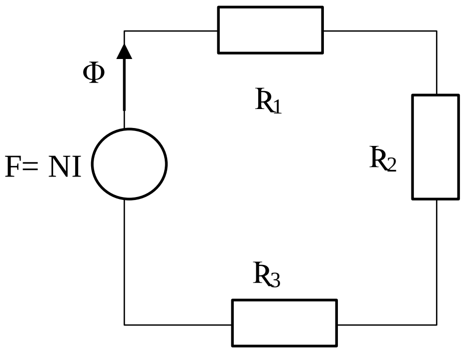
Les sections de ces trois régions:

S_1= 0.15*0.05 = 0.0075 m

S_2= 0.10*0.05= 0.005 m

S_3= 0.05*0.05= 0.0025 m

Le schéma électrique équivalent



Les réluctances de ces régions

$\mathcal{R}_1 = \frac{1}{\mu * S1} = \frac{1}{\mu r * \mu 0 * S1} = \frac{0.55}{1000*(4\pi*10-7)*0.15*0.05} = 58.36 \text{ kAT/wb}$

$\mathcal{R}_2 == \frac{1}{\mu * S2} = \frac{1}{\mu r * \mu 0 * S2} = \frac{0.30}{1000*(4\pi*10-7)*0.10*0.05} = 47.75 \text{ KAt/wb}$

$\mathcal{R}_3 == B\,\frac{1}{\mu * S3} = \frac{1}{\mu r * \mu 0 * S3} = \frac{0.30}{1000*(4\pi*10-7)*0.05*0.05} = 95.49 \text{ KAt/wb}$

La réluctance totale

$\mathcal{R}_T = \mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2 + \mathcal{R}_3$=58.36+47.75+95.49=201.6 KAt/wb

1- Le courant total :

$I = \frac{\Phi * RT}{N} = 2.52\ A$

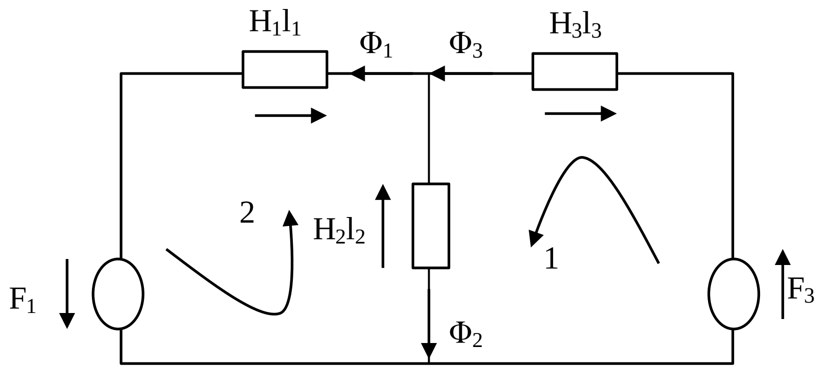
2- La densité de flux dans la partie supérieure de la culasse

$\beta_{1} = \frac{\Phi}{S1} = \frac{0.005}{0.15*0.05} = 0.67 \text{ T}$

3- La densité de flux dans la partie droite de la culasse

$\beta_{3} = \frac{\Phi}{S3} = \frac{0.005}{0.0.05*0.05} = 2.0 \text{ T}$

Exercice n°3:



$\Phi_2=\Phi_3-\Phi_1= 0.30\ 10^{-4}$ wb

$\beta 1=\frac{\Phi 1}{S1}=\frac{90\ 10-6}{1.30\ 10-4}=0.69\ T$

D'après le tableau

$H_1= 87$ A/m

De la même manière on déduit $\beta_2 = 0.23$ T, d'après le tableau $H_2= 49$ A/m .

$\beta_3 = 0.92$ T, d'après le tableau $H_3= 140$ A/m

Selon la loi des mailles :

$F_3-H_3l_3=H_2l_2$ ------------1

$F_{1+}\ H_{12}l_2=H_1l_1$ ------------2

$F_3=35.0+2.5=37.5$ A => $I_3=0.75$ A.

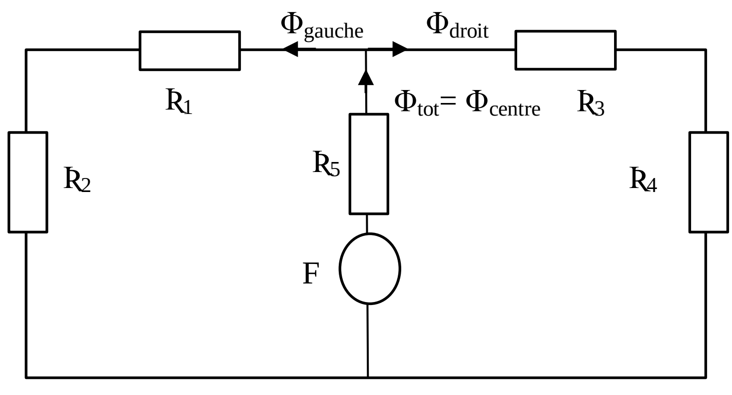
$F_1= H_1l_1- H_{12}l_2 =21.8-2.5$ => I1=0.386 A.

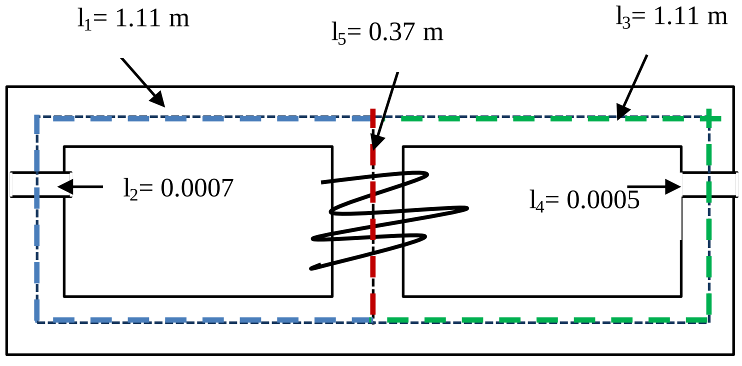
Exercice n°4 :

Il y a cinq régions, $Ɽ_1$ représente la réluctance de la branche gauche du

noyau, $Ɽ_2$ réluctance de l'entrefer gauche , $Ɽ_3$ réluctance de la branche droite du noyau, $Ɽ_4$ réluctance de l'entrefer droite, $Ɽ_5$ la branche centrale du noyau

Schéma électrique équivalent





Les longueurs moyennes

$l_1= 3.5+30+3.5+3.5+30+3.5$

$+3.5+30+3.5= 111$ cm

$l_3=l_1=111$ cm.

l_2= 0.0007 m (la longueur de l'entrefer gauche).

l_4= 0.0005 m (la longueur de l'entrefer droite).

l_5= 3.5+30+3.5= 37 cm

Calcul des réluctances :

$Ɽ_1 = \frac{l1}{\mu\,\mu\,0\,S1} = \frac{1.11}{2000\,(\,4\pi\;10{-}7)(\,0.07{*}0.07)}$ = 90.1 KA t/ wb

$Ɽ_2 = \frac{l2}{\mu\,0\,S2} = \frac{0.0007}{(\,4\pi\;10{-}7)(\,0.07{*}0.07){*}1.05}$ = 108.3 KA t/ wb

S_2 (section de surface de l'entrefer) : est 5 % plus grande que la taille physique

S_2= S+ 5% S = S (1+0.05) = 1.05 S (S section de surface physique = 0.07*0.07 m^2)

$Ɽ_3 = \frac{l3}{\mu\,\mu\,0\,S3} = \frac{1.11}{2000\,(\,4\pi\;10{-}7)(\,0.07{*}0.07)}$ = 90.1 KA t/ wb

$Ɽ_4 = \frac{l4}{\mu\,0\,S4} = \frac{0.0005}{(\,4\pi\;10{-}7)(\,0.07{*}0.07){*}1.05}$ = 77.3 KA t/ wb

S_4= S+ 5% S = S (1+0.05) = 1.05 S (S section de surface physique = 0.07*0.07 m^2)

$Ɽ_5 = \frac{l5}{\mu\,\mu\,0\,S5} = \frac{0.37}{2000\,(\,4\pi\;10{-}7)(\,0.07{*}0.07)}$ = 30.0 KA t/ wb

$Ɽ_{tot} = Ɽ_5 + \frac{(Ɽ1+Ɽ2){*}(Ɽ3+Ɽ4)}{Ɽ1+Ɽ2+Ɽ3+Ɽ4} = 30.0 + \frac{(90.1+108.3){*}(\,90.10+77.3\,)}{90.1+108.3+90.10+77.3}$ =120.8 Kat/wb

Le flux total dans la branche centrale est :

$\Phi_{tot} = \frac{F}{Ɽ\,tot} = \frac{400{*}1}{120.8}$ =0.0033 wb.

Le flux dans la partie gauche est :

$\Phi_{gauche} = \Phi_{tot}\,\frac{(Ɽ3+Ɽ4)}{Ɽ1+Ɽ2+Ɽ3+Ɽ4} = \frac{(\,90.10+77.3\,)}{90.1+108.3+90.10+77.3}$ * 0.003= 0.00193 wb

Le flux dans la branche droite est :

$\Phi_{droite} = \Phi_{tot}\,\frac{(Ɽ2+Ɽ1)}{Ɽ1+Ɽ2+Ɽ3+Ɽ4} = \frac{(\,90.10+108.3)}{90.1+108.3+90.10+77.3}$ * 0.003= 0.00292 wb

La densité de flux dans les entrefers :

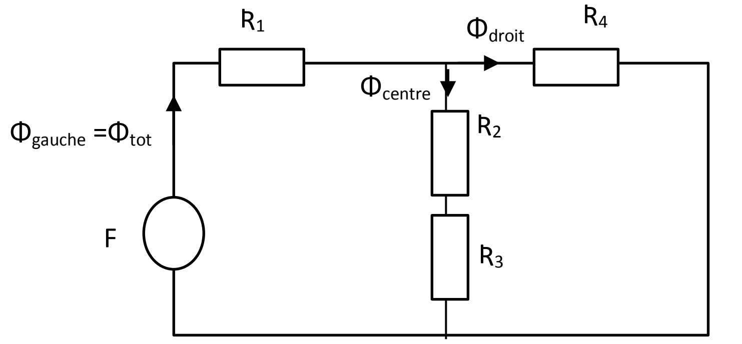
$\beta_{gauche} = \frac{\Phi gauche}{S2} = \frac{0.00193}{0.07{*}0.07{*}1.05}$ =0.375 T

$\beta_{droit} = \frac{\Phi droit}{S4} = \frac{0.00292}{0.07{*}0.07{*}1.05}$ = 0.445 T

Exercice n°5 :

Ce noyau peut être divisé en quatre régions ; $Ɍ_1$ la reluctance de la branche gauche du noyau. $Ɍ_2$ réluctance de la branche centrale du noyau. $Ɍ_3$ réluctance de l'entrefer et $Ɍ_4$ reluctance de la branche droite :

Schéma électrique équivalent



Les longueurs moyennes

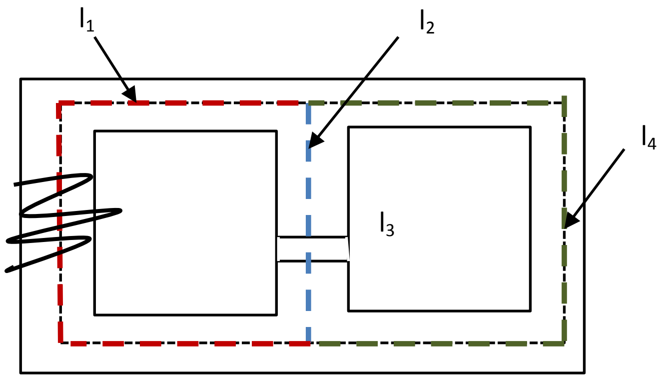
l_1= 7.5+25+4.5+4.5+25+4.5

+4.5+25+7.5= 108.2 cm

l_2 = 4.5+25+4.5= 34 cm.

l_3 = 0.004 cm (la longueur de l'entrefer).

l_3 = l_1= 108.2 cm.



$Ɍ_1 = \frac{l1}{\mu\,\mu 0\, S1} = \frac{1.08}{1500\,(4\pi\, 10{-}7)(0.09{*}0.05)}$ = 127.3 KA t/ wb

$Ɍ_2 = \frac{l2}{\mu\,\mu 0\, S2} = \frac{0.34}{1500\,(4\pi\, 10{-}7)(0.15{*}0.05)}$ = 24.0 kA t/ wb

$Ɍ_3 = \frac{l3}{\mu 0\, S3} = \frac{0.34}{(4\pi\, 10{-}7)(0.15{*}0.05{*}1.04)}$ = 40.8 kA t/ wb

S_3= S+ 4% S = S (1+0.04) = 1.04 S (S section de surface physique = 0.15*0.05 m^2)

$Ɍ_4 = \frac{l4}{\mu\,\mu 0\, S4} = \frac{1.08}{1500\,(4\pi\, 10{-}7)(0.09{*}0.05)}$ = 127.3 kA t/ wb

$Ɍ_{tot} = Ɍ_1 + \frac{(Ɍ2+Ɍ3){*}Ɍ4}{Ɍ4+Ɍ2+Ɍ3} == 127.3 + \frac{(24+40.8){*}127.3}{24.0+40.8+127.3}$ = 170.2 kAt/wb

- Le flux total dans la branche gauche du noyau

$\Phi_{gauch} = \Phi_{tot} = \frac{F}{Ɍ\ tot} = \frac{200*2.0}{170.2} = 0.00235$ wb

- le flux dans les branches centrale et droite peut être trouvé par la règle de diviseur de flux " qui est analogue au diviseur de courant.

$$\Phi_{centre} = \Phi_{\ tot} \frac{Ɍ4}{Ɍ2+Ɍ3+Ɍ4} = \frac{127.3}{24+40.8+127.3} * 0.00235 = 0.00156\, wb$$

$$\Phi_{droite} = \Phi_{\ tot} \frac{Ɍ2+Ɍ3}{Ɍ2+Ɍ3+Ɍ4} = \frac{24.0+40.8}{24+40.8+127.3} * 0.00235 = 0.00079\, wb$$

Les densités de flux sont :

$$\beta_{\ gauche} = \frac{\Phi gauche}{S1} = \frac{0.00235}{0.09*0.05} = 0.522 \text{ T}$$

$$\beta_{\ centre} = \frac{\Phi centre}{S2} = \frac{0.00235}{0.15*0.05} = = 0.208 \text{ T}$$

$$\beta_{\ gauche} = \frac{\Phi gauche}{S4} = \frac{0.00235}{0.09*0.05} = 0.176 \text{ T.}$$

Exercice n°6 :

1-

a- Linéaire pour : $0 < H < 100$ A/m

b- Perméabilité absolue $\mu_a = 2\ 10^{-3}$ SI

c- $\mu_r = \frac{\mu a}{\mu 0} = 1592 = 1600$

2- $Ɍ = \frac{l}{\mu a * S} = \frac{0.05}{2*10-3*0.5*10-4} = 0.5\ 10^6\ H^{-1}$, A_L (inductance spécifique) = $Ɍ^{-1} = 2.10^{\ -6}$ H

ou 2 µH

3- **L=** $A_L * N^2$ => L= 200 µH.

4- a- Quand on s'écart du martiaux, la perméabilité μ_0 diminue ce qui fait croitre la réluctance et diminuer le coefficient d'auto inductance L.

b- Etant proportionnel à la perméabilité du matériau, on en déduit que L_{air} = 200/1600=0.063 µH.

5- $\Phi = B*S = 0.2* \ 0.5\ 10^{-4} = 10^{-5}$ wb ; $\Phi = N*B*S = 10^{-4}$ wb

6- Théorème d'Ampère : Hl=NI <=> $I_{max} = 100*0.5/10 = 0.5$ A.

7- a- $Ɍ_{\ tot} = Ɍ_{\ fer} + Ɍ_{\ entrefer} = 0.45.10^6 + 15.92\ 10^6 = 16.4\ 10^6\ H^{-1}$

b- $L = N^2 / Ɍ_{tot} = 6.1$ µH

c- Propriété des tubes de lignes d'induction : le flux s'y conserve ; la section étant constante , cela implique que l'induction est elle –même identique dans le tore et

dans l'entrefer : $\beta_{fer} = \beta_{entrefer} = 0.2$ T au point maximal de β (H) ; donc ; $H_{fer} = \beta_{fer}/\mu_a = 100$ A/m ; et $H_{entrerfer} = \beta_{entrefer}/\mu_0 = 0.2/4\pi 10^{-7} = 160.10^3$ A/M
Theo.Ampére :$H_{fer}\, l_{fer} + H_{entr}\, l_{entr} = N\, I_{max} \Leftrightarrow 100*0.024+160\ 10^3\ 0.001 = 10\ I_{max}$
$\Rightarrow I_{max} = 16$ A.

d- Conclusion : l'entrefer accroit la valeur du courant maximal possible correspondant à la zone linéaire au détriment d'une diminution du coefficient d'auto-inductance de la bobine