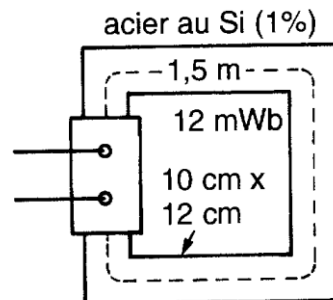


TD SERIE 2

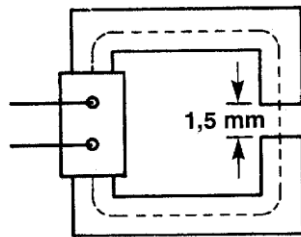
MATERIAUX MAGNETIQUES DOUX

EXERCICE 1 –

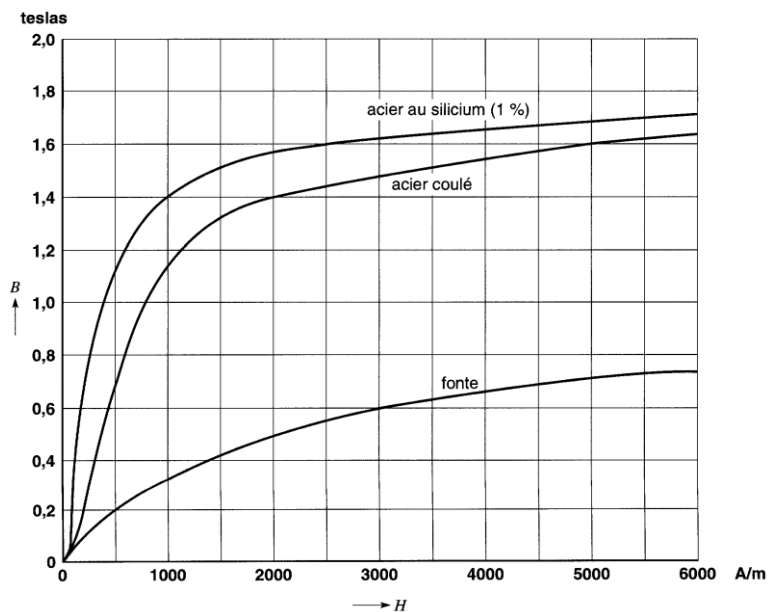
a) Soit le noyau d'un transformateur composé de tôles d'acier au silicium. Les dimensions du noyau sont données dans la figure. La longueur moyenne de son chemin magnétique est de 1,5m. Quelle doit être la fmm de la bobine qui produira un flux de 12 mWb dans ce noyau?



b) Si on coupe une fente de 1,5mm, calculer la fmm pour faire circuler le même flux.

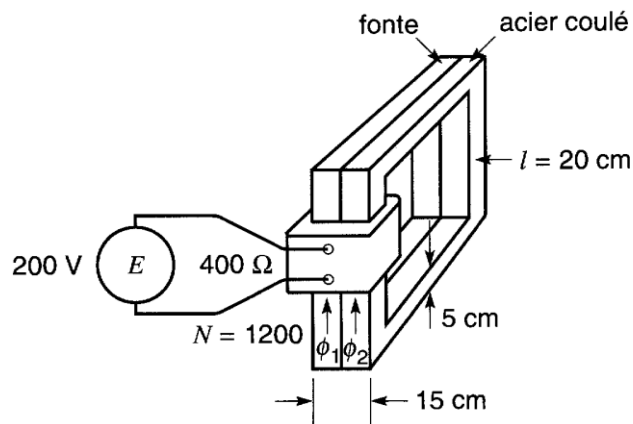


On donne la courbe d'aimantation nécessaire



EXERCICE 2 –

Considérons le circuit magnétique ci-dessous composé de noyaux de fonte et d'acier coulé. Calculer les deux flux sachant que la bobine possède une résistance de $400\ \Omega$ et comporte 1200 spires. La tension appliquée à la bobine est de 200V et la longueur moyenne du chemin magnétique est de 20cm.

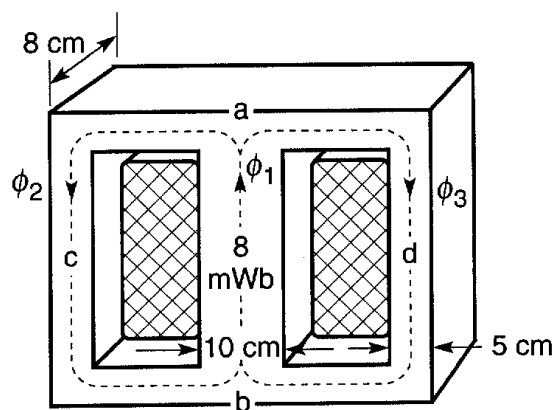


EXERCICE 3 –

Le circuit magnétique ci-dessous est un groupement composé, c'est-à-dire un arrangement de chemins magnétiques série – parallèle. Le flux créé par la bobine passe par la jambe centrale ab et se divise en deux branches acb et abd. Le noyau est composé de toles au silicium et les dimensions sont les suivantes :

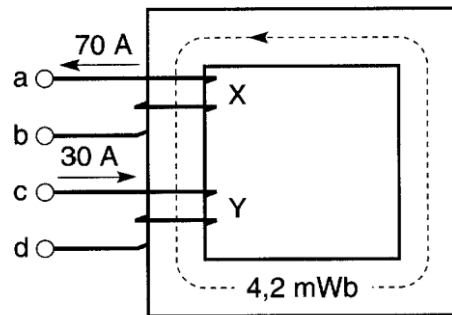
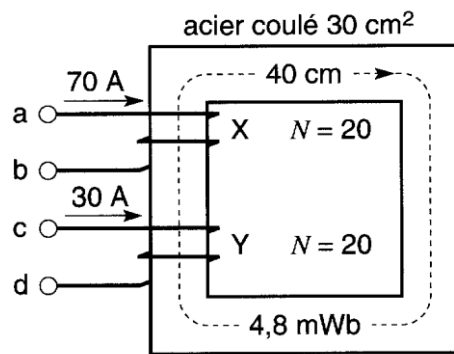
chemin	section	longueur
ab	$10\text{ cm} \times 8\text{ cm}$	25 cm
acb	$5\text{ cm} \times 8\text{ cm}$	50 cm
adb	$5\text{ cm} \times 8\text{ cm}$	50 cm

On désire créer un flux de 8mWb dans la branche centrale ab. Calculer la fmm nécessaire.



EXERCICE 4 –

Calculer le flux dans le noyau en acier coulé des deux figures. Les bobines X et Y comportent 20 spires. Les dimensions et les courants sont indiqués dans les figures.



SOLUTION 1 –

a)

On peut faire le calcul en utilisant la formule

$$\phi = \frac{\text{FMM}}{\mathfrak{R}}$$

Ce qui exigerait le calcul de la réluctance. Pour ceci il faudrait connaître la valeur de la perméabilité de la substance pour une valeur de B donnée. On évite tous ces calculs en employant la courbe d'aimantation qui donne immédiatement H requis pour un certain B.

La section du noyau est

$$A = 10 \times 12 = 120 \text{ cm}^2 = 0,012 \text{ m}^2$$

La densité de flux est

$$B = \Phi / A = 0,012 / 0,012 = 1 \text{ T}$$

De la courbe d'aimantation le champ correspondant à 1T est de $H = 300 \text{ A/m}$.

La fmm = $H \times \text{longueur} = 300 \times 1,5 = 450 \text{ At}$.

b)

En supposant que dans la fente toutes les lignes suivent le même chemin qu'elles avaient auparavant dans le fer, B dans l'entrefer est la même que dans le noyau, soit 1T. Donc

$$H_{\text{entrefer}} = B / \mu_0 = 1 / (4\pi \times 10^{-7}) = 800000 \text{ A/m}$$

$$\text{FMM}_{\text{entrefer}} = H_{\text{entrefer}} \times l_{\text{entrefer}} = 800000 \times 1,5 \times 10^{-3} = 1200 \text{ At}$$

Puisque la longueur du fer est presque la même (1,5m-1,5mm), la fmm totale est

$$\text{FMM} = 1200 + 450 = 1650 \text{ At}$$

Cet exercice montre l'importance des entrefers dans les circuits magnétiques. Alors que dans notre cas la longueur du fer est 1000 fois plus grande, le fer requiert 2,5 fois moins de fmm.

Dans les machines on cherche à garder l'entrefer aussi étroit que possible pour réduire la fmm et ainsi la taille des bobines et de la machine.

SOLUTION 2 –

Le courant (continu) dans la bobine vaut

$$I = 200 / 400 = 0,5 \text{ A}$$

Et la fmm développée dans la bobine vaut

$$\text{FMM} = N I = 1200 \times 0,5 = 600 \text{ At}$$

Le champ magnétique dans la fonte et dans l'acier est

$$H = \text{FMM} / l = 600 / (20 \times 10^{-2}) = 3000 \text{ A/m}$$

Car la longueur du chemin magnétique est la même dans les 2 matériaux (20cm).

Sur la courbe d'aimantation de l'exercice 1 on trouve que pour $H=3000 \text{ A/m}$, B dans la fonte est 0,6 T et pour l'acier est de 1,5 T.

Les 2 noyaux possèdent la même section $A = 7,5 \times 5 \times 10^{-4} = 0,00375 \text{ m}^2$

Donc $\Phi_1 = B_1 \times A = 0,6 \times 0,00375 = 2,25 \text{ mWb}$

$\Phi_2 = B_2 \times A = 1,5 \times 0,00375 = 5,62 \text{ mWb}$

SOLUTION 3 –

Le flux ϕ_1 dans la branche centrale se partage également entre les branches latérales **acb** et **adb** car ces deux branches ont la même longueur, la même section et par conséquent, la même réluctance. Il s'ensuit que

$$\phi_2 = \phi_3 = \phi_1/2 = 8\text{mWb}/2 = 4 \text{ mWb}$$

La densité de flux dans les branches **acb** et **adb** est donc:

$$\begin{aligned} B_{acb} = B_{adb} &= \frac{4 \text{ mWb}}{5 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}} = \frac{0,004}{0,05 \times 0,08} \\ &= 1 \text{ T} \end{aligned}$$

Une telle densité exige un champ de 300 A/m (d'après la courbe pour l'acier au silicium, Fig. 14-12).

La différence de potentiel magnétique entre les points **a** et **b** doit être de

$$\text{FMM}_{acb} = \text{FMM}_{adb} = 300 \text{ A/m} \times 0,5 \text{ m} = 150 \text{ A}$$

En d'autres termes, une FMM de 150 A est nécessaire pour faire passer un flux de 4 mWb à travers les chemins **acb** et **adb**.

La densité dans la branche centrale **ab** est:

$$B_{ab} = \frac{8 \text{ mWb}}{10 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}} = \frac{0,008}{0,01 \times 0,08} = 1 \text{ T}$$

et elle nécessite également un champ magnétique de 300 A/m. La FMM nécessaire pour le chemin **ab** est donc:

$$\text{FMM}_{ab} = 300 \text{ A/m} \times 0,25 \text{ m} = 75 \text{ A}$$

La bobine doit donc produire une FMM totale de:

$$\text{FMM} = 150 + 75 = 225 \text{ A}$$

SOLUTION 4 –

Pour le premier montage :

La FMM de la bobine X est:

$$\text{FMM}_x = 70 \text{ A} \times 20 \text{ spires} = 1400 \text{ A}$$

La FMM de la bobine Y est:

$$\text{FMM}_y = 30 \text{ A} \times 20 \text{ spires} = 600 \text{ A}$$

La FMM résultante est:

$$\text{FMM}_{x+y} = (1400 + 600) = 2000 \text{ A}$$

d'où le champ magnétique:

$$H = \frac{2000 \text{ A}}{40 \text{ cm}} = \frac{2000}{0,4} = 5000 \text{ A/m}$$

D'après la courbe pour l'acier coulé (Fig. 14-12), la densité de flux vaut 1,6 teslas. Le flux dans le noyau est donc:

$$\begin{aligned} \phi &= BA = 1,6 \text{ T} \times 30 \text{ cm}^2 = 1,6 \times 30 \times 10^{-4} \\ &= 4,8 \text{ mWb} \end{aligned}$$

Pour le deuxième montage :

Les FMM des bobines restent les mêmes mais elles agissent en sens contraires.

La FMM résultante est:

$$\text{FMM}_{\text{X} - \text{Y}} = (1400 - 600) = 800 \text{ A}$$

d'où le champ magnétique:

$$H = \frac{800 \text{ A}}{40 \text{ cm}} = \frac{800}{0,4} = 2000 \text{ A/m}$$

D'après la courbe pour l'acier coulé (Fig. 14-12), la densité de flux vaut 1,4 teslas. Le flux dans le noyau est donc:

$$\begin{aligned} \phi &= BA = 1,4 \text{ T} \times 30 \text{ cm}^2 = 1,4 \times 30 \times 10^{-4} \\ &= 4,2 \text{ mWb} \end{aligned}$$

Le sens du flux est l'inverse de celui de la Fig. 14-19 car la FMM de la bobine X est supérieure à celle de la bobine Y.