

Conversion Électromécanique II

Corrigé: **Aimant permanent**

1) Le schéma magnétique équivalent

Le schéma magnétique équivalent est montré sur la figure.

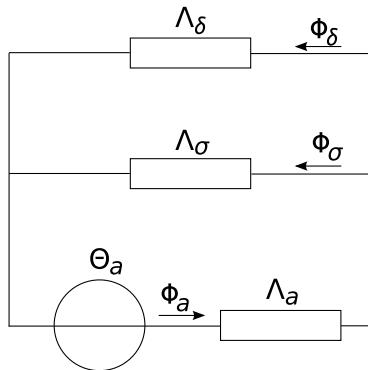


Figure 1: Le schéma magnétique équivalent

L'aimant permanent, caractérisé par la source Θ_a et sa perméance interne Λ_a , voit la perméance équivalente Λ_e qui consiste à la mise en parallèle de celle due aux deux entrefers Λ_δ et de celle de la fuite Λ_σ entre deux culasses :

$$\Lambda_e = \Lambda_\delta + \Lambda_\sigma \quad (1)$$

En appliquant les formules pour les perméances, on obtient :

$$\Lambda_\delta = \frac{\mu_0 S_\delta}{2\delta} = \frac{\mu_0 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{2\delta} \quad (2)$$

qui donne $\Lambda_{\delta 1} = 3.351 \cdot 10^{-8}$ H pour $\delta = 1.5$ mm, et $\Lambda_{\delta 2} = 1.005 \cdot 10^{-8}$ H pour $\delta = 5$ mm, et :

$$\Lambda_\sigma = \frac{\mu_0 S_\sigma}{l_\sigma} = \frac{\mu_0 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 10^{-3}} = 1.675 \cdot 10^{-8} \text{ H} \quad (3)$$

et en conséquence $\Lambda_{e1} = 5.026 \cdot 10^{-8}$ H pour $\delta = 1.5$ mm, et $\Lambda_{e2} = 2.681 \cdot 10^{-8}$ H pour $\delta = 5$ mm.

2) Caractéristique externe

Selon la formule (3.5) du livre Electromécanique de Jufer, la *caractéristique externe* (le lieu de points de fonctionnement correspondant au circuit externe) dans le plan

$B - H$ est donnée par :

$$\frac{B_a}{H_a} = -\Lambda_e \frac{l_a}{S_a} = -K = -\Lambda_e \frac{12 \cdot 10^{-3}}{7 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3}} \quad (4)$$

qui donne $K_1 = 4.308 \cdot 10^{-6}$ H/m pour $\delta = 1.5$ mm, et $K_2 = 2.298 \cdot 10^{-6}$ H/m pour $\delta = 5$ mm.

3) Caractéristique interne de l'aimant

La caractéristique interne de l'aimant est donnée par les points R, D et C dans le plan $B - H$. Entre les points D et R se trouve la zone linéaire dans laquelle l'aimant est prévu pour travailler. Elle est donnée par la formule :

$$B_a = B_R + \mu_r \mu_o H_a \quad (5)$$

En utilisant les points D et R, on obtient :

$$\mu_r = \frac{B_R - B_D}{\mu_o(-H_D)} = 1.027 \quad (6)$$

A gauche du point D se trouve la zone de *demagnétisation irreversible*, donnée par la formule :

$$B_a = B_x + \mu_{rx} \mu_o H_a \quad (7)$$

En utilisant les points C et D, on obtient :

$$\mu_{rx} = \frac{B_D}{\mu_o(H_D - H_C)} = 17.91 \quad (8)$$

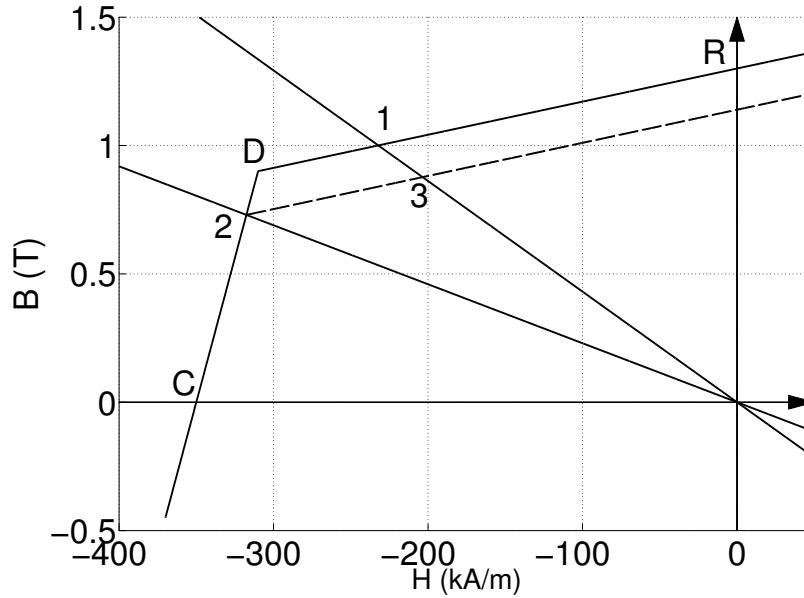
$$B_x = -\mu_o \mu_{rx} H_C = 7.875 \text{ T} \quad (9)$$

4) Le point de travail pour $\delta = 1.5$ mm

Le point de travail est l'intersection entre les caractéristiques interne et externe. Pour l'entrefer $\delta = 1.5$ mm, la caractéristique externe $B_a = -K_1 H_a$ coupe la caractéristique interne linéaire (5) au point 1 avec les coordonnées $H_{a1} = -232.2$ kA/m et $B_{a1} = 1.000$ T.

5) Le point de travail pour $\delta = 5$ mm

Pour l'entrefer $\delta = 5$ mm, la caractéristique externe $B_a = -K_2 H_a$ ne coupe pas la caractéristique interne linéaire (5), mais celle de demagnétisation irreversible (7) au point 2 avec les coordonnées $H_{a2} = -317.6$ kA/m et $B_{a2} = 0.730$ T. Cela veut dire



que l'aimant est demagnétisé et qu'il a perdu ses caractéristiques d'une manière irreversible. La seule possibilité de les avoir de nouveau est de magnétiser l'aimant de nouveau.

6) Le point de travail pour $\delta = 1.5 \text{ mm}$

Une fois l'aimant demagnétisé (le point de travail 2), si le champ externe commence à monter, le nouveau point de travail va suivre la nouvelle caractéristique interne linéaire. Elle est parallèle à la caractéristique interne initiale (D - R), donc sa formule est :

$$B_a = B'_R + \mu_r \mu_0 H_a \quad (10)$$

avec B'_R la nouvelle valeur de l'induction remanente. Comme cette caractéristique passe par le point 2, on obtient :

$$B'_R = B_{a2} - \mu_r \mu_0 H_{a2} = 1.139 \text{ T} \quad (11)$$

La caractéristique externe $B_a = -K_1 H_a$ coupe la nouvelle caractéristique interne linéaire (10) au point 3 avec les coordonnées $H_{a3} = -203.5 \text{ kA/m}$ et $B_{a3} = 0.877 \text{ T}$.

7) La force d'attraction

Le flux $\Phi_a = B_a S_a$ généré par l'aimant est divisé en deux parties ($\Phi_\sigma = B_\sigma S_\sigma$ et $\Phi_\delta = B_\delta S_\delta$), selon le schéma magnétique équivalent. En écrivant les équations pour ce diviseur du flux, on obtient :

$$\Phi_\delta = \Phi_a \frac{\Lambda_\delta}{\Lambda_\delta + \Lambda_\sigma} \quad (12)$$

et alors :

$$B_\delta = B_\alpha \frac{S_\alpha}{S_\delta} \frac{\Lambda_\delta}{\Lambda_\delta + \Lambda_\sigma} \quad (13)$$

Cela donne les valeurs numériques : $B_{\delta 1} = 1.167$ T, $B_{\delta 2} = 0.479$ T et $B_{\delta 3} = 1.023$ T. La force d'attraction est donnée par la formule :

$$F = 2 \frac{B_\delta^2}{2\mu_0} S_\delta \quad (14)$$

Cela donne les valeurs numériques : $F_1 = 86.72$ N, $F_2 = 14.60$ N et $F_3 = 66.63$ N.