

5.3.1 Champs magnétiques-Exercice 1

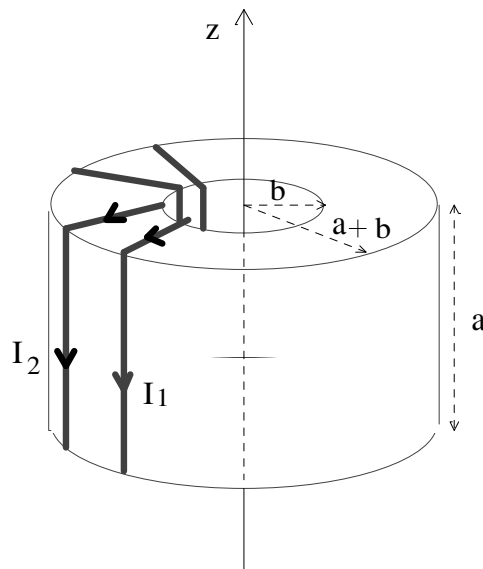
On considère un tore à section carrée, d'axe Oz, de rayon intérieur b , de rayon extérieur $a+b$, de hauteur a .

Sur ce tore sont placés deux enroulements de spires carrées :

- Le primaire constitué de N_1 spires parcourues par l'intensité I_1 , de résistance totale R_1 , alimenté par une tension U_1 .
- Le secondaire constitué de N_2 spires parcourues par l'intensité I_2 , de résistance totale R_2 , alimenté par une tension U_2 .

N_1 et N_2 sont grands et les spires sont régulièrement réparties.

1. Calculer en tout point M de l'espace le champ magnétique $\vec{B}$ créée par le tore.
2. Montrer que le flux magnétique à travers une section droite du tore est de la forme : $\phi = L_0(N_1 I_1 + N_2 I_2)$. Donner L_0 en fonction des dimensions du tore.
3. En régime variable, calculer les forces électromotrices e_1 et e_2 induites dans les enroulements primaire et secondaire. Faire un schéma électrique équivalent de ces deux enroulements.
4. On impose au primaire un régime sinusoïdal forcé : $U_1(t) = U_{10} \cos \omega t$. Donner les relations entre les amplitudes complexes de I_1 , U_1 , I_2 , U_2 .



5.3.1 Champs magnétiques-Exercice 1

1-Analyse des invariances et symétries : $\vec{B}(M) = B_\theta(r)\vec{u}_\theta$

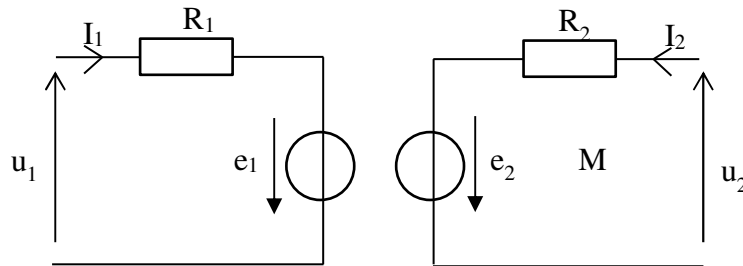
Théorème d'Ampère pour un cercle de rayon r , d'axe Oz : $2\pi r B_\theta(r) = 0$ si M extérieur au tore
 $2\pi r B_\theta(r) = \mu_0(N_1 I_1 + N_2 I_2)$ si M intérieur au tore

Donc : $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0(N_1 I_1 + N_2 I_2)}{2\pi r} \vec{u}_\theta$ si M intérieur au tore $\vec{B}(M) = \vec{0}$ si M extérieur au tore

$$2- \phi = \iint_{\text{section}} \vec{B}(M) \cdot d\vec{r} dz \vec{u}_\theta = \frac{\mu_0(N_1 I_1 + N_2 I_2)}{2\pi} \int_b^{b+a} \frac{dr}{r} \int_0^a dz = \frac{\mu_0(N_1 I_1 + N_2 I_2)a}{2\pi} L_n \frac{b+a}{b}$$

On a bien : $\phi = L_0(N_1 I_1 + N_2 I_2)$ avec : $L_0 = \frac{\mu_0 a}{2\pi} L_n \frac{b+a}{b}$

3-



Loi de Faraday : $e_1 = -\frac{d\phi_1}{dt} = -\frac{dN_1\phi}{dt}$ soit : $e_1 = -N_1^2 L_0 \frac{dI_1}{dt} - N_1 N_2 L_0 \frac{dI_2}{dt}$
 $e_2 = -\frac{d\phi_2}{dt} = -\frac{dN_2\phi}{dt}$ soit : $e_2 = -N_2^2 L_0 \frac{dI_2}{dt} - N_1 N_2 L_0 \frac{dI_1}{dt}$

4-Loi des mailles : $u_1 = R_1 I_1 - e_1 = R_1 I_1 + N_1^2 L_0 \frac{dI_1}{dt} + N_1 N_2 L_0 \frac{dI_2}{dt}$

En notation complexe : $\underline{U}_1 = (R_1 + jN_1^2 L_0 \omega) \underline{I}_1 + jN_1 N_2 L_0 \omega \underline{I}_2$
 De même : $\underline{U}_2 = (R_2 + jN_2^2 L_0 \omega) \underline{I}_2 + jN_1 N_2 L_0 \omega \underline{I}_1$