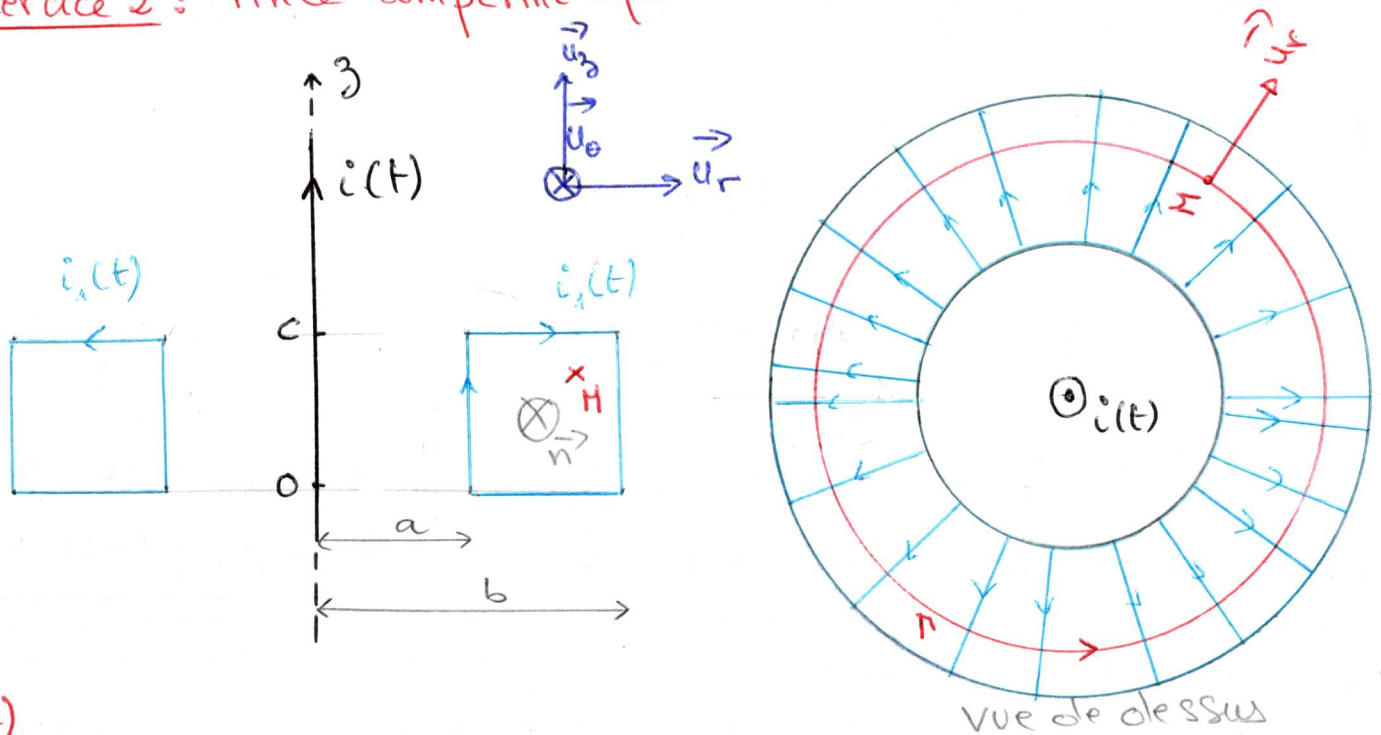


Exercice 2 : Pince ampèrétique



1-a)

- le système de coordonnées adéquat est le cylindrique $\rightarrow M(r, \theta, z)$.
- la distribution de courant { fil + tore } est invariante par rotation autour de (Oz)
- le plan $(M, \vec{u}_r, \vec{u}_z)$ est un P.S.P $\rightarrow \vec{B}(M, t) \parallel \vec{u}_\theta$
 $\Rightarrow$ d'où Γ , le contour d'Ampère, un cercle de rayon r d'axe (Oz)

Thm d'Ampère : $\oint_{\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{\text{enc}} = \int_0^{2\pi} B \cdot \vec{u}_\theta \cdot r d\theta \vec{u}_\theta$

$$2\pi r B = \mu_0 (i(t) + N i_1(t)) \quad \text{les 2 courants enfilés sont } (+)$$

$$\rightarrow \vec{B}(M, t) = \vec{B}(r, t) = \frac{\mu_0 (i(t) + N i_1(t))}{2\pi r} \vec{u}_\theta$$

1-b) $\phi = \iint_{\text{bobinage}} \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iint_{\text{bobinage}} B(r, t) \vec{u}_\theta \cdot (N \, dr \, dz \, \vec{u}_\theta)$

$$= \frac{\mu_0 N}{2\pi} (i(t) + N i_1(t)) \int_a^b \frac{dr}{r} \int_0^c dz$$

$$\phi = \frac{\mu_0 N}{2\pi} c \ln\left(\frac{b}{a}\right) i(t) + \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} c \ln \frac{b}{a} i_1(t)$$

$$\phi = M i(t) + L i_1(t)$$

$$\rightarrow M = \frac{\mu_0 N}{2\pi} c \ln \frac{b}{a} \propto N_1 \cdot N_2$$

$$L = \frac{\mu_0 N^2}{2\pi} c \ln \frac{b}{a} \propto N^2$$

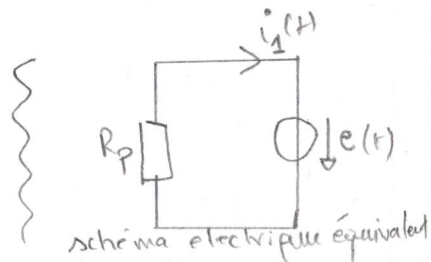
1-c/ la longueur total du bobinage torique est $[(b-a)+c] \times 2N$, et il est de résistance linéaire $\lambda \Rightarrow R_p = 2N\lambda[(b-a)+c]$

2-a) Le bobinage torique étant fixe et soumis à un champ mag var, créé par $i(t)$ parcourant le fil $\Rightarrow$ il subit un phénomène d'induction, et comme le bobinage est fermé, il apparaît alors un courant induit $i_1(t)$

*) en appliquant la loi d'Ohm généralisée : $0 = R_p i_1(t) - e$

$$e(t) = - \frac{d\phi}{dt} = -L \frac{di_1}{dt} - M \frac{di}{dt}$$

$$\rightarrow R_p i_1(t) + L \frac{di_1}{dt} + M \frac{di}{dt} = 0$$



les courants sont sinusoïdaux $\rightarrow$ on peut passer en notation complexe.

$$\rightarrow R_p \underline{i}_1 + jL\omega \underline{i}_1 + jM\omega \underline{i} = 0$$

$$(R_p + jL\omega) \underline{i}_1 = -jM\omega \underline{i}$$

$$\rightarrow \frac{\underline{i}_1}{\underline{i}} = \frac{-jM\omega}{R_p + jL\omega} = \frac{\underline{I}_1 \cdot e^{j\omega t}}{\underline{I} \cdot e^{j\omega t}}$$

$$\rightarrow \underline{H} = \frac{-jM\omega}{R_p + jL\omega}$$

2-b/) le principe de la pince ampèremétrique est basé sur le phénomène d'induction (circuit fixe) $\rightarrow$ donc elle ne fonctionne qu'en régime variable.

*) $|\underline{H}| = \frac{|\underline{I}_1|}{|\underline{I}|} = \frac{M\omega}{\sqrt{R_p^2 + (L\omega)^2}}$: la mesure du courant $i_1(t)$ dépend de la pulsation ω du courant $i(t)$ donc il faut calibrer.

$$= \frac{M/L}{\sqrt{\frac{R_p^2}{(L\omega)^2} + 1}}$$

Pour éviter le calibrage, c.à.d. pour que la mesure de I_1 soit indépendante de ω , il faut que $\frac{R_p}{L\omega} \ll 1$

$\rightarrow \omega \gg \frac{R_p}{L}$ (tout en restant dans le domaine de validité de l'ARQS (B.F.))

$$\omega \gg \frac{2\pi f (b-a+c)}{\frac{\mu_0 N^2}{2\pi} \ln \frac{b}{a}} \quad \rightarrow \omega \gg \frac{4\pi f (b-a+c)}{\mu_0 c N \ln \frac{b}{a}}$$

dans ce cas $\frac{|\underline{I}_1|}{|\underline{I}|} = \frac{M}{L} = \frac{\frac{\mu_0 N}{2\pi} \cancel{\ln \frac{b}{a}}}{\frac{\mu_0 N^2}{2\pi} \cancel{\ln \frac{b}{a}}} = \frac{1}{N}$: rapport de transform.

or N est élevé $\rightarrow |\underline{I}_1| \ll |\underline{I}| \rightarrow$ la pince ampèremétrique est un abaisseur de courant, elle permet de mesurer les courants intenses.