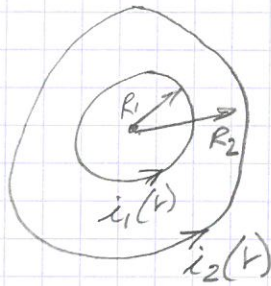
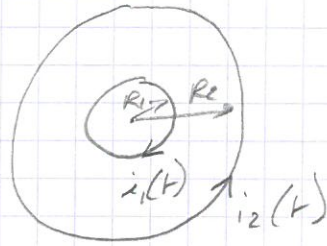


A

1



$$\pi \geq 0$$



$$\pi \leq 0$$

$$\textcircled{2} \quad B_2 = \mu_0 \frac{N_2}{l} I_2 \quad \Phi_{21} = B_2 N_1 \pi R_1^2 = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{l} \pi R_1^2 I_2$$

$$\Rightarrow \pi = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{l} \pi R_1^2$$

$$\textcircled{3} \quad B_1 = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1 \quad \Phi_{11} = B_1 N_1 \pi R_1^2 \Rightarrow L_1 = \mu_0 \frac{N_1^2}{l} \pi R_1^2$$

$$B_2 = \mu_0 \frac{N_2}{l} I_2 \quad \Phi_{22} = B_2 N_2 \pi R_2^2 \Rightarrow L_2 = \mu_0 \frac{N_2^2}{l} \pi R_2^2$$

$$\rho = \frac{|\pi|}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{\pi R_1^2}{\sqrt{\pi R_1^2 \pi R_2^2}} = \frac{R_1}{R_2}$$

④ Tous les calculs ont été faits avec l'hypothèse $R_1 \leq R_2$, mais supposer $R_1 \geq R_2$ donnerait $\rho = \frac{R_2}{R_1}$. Ainsi, dans le cas général,

$$\rho = \min\left(\frac{R_1}{R_2}, \frac{R_2}{R_1}\right)$$

et donc,

$$\rho \leq 1$$

On obtient $\rho = 1$ pour $R_1 = R_2$. Cette condition annule le flux créé par la grande bobine et non capté par la petite.

A

5

Si $R_1 = R_2 = R$, alors

$$L_1 = \mu_0 \frac{N_1^2}{\ell} \pi R^2$$

$$L_2 = \mu_0 \frac{N_2^2}{\ell} \pi R^2$$

$$M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{\ell} \pi R^2$$

Les tensions des solénoïdes vérifient donc

$$u_1(t) = \mu_0 \frac{N_1}{\ell} \pi R^2 \left(N_1 \frac{di_1}{dt}(t) + N_2 \frac{di_2}{dt}(t) \right)$$

$$u_2(t) = \mu_0 \frac{N_2}{\ell} \pi R^2 \left(N_1 \frac{di_1}{dt}(t) + N_2 \frac{di_2}{dt}(t) \right)$$

d'où un rapport de transformation

$$a = \frac{u_2(t)}{u_1(t)} = \frac{N_2}{N_1}$$

⑥ La résistance ohmique des fils électriques a été négligée. Les pertes par effet Joule dans le cuivre réduisent le rapport de transformation.

⑦ Le transformateur permet d'élever la tension et ainsi réduire les pertes par effet Joule dans les lignes électriques utilisées pour la distribution de l'énergie électrique à grande échelle. Il est ensuite utilisé pour abaisser la tension, et fournir et sécuriser l'utilisation de cette énergie par les industries et les particuliers.

B

① 600 tours par minute font 60 tours par seconde, et un tour vaut 2π radians.

$$\omega = 120\pi \text{ rad/s}$$

$$\theta(t) = \omega t$$

② Flux magnétique $\Phi(t) = B a b \cos \theta(t)$

Fem

$$e(t) = -\frac{d\Phi}{dt}(t) = \omega B a b \sin \theta(t)$$

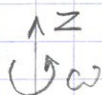
d'après la loi de Faraday

$$\textcircled{3} R = \frac{2}{\pi} \left(\frac{a}{S} + \frac{b}{S} \right) \text{ avec } S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$R = \frac{8}{\pi} \frac{a+b}{d^2} = 12,2 \text{ m}\Omega$$

$$\textcircled{4} \text{ Loi d'Ohm } i(t) = \frac{e(t)}{R} = \frac{\omega B a b}{R} \sin \theta(t)$$

⑤

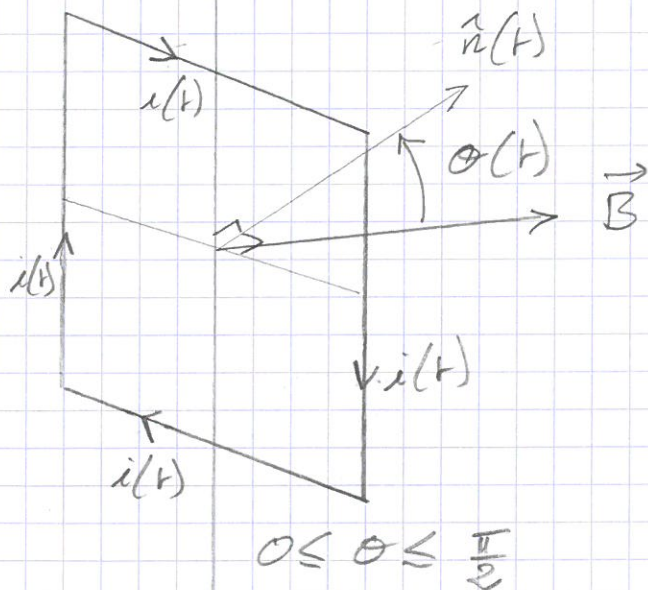


⑥

$$i(t) = I_0 \sin(\omega t)$$

$$I_0 = \frac{\omega B a b}{R} = 616,8 \text{ A}$$

courant alternatif sinusoïdal



$$\begin{aligned} \textcircled{7} \vec{F}_{\text{tot}} &= \oint i(t) d\vec{\ell} \wedge \vec{B} \\ &= i(t) \left(\oint d\vec{\ell} \right) \wedge \vec{B} \\ &= \vec{0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{8} \vec{T}(t) &= \vec{m}(t) \wedge \vec{B} \quad \vec{m}(t) = i(t) a b \hat{n}(t) \\ &= \frac{\omega B a^2 b^2}{R} \sin(\omega t) \hat{n}(t) \end{aligned}$$

$$\hat{n}(t) \wedge \vec{B} = -B \sin \theta(t) \hat{e}_z \text{ d'où}$$

$$\vec{T}(t) = -\frac{\omega (B a b)^2}{R} \sin^2(\omega t) \hat{e}_z$$

B

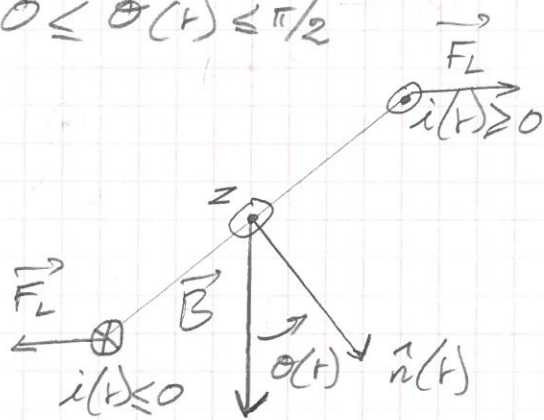
Ainsi la force de Laplace s'oppose toujours à la rotation du cadre:

$$\Gamma_2(t) = \vec{F}(t) \cdot \vec{e}_2 \leq 0$$

La puissance mécanique apportée au cadre pour le maintenir en rotation est convertie en puissance électrique

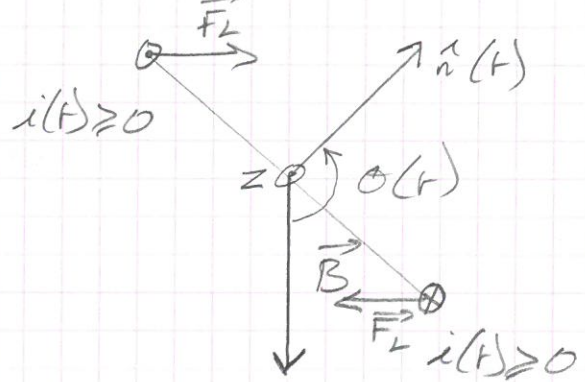
⑩ On distingue quatre cas.

$$0 \leq \theta(t) \leq \pi/2$$

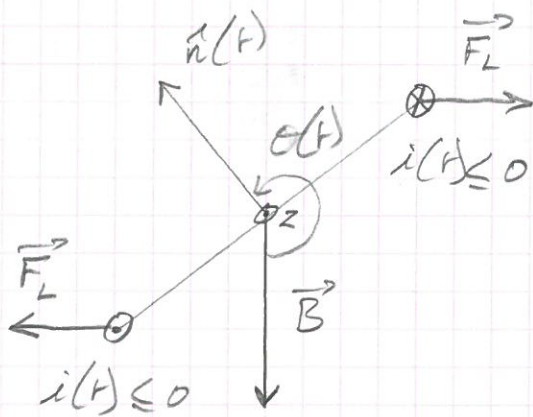


étirement

$$\pi/2 \leq \theta(t) \leq \pi$$

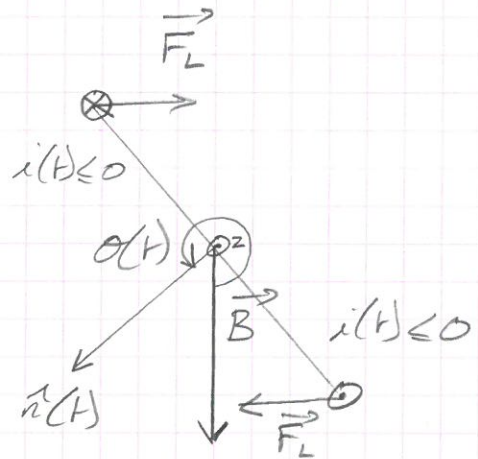


compression



étirement

$$\frac{3\pi}{2} \leq \theta(t) \leq 2\pi$$



compression