

Généralisation

Couplage électromécanique

La force de Laplace et les phénomènes d'induction permettent la **conversion** d'énergie entre les formes **mécanique** et **électrique**. Lors du déplacement d'un conducteur dans un champ magnétique **stationnaire**, La somme de la puissance de la force de Laplace et de la puissance fournie par la force électromotrice d'**induction** est nulle :

$$\mathcal{P}(\vec{F}_{\mathcal{L}a}) + e_{\text{ind}} i = 0$$

Le fonctionnement du dispositif sera :

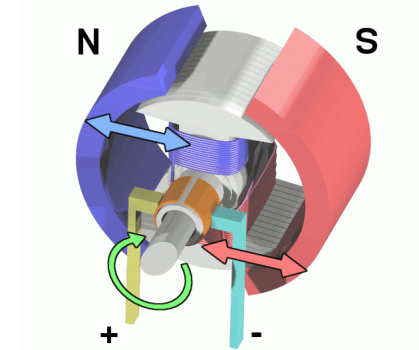
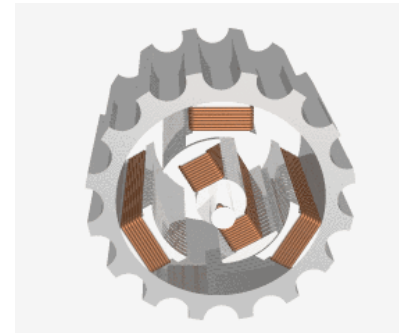
moteur pour $\mathcal{P}(\vec{F}_{\mathcal{L}a}) > 0$, soit $e_{\text{ind}} i < 0$,

générateur pour $e_{\text{ind}} i > 0$, soit $\mathcal{P}(\vec{F}_{\mathcal{L}a}) < 0$.

Énoncé

On reprend le dispositif précédent, avec $E = \text{cste} \neq 0$, $R \neq 0$ et \vec{F}_{ext} une force de frottement solide, de norme F constante. La barre est initialement immobile, sa vitesse sera donc toujours dirigée selon $+\vec{e}_x$.

1. Établir les équations différentielles couplées mécanique et électrique vérifiées par i et x , en déduire l'expression de i en fonction de \dot{x}
2. Commenter les variations de $\|\vec{F}_{\mathcal{L}a}\|$ avec \dot{x} .
3. Comparer l'expression et le signe des puissances :
 - de la force de Laplace
 - fournie par la force électromotrice d'induction
 - fournie par le générateur
4. Déterminer la solution pour $\dot{x}(t)$ vérifiant la condition initiales $\dot{x}(0) = 0$ et celle de $i(t)$.
5. Estimer des ordres de grandeur de la vitesse atteinte dans l'expérience et de l'intensité maximale i_0 . On prendra $B_0 = 10 \text{ mT}$. Commenter. Estimer également la vitesse asymptotique v_∞ en négligeant le frottement solide.
6. Estimer l'ordre de grandeur du champ magnétique propre B_p . En déduire la pertinence des approximations.



Indispensable

Indispensable

- établissement des équations couplées
- relation $\mathcal{P}(\vec{F}_{\mathcal{L}a}) + e_{\text{ind}} i = 0$ (en convention générateur)
- interprétations qualitatives des exemples
- bilans énergétiques