

Induction

Lenz : Les conséquences induites s'opposent aux causes.

Équations de Maxwell dans l'ARQS magnétique ($c \ll cT$)

(Conséquence induite = Cause)

$$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\text{div } \vec{B} = 0 \quad \text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$$

Deux types d'induction :

temporelle

- Circuit fixe + Variation du flux magnétique (Neumann)

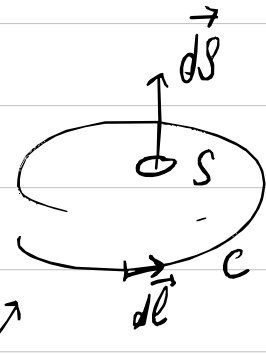
On intègre Maxwell-Faraday sur le circuit

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \oint_S -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} = -\frac{d}{dt} \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Par le th. de Stokes au circuit (fermé)

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

noté e "force électromotrice"



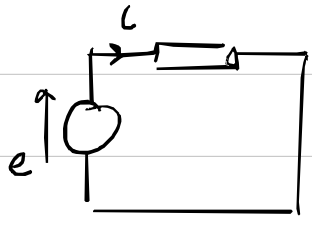
orienté par R.D.

Rq : puisque $\text{div } \vec{B} = 0$, on a $\oint_{\Sigma} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$ quelque soit la surface fermée Σ choisie. Ainsi de surfaces s'appuyant sur le même contour vont donner le flux

Φ ne dépend donc que de C.

Protocole à suivre

- Orienter C (arbitraire)
- Déduire $d\vec{S}$
- Calculer $\Phi = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$
- puis $e = -\dot{\Phi}$
- Circuit équivalent :



selon la situation (auto induction)

- Circuit mobile et $\vec{B}$ permanent (Lorentz)

Sur chaque porteur de charge dq s'applique la force

$$d\vec{f}_{\text{Lap}} = dq \underbrace{\vec{v} \times \vec{B}}_{\text{champ électromoteur } \vec{E}_m} = dq \frac{dx}{dt} \vec{u} \times \vec{B} = i \underbrace{d\vec{l} \times \vec{B}}_{\text{force de Laplace}}$$

F.é.m (convention gén.) $e = \oint \vec{E}_m \cdot d\vec{l}$

Analogie électromécanique :

$$e i = \vec{F}_{\text{Lap}} \cdot \vec{v}$$

La puissance mécanique est intégralement convertie en puissance électrique

$$P_{\text{Lap}} = \oint d\vec{f}_{\text{Lap}} \cdot \vec{v} = \oint i d\vec{l} \times \vec{B} \cdot \vec{v} = i \oint \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{l} = ie$$

Auto induction :

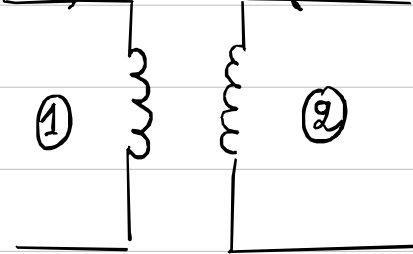
$$\vec{u} \times \vec{v} \cdot \vec{w} = \vec{w} \times \vec{v} \cdot \vec{u}$$

Circuit fixe mais :

$i(t)$ varie $\rightarrow$ induit un champ magnétique variable

Le flux de ce champ est $\Phi_p = L i$ où L est "l'inductance propre"

La f.é.m. induite vaut donc $e_L = -L \frac{di}{dt}$



$$\Phi_{2 \rightarrow 1} = \mathcal{R}_{2 \rightarrow 1} i_2 \quad (21212)$$

$$\Phi_{1 \rightarrow 2} = \mathcal{R}_{1 \rightarrow 2} i_1 \quad (12121)$$

Th. de Neumann : $\mathcal{R}_{1 \rightarrow 2} = \mathcal{R}_{2 \rightarrow 1} = \mathcal{R}$

Pbms :

- Courants de Foucault
- Anneau de Thomson
- Bobines de Helmholtz