

L'induction électromagnétique

P5 – Chapitre 6

I. Loi d'Ohm généralisée

1. La force de Lorentz

Charge ponctuelle	Distribution volumique de charges
$\vec{f} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$	$\vec{f} = \iiint_V \rho(M)\vec{E}(M) + \vec{j}(M) \wedge \vec{B}(M) d^3\tau_P$

2. Loi d'Ohm locale pour un conducteur immobile

$$\boxed{\vec{j} = \gamma \vec{E}} \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{n_m q^2 \tau}{m} \quad (\text{conductivité})$$

3. Loi d'Ohm locale pour un conducteur en mouvement (vitesse $\vec{V}$)

$$\boxed{\vec{j} = \gamma(\vec{E} + \vec{V} \wedge \vec{B})}$$

II. L'induction électromagnétique

1. Loi de Faraday

$$\boxed{Ri = e = -\frac{d\phi}{dt}} \quad \text{avec} \quad \boxed{\phi = \iint_{\text{spire}} \vec{B} \cdot d^2\vec{S}_P}$$

2. Equation de Maxwell-Faraday

$$\boxed{\text{rot}_M \vec{E}(M) = -\frac{\partial \vec{B}(M)}{\partial t}}$$

3. Potentiels électromagnétiques – Jauges

$$\text{Une jauge se note } (\vec{A}(M), V(M)) \quad \begin{cases} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \text{grad } V(M) \\ \vec{B} = \text{rot}_M \vec{A}(M) \end{cases}$$

III. Exemples d'application

1. Mesure de tension aux bornes d'un dipôle inductif

$$u = Ri + \frac{d\phi}{dt}$$

2. Matrice inductance de circuits filiformes

$$\phi_i = \sum_{j=1}^N I_j M_{ij} \quad \text{avec} \quad M_{ij} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{c_i} \oint_{c_j} \frac{\vec{dr}_i \cdot \vec{dr}_j}{r_{ij}}$$

Ex : Le transformateur :

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

3. Electrodynamique des conducteurs

a. Effet Hall

Durant le régime transitoire, les électrons s'accumulent d'un côté du conducteur, mais la formation de charges positives de l'autre côté crée une force $\vec{f}_H = q\vec{E}_H$ qui annule cette accumulation.

$$\vec{f} = q \left(\vec{E} + \underbrace{\vec{E}_H + \vec{v} \wedge \vec{B}}_{=0} \right)$$

b. Force de Laplace (force électrique)

$$\vec{f}_L = e\vec{E}_H = -\vec{V} \wedge \vec{B}$$

Distrib. volumique	Distrib. surfacique	Distrib. linéique
$\vec{f}_L = \iiint_V (\vec{j} \wedge \vec{B}) d^3\tau$	$\vec{f}_L = \iint_S (\vec{J}_s \wedge \vec{B}) d^2S_M$	$\vec{f}_L = I \oint_C \vec{dr} \wedge \vec{B}$

c. Circuits filiformes

$$\vec{\Gamma} = \vec{M} \wedge \vec{B} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} \vec{\Gamma} \text{ moment du couple} \\ \vec{M} = I\vec{S} \text{ moment magnétique} \end{array}$$