Induction

Biographies succintes

I – Circuit fixe dans $\vec{B}(t)$

Déf

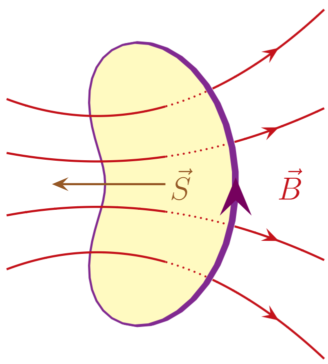
Le phénomène d'induction dans un circuit immobile plongé dans un champ magnétique dépendant du temps s'appelle *l'induction de* Neumann.

Loi

Dans un circuit **fermé** et **immobile**, la f.é.m. induite $e_{\text{ind}}(t)$ s'écrit

$$e_{\text{ind}}(t) = -\frac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t} \qquad \text{où :}$$

- ➜ $e_{\text{ind}}(t)$ est dans le sens de i ;
- ➜ Φ_B est calculé avec le vecteur surface $\vec{S}$ orienté dans le sens de i.



Loi

Loi de Lenz – loi de modération

L'induction, par ses effets, s'oppose à la cause qui lui a donné naissance.

Loi

Pour un circuit orienté $\mathcal{C}$ fermé ou non, la f.é.m. d'induction comptée dans le sens d'orientation de $\mathcal{C}$ s'écrit

$$e_{\text{ind}} = \int_{P\in\mathcal{C}} \vec{E}_{\text{m}}(P)\cdot \mathrm{d}\vec{\ell}_P \qquad \text{avec} \qquad \vec{E}_{\text{m}} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$$

$\vec{E}_{\text{m}}$ est appelé le *champ électromoteur*.

Loi

Le champ potentiel vecteur $\vec{A}$ est un champ de vrai vecteur.

Déf

Le *flux propre* d'une bobine (ou d'un circuit) est le flux du champ magnétique créé par la bobine à travers elle-même (lui-même).

Déf

L'inductance d'une bobine (ou d'un circuit) est la grandeur notée L, mesurée en henry, telle que

$$\Phi_{\text{p}} = L \times i \qquad \text{où}$$

i est le courant traversant la bobine (ou le circuit).

Loi

L'inductance est toujours positive.

Déf

Le flux magnétique s'exprime en *weber (Wb)* avec

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T.m}^2$$

Loi

La tension aux bornes d'une bobine d'inductance L et de résistance R s'écrit, en convention récepteur

$$u_{\text{bob}} = +L\,\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}(t) + R\,i(t)$$

Loi

L'énergie contenue dans le champ magnétique d'une bobine d'inductance L parcourue par un courant d'intensité $i(t)$ s'écrit

$$\mathscr{E}_{\text{mag}}(t) = \frac{1}{2}\,L\,i^2(t)$$

Loi

Lorsque deux circuits sont en interaction magnétique, le flux $\Phi_{1\to2}$ que ① crée à travers ② et le flux $\Phi_{2\to1}$ que ② crée dans ① s'écrivent

$$\Phi_{1\to2} = M\,i_1 \qquad \text{et} \qquad \Phi_{2\to1} = M\,i_2$$

M est appelé le *coefficient de mutuelle inductance*.

Loi

Le coefficient de mutuelle inductance dépend de la géométrie des bobines considérées et est positif ou négatif suivant l'orientation (arbitraire) des courants

---

Loi

Qualitativement :

➜ le coefficient d'auto-induction d'une bobine est proportionnel au carré du nombre de spires, $L \propto N^2$;

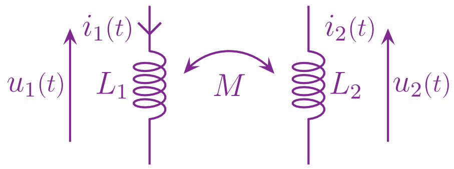
➜ le coefficient de mutuelle induction de deux bobine est proportionnel au produit de leurs nombres de spires, $M \propto N_1\,N_2$.

Loi

Deux bobines idéales en interaction magnétique dans des circuits électrocinétiques ont pour loi caractéristique, en convention récepteur,

$$u_1(t) = +L_1 \frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t}(t) + M \frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t}(t) \qquad \text{et} \qquad u_2(t) = +L_2 \frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t}(t) + M \frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t}(t) \quad \text{où}$$

$$L_1 > 0 \qquad L_2 > 0 \qquad M \gtrless 0$$



Loi

Dans le cas de deux bobines en influence mutuelle, l'énergie contenue dans le champ magnétique s'écrit, avec des notations naturelles

$$\mathscr{E} = \frac{1}{2}\,L_1\,{i_1}^2(t) + \frac{1}{2}\,L_2\,{i_2}^2(t) + M\,i_1(t)\,i_2(t)$$

Loi

Pour deux bobines d'inductance L_1 et L_2,
le coefficient de mutuelle inductance est tel que

$$M \leqslant \sqrt{L_1\,L_2}$$

Déf

Deux bobines d'inductance L_1 et L_2 dont dites en *couplage parfait* lorsque

$$M = \sqrt{L_1\,L_2}$$

Déf

Le *coefficient de couplage* k de deux bobines est défini par

$$k \triangleq \frac{M}{\sqrt{L_1\,L_2}} \qquad \text{avec} \qquad -1 \leqslant k \leqslant 1$$

II – Circuit mobile dans un champ statique

Déf

L'induction qui existe dans un circuit mobile se déplaçant dans un champ magnétique constant (uniforme ou non) est appelée *induction de* Lorentz.

Loi

Dans un référentiel $\mathscr{R}'$ en translation à la vitesse $\vec{v}_\mathrm{e}$ par rapport à $\mathscr{R}$, les champs électrique et magnétique s'écrivent

$$\vec{B}\,' = \vec{B} \qquad \text{et} \qquad \vec{E}\,' = \vec{E} + \vec{v}_\mathrm{e} \wedge \vec{B}$$

Loi

Invariance galiléenne des forces

La force subie par un point matériel est la même quel que soit le référentiel galiléen choisi.

LOI

Le courant est le même quel que soit le référentiel.

LOI

Le champ électromoteur $\vec{E}_\mathrm{m}$ induit lors d'une induction de LORENTZ s'écrit

$$\vec{E}_\mathrm{m} = \vec{v}_\mathrm{e} \wedge \vec{B}$$

LOI

La f.é.m. induite dans un circuit dans le cas d'une induction de LORENTZ s'écrit

$$e_\mathrm{ind} = \oint_{P\in\text{circuit}} \vec{E}_\mathrm{m}(P)\cdot \mathrm{d}\vec{\ell}_P \qquad e_\mathrm{ind} = \oint_{P\in\text{circuit}} \left(\vec{v}_\mathrm{e}(P)\wedge \vec{B}(P)\right)\cdot \mathrm{d}\vec{\ell}_P$$

LOI

Un circuit continuement défini plongé dans un champ magnétique statique possède une f.é.m. induite e_ind telle que

$$e_\mathrm{ind} = -\frac{\mathrm{d}\Phi_B}{\mathrm{d}t} \qquad \text{où}$$

Φ_B est le flux de $\vec{B}$ à travers le circuit orienté par i.

LOI

Dans le cadre d'une induction de LORENTZ, la puissance (resp. l'énergie) fournie par le générateur induit au circuit électrique est l'opposé de la puissance (resp. l'énergie) fournie par les forces de LAPLACE au conducteur qui bouge.

$$\mathscr{P}_\text{f,ind} + \mathscr{P}_\text{f,Laplace} = 0$$

LOI

Le couplage électro-mécanique en induction de LORENTZ est parfait.

LOI

Dans le cadre de l'induction de LORENTZ, pour un circuit d'une seule maille en translation, le couplage parfait se traduit par

$$e_\mathrm{ind}\times i + F_\mathrm{L}\times v = 0$$

LOI

Dans le cadre de l'induction de LORENTZ, pour un circuit d'une seule maille en rotation, le couplage parfait se traduit par

$$e_\mathrm{ind}\times i + \mathscr{M}(\vec{F}_\mathrm{L})\times \Omega = 0$$