

I Lois de l'induction

Définition : Flux de \vec{B}

Le flux du champ magnétique \vec{B} à travers une surface \vec{S} s'appuyant sur un contour fermé orienté s'écrit :

$$\phi = \iint \vec{B} \cdot d\vec{S}.$$

Si \vec{B} est uniforme sur toute la surface S alors :

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S}.$$

Loi de FARADAY : la force électromotrice induite dans un circuit est donnée par :

$$e = -\frac{d\phi}{dt}.$$

On considère deux cas d'induction :

- cas de VON NEUMANN : le circuit électrique est fixe dans un champ magnétique qui dépend du temps ;
- cas de LORENTZ : le circuit électrique est mobile dans un champ magnétique stationnaire.

Loi de modération ou loi de LENZ : les effets des phénomènes d'induction s'opposent aux causes qui leurs ont donné naissance.

II Application à une bobine

On alimente une bobine par un courant $i(t)$, cela crée un champ magnétique $\vec{B}(t)$ dont le flux à travers la surface s'appuyant sur le contour de la bobine est non nul. On appelle ce flux le flux propre et on le note ϕ_p . Il y a donc une force électromotrice induite.

Définition : Inductance d'une bobine

L'inductance d'une bobine est définie par :

$$\phi_p = Li.$$

Pour un solénoïde infini, on obtient $L = \mu_0 N^2 \frac{\pi R^2}{l^2}$ avec N le nombre de spires, l la longueur du solénoïde et R le rayon des spires.

III Mutuelle inductance

Définition : Coefficient de mutuelle inductance

Le flux du champ magnétique créé par une bobine 1 à travers une bobine 2 peut s'écrire :

$$\phi_{1 \rightarrow 2} = M_{12} i_1.$$

De même le flux du champ magnétique créé par la bobine 2 à travers la bobine 1 peut s'écrire :

$$\phi_{2 \rightarrow 1} = M_{21} i_2.$$

On admet que $M_{12} = M_{21} = M$ qu'on appelle le coefficient de mutuelle inductance.

Quand deux bobines sont en interaction, on peut écrire le flux du champ magnétique à travers l'une des bobines comme la somme du flux propre et du flux du champ magnétique créé par l'autre bobine :

$$\begin{cases} \phi_1 = Li_1 + Mi_2 \\ \phi_2 = Li_2 + Mi_1 \end{cases}$$

L'application la plus courante est le transformateur pour lequel on peut montrer que :

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

En prenant comme modèle un transformateur idéal pour lequel $L_1 = kN_1^2$, $L_2 = kN_2^2$ et $M = kN_1N_2$.

IV Forces de Laplace

Définition : Forces de Laplace

Les forces de Laplace s'appliquent à un circuit électrique parcouru par un courant i et soumis à une champ magnétique \vec{B} :

$$\vec{F}_L = \int i d\vec{\ell} \wedge \vec{B};$$

où $d\vec{\ell}$ est un petit élément du circuit orienté dans le même sens que le courant.

Application à un circuit fermé :

Pour un circuit fermé, la somme des forces de Laplace est nulle mais le moment des forces de Laplace s'écrit :

$$\vec{\Gamma} = \vec{m} \wedge \vec{B};$$

où \vec{m} est le moment magnétique du circuit.

V Méthode de résolution

Pour faire l'étude d'un système subissant une induction de Lorentz il faut :

- orienter le circuit (dans le même sens que le courant s'il y a un courant au départ) ;
- écrire l'équation électrique sans oublier la f.é.m d'induction (loi de Faraday) ;
- écrire l'équation mécanique (PFD pour une translation et TMC pour une rotation) sans oublier les forces de Laplace.

VI Transfert électromécanique de puissance

Dans le cadre du cours on considère une transfert d'énergie parfait ainsi :

$$P_l + ei = 0;$$

avec P_l la puissance des forces de Laplace.