

Chapitre III : Régime Quasi-Stationnaire

Définition :.....	2
Loi de lenz-Faraday :.....	2
<i>Loi de modération lenz</i> :.....	2
Induction B variable.....	3
Induction B constante.....	3
Applications.....	3
Comparaison entre le régime stationnaire et le régime quasi-stationnaires.....	4

Définition :

Si l'intensité dans un circuit électrique varie lentement, on utilise l'approximation des régimes Quasi-Stationnaires, valable pour des fréquences allant jusqu'à plusieurs KHz : on néglige les phénomènes de propagation des signaux dans les circuits électriques.

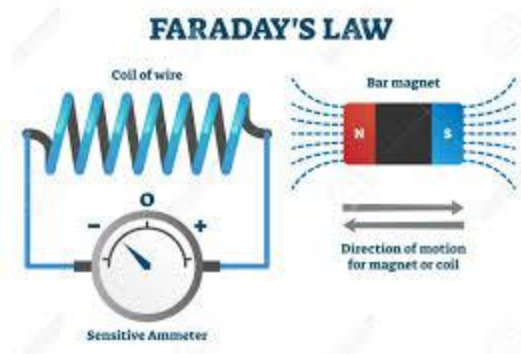
Exemples

1. Une ligne de transport d'énergie électrique de longueur $L=90$ Km et de fréquence $f=50$ Hz de tension variable $v(t) = \sin(2\pi ft)$, la longueur d'onde $\lambda = v/f$ du signal et v sa vitesse de propagation : $\lambda = 3 \cdot 10^8 / 50 = 6000$ Km $\Rightarrow \lambda \gg L$ on peut utiliser l'approximation Quasi-Stationnaire (loi d'Ampère, loi d'Ohm,.....).
2. Pour un circuit électrique de longueur $L= 20$ Cm et de fréquence 100 Ghz ($\lambda = 0.3$ Cm $\ll L$), dans ce cas on ne peut pas utiliser l'approximation Quasi-Stationnaire, il faut tenir compte les phénomènes de propagation de signaux dans le circuit.

Loi de lenz-Faraday :

Un circuit électrique, représenté par un contour C orienté arbitrairement soumis à un flux magnétique Φ_m **variable** (issu d'induction magnétique \vec{B} variable) est le siège d'une force électromotrice e telle que : $e = \frac{-d\Phi_m}{dt}$ ou :

- ✚ E est la force électromotrice (*f.é.m*) induite (ou l'induction). Elle correspond à la circulation du champ électrique \vec{E} induit par la variation de flux magnétique. Elle est donc telle que : $e = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l}$.
- ✚ Φ_m est le flux magnétique variable. Il est donc tel que : $\Phi_m = \iint_S \vec{B} \cdot \vec{n} ds$, avec S la surface délimitée par le contour C, et \vec{n} le vecteur unitaire normal à la surface élémentaire ds .



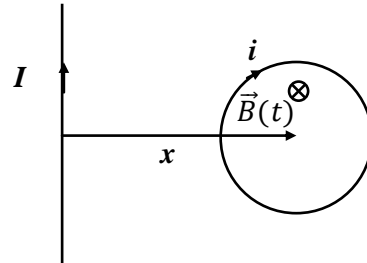
Loi de modération lenz :

La présence du signe (-) rend compte du fait que le sens du courant induit (orienté dans le même sens que le champ électrique induit) est tel que celui-ci tend toujours à s'opposer, par ses effets, à la cause qui l'a produit :

- ✚ Dans le cas d'un champ magnétique variable, le champ créé par le courant induit lui-même s'oppose à la variation du champ initial.
- ✚ Dans le cas d'un circuit mobile, les forces de Laplace dues au courant induit s'opposent au mouvement initial du circuit.

Induction B variable

Supposons I variable [$I = I_0 \sin(\omega t)$ par exemple]. L'induction B au point quelconque M est :



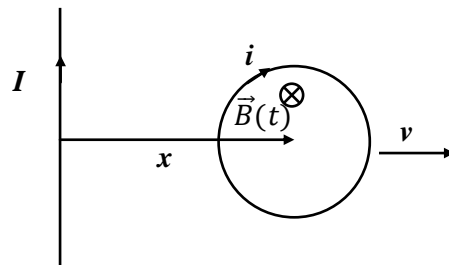
$$B(I) = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I_0 \sin \omega t}{2\pi x} \Rightarrow \phi = f(t) \Rightarrow i \neq 0 = \frac{e}{R}$$

R : résistance de la spire [Ω];

Comme l'induction est variable, le flux est également variable et génère un courant induit i dans la spire.

Induction B constante

- Si le courant I est constant, alors l'induction B est constante :



$$B(I) = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} \text{ et } x = \text{cte} \Rightarrow \phi = \int B ds = \text{cte} \Rightarrow e = \frac{-d\phi}{dt} = 0 \Rightarrow i = 0$$

- Si le courant I constant, mais la spire se déplace à une vitesse v : En se déplaçant, puisque la spire s'éloigne du courant I l'induction B diminue et est donc variable. Le flux magnétique qui devient variable induit un courant i dans la spire.

Applications

- ✚ Le principe des moteurs à induction.
- ✚ Les fours à inductions.
- ✚ Les ralentisseurs des camions et des Wagons.

✚ Certains embrayages automobiles.

Comparaison entre le régime stationnaire et le régime quasi-stationnaires

RS et RQS	
$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon}$	
$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$	
$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu \vec{j}$	
RS	RQS
$\vec{E} = -\vec{\nabla}V$	$\vec{E} = -\vec{\nabla}V - \frac{dA}{dt}$
$\vec{\nabla} \times \vec{E} = \vec{0}$	$\vec{\nabla} \times \vec{E} = \frac{-d\vec{B}}{dt}$