**Electromagnétique**

**Production et mesure de champ magnétique :**

Mesure du champ : sonde à effet Hall et Fluxmètre (circuit ac intégrateur) basé sur l'induction.

**INDUCTION**

**ARQS Magnétique** = écart à la magnétostatique, comme en magnétostatique un champ magnétique est créé par un courant mais ce courant n'étant plus permanent sa présence engendre en p lus de l'existence d'un champ magnétique, celle d'un champ électrique (Equation de Maxwell-Faraday) [E~a.B/T]. Cf Dunod PSI chapitre 20-Approximation des régimes quasi-stationnaires.

**Conséquences ?** Il suffit de prendre l'équation de M-A. le terme en dE/dt peut-être calculé en ordre de grandeur et il est négigeable si a<<cT où a est la distance entre la source et le point M et T est le temps caractéristique associé à l'évolution temporelle de la répartition des charges et des courants en S.

L'équation de Maxwell-Ampère est donc la même qu'en magnétostatique (si a<<cT), et les autres sont les mêmes que pour des champs variables, ac tous les termes !

**Induction : On se place dans l'ARQS magnétique. (cf. DUNOD PSI ARQS)**

Dans l'ARQS, même s'il reste suffisamment faible, le champ électrique n'est pas nul. Son existence est due à la présence du champ magnétique variable, on dit que le couple (j,B) est inducteur.

Courant i inducteur variable => champ magnétique variable => champ E induit => Loi d'Ohm : courant induit => rotB=u0.j (champ magnétique) [ON le néglige dans le cadre de l'ARQS tant que la taille caractéristique du conducteur reste inférieure à l'épaisseur de peau] cf. même réf que les courants de Foucault.

Dans un conducteur massif métallique soumis à un champ magnétique variable => les courants induits sont appelés courants de Foucault.

**Courants de Foucault** dans PSI DUNOD chapitre Approximation des régimes quasi-stationnaires.

**Transformateur :**

Principe d'un électroaimant ?

**Ferromagnétiques :** Pertes fer = Perte par courant de Foucault [Effet Joules] + perte par Hysteresis. On feuillette pour diminuer les pertes par courant de Foucaulit.

**Moteurs :**

Chronologiquement : MCC -> Moteur synchrone -> Moteur asynchrone

**Moteur synchrone (Alternateur dans les centrales, moteur TGV atlantique)**

* **Stator [INDUIT]** = Circuit magnétique (ferromagnétique doux qui canalisent les champ B) où sont disposées des bobines qui créent un champ magnétique qui dépend de teta. Et qui est tournant. Pour cela : Trois bobines espacées de 2pi/3 avec des courants déphasés de 2pi/3
* **Entrefer**
* **Rotor** **[INDUCTEUR]**= moment magnétique permanent (ça peut être un aimant [càd un ferromagnétique dur] ou alors un bobinage parcouru par un courant I permanent (dans le Dunod on le représente via une spire) le tout étant enrobé dans un milieu ferromagnétique doux pour canaliser le flux magnétique et augmenté le couplage entre le stator et le rotor.

**En fonctionnement Moteur** : Le moment magnétique souhaite s'alligner avec le champ magnétique. Couple = **M**^**B** et Ep=-**M**.**B** afin de minimiser l'énergie potentielle.

Il tourne donc à la vitesse du rotor pour le rejoindre.

Programme PSI : Il faut le comprendre via l'énergie électromagnétique = Ici elle est égale à l'énergie magnétique. Et étant donné que les ferromagnétiques ont une perméabilité magnétique infinie, l'énergie magnétique est nulle en leur sein. L'énergie électromagnétique est donc égale à l'énergie magnétique au sein de l'entrefer.

Dans l'entrefer les lignes de champ sont radiales (à cause de la perméabilité infinie, cf poly en 4.2.1 de Jérémy). On dit que les ferromagnétiques conduisent les champ magnétiques (perméabilité infinie) en réalité elles sortent quand même par l'entrefer et ça permet au ligne de champ magnétique statorique de passer par le rotor ! C'est ce qu'on souhaite vu qu'on veut faire tourner un champ B.

On comprend aisément **en fonctionnement alternateur** que le fait que le rotor tourne va induire chez le stator un courant (vu que le flux au sein des bobinages du stator va varier) d'où le fait que le rotor soit l'inducteur et le stator l'induit.

**Avantage :** condition de synchronisme, tourne à la vitesse du champ statorique on peut donc fixer facilement la vitesse de rotation du moteur.

**Inconvénient** : Afin de modifier la vitesse il faut utiliser un onduleur et asservir le moteur.

Couple au démarrage est de valeur moyenne nulle (le rotor n'a pas encore accroché au champ statorique ) et sans couple il ne peut pas commencer à vaincre le couple de charge). Il faut le démarrer.

Solution : On utilise des onduleurs de fréquence variable qui permettent d'établir un asservissement de l'angle interne pour obtenir de façon constante un couple moteur.

Ou alors on met une petite cage sur le rotor afin de le démarrer via ... moteur asynchrone.

**Moteur asynchrone** (Plus moderne, moins cher, utilisé dans de nombreux dispositifs domestiques [machine à laver, sèche linge], TGV Nord)

***B est toujours un champ magnétique tournant mais le moment magnétique est cette fois-ci induit par le fait que B tourne.***

* **Stator [INDUCTEUR]: Idem que la machine synchrone.**

Circuit magnétique (ferromagnétique doux qui canalisent les champ B) où sont disposées des bobines qui créent un champ magnétique qui dépend de teta. Et qui est tournant. Pour cela : Trois bobines espacées de 2pi/3 avec des courants déphasés de 2pi/3. Le champ magnétique a une pulsation ws.

* **Rotor [INDUIT] : Bobinages ou Cage à écureuil.**

(pas d'aimant, pas de courant élec, c'est top !)

Dans le Rotor le flux magnétique varie puisque B varie temporellement. Le flux varie selon wg=ws-wr.

Il apparaît donc une force électromotrice et ainsi un courant induit. Et ainsi le rotor acquiert un moment magnétique **M**=I**S.** Le moment magnétique a une pulsation wg.

On peut alors calculer le couple via M^B et on trouve qu'en moyenne il est non nulle uniquement si wg est différent de 0. En effet si wr=ws on voit bien que le flux magnétique ne varie pas vu que le rotor tourne à la même vitesse que le champ magnétique.

Remarques : Il peut fonctionner en génératrice mais très peu utilisé ! Théoriquement possible lorsque le glissement est négatif.

Le moteur asynchrone peut démarrer seul

**Moteur à courant continu** (Premier historiquement, jouets à pile, métro en fonctionnement moteur [traction] ou en générateur [freinage])

Une tension U est imposée aux bornes d'un collecteur

**Stator [INDUCTEUR] :** Carcasse en matériau ferromagnétique sur laquelle on place une bobine traversée par un courant permanent (ou alors ça peut être des aimants) qui crée un champ magnétique permanent.

**Rotor** **[INDUIT]**: Ensembles de spires (on peut dans un premier temps en considérer une) parcouru par un courant I ! Le rotor est alors un moment magnétique, il tourne pour s'alligner avec le champ statorique, une fois alligné ...

On utilise un  **collecteur** [fait aussi parti de l'induit] pour inverser le moment magnétique qui va donc tourner encore d'un demi tour pour s'aligner avec le champ statorique.

**Avantage** : La vitesse de rotation est commandée par la tension d'alimentation et donc on peut modifier la vitesse facilement.

**Inconvénient** : Système collecteur/ Balais sur la spires est fragile.

**Formules super importantes : Ecm=-e=K.Φs.Ω et Γ=KΦs.Irotor**