Modélisation des machines électriques par le calcul analytique des champs

Figures, Dessins et Equations

Chapitre 11 à 16

Chapitre 11 à 16

Jean-Paul CARON
I.N.P.L. – E.N.S.E.M. – G.R.E.E.N.
2 Av. de la foret de Haye
54500 Vandoeuvre-les-Nancy

E-Mail : Jean-Paul.Caron@ensem.inpl-nancy.fr

11 - Hypothèse du fondamental :

$$B(\theta,t) = 3\frac{\mu_0.I\sqrt{2}}{2e}.\sum_{n\geq 0}\left(\frac{F_{6n+1}}{6n+1}\cos(\omega t-(6n+1)\theta)\right)+\sum_{n>0}\left(\frac{F_{6n-1}}{6n-1}\cos(\omega t+(6n-1)\theta)\right)$$

Approximation de la valeur de l'induction :

$$B(\theta,t) \approx 3\frac{\mu_0.I\sqrt{2}}{2e}.G_1\cos(\omega t-\theta)$$

créée par

$$J(\theta,t) \approx 3\frac{I\sqrt{2}}{2R}.F_1\sin(\omega t-\theta)$$

En tenant compte de l'angle mécanique :

$$B(\gamma,t) \approx 3\frac{\mu_0.I\sqrt{2}}{2e}.G_1\cos(\omega t-p\gamma)$$

créée par

$$J(\theta,t) \approx 3\frac{.I\sqrt{2}}{2R}.F_1\sin(\omega t-p\gamma)$$

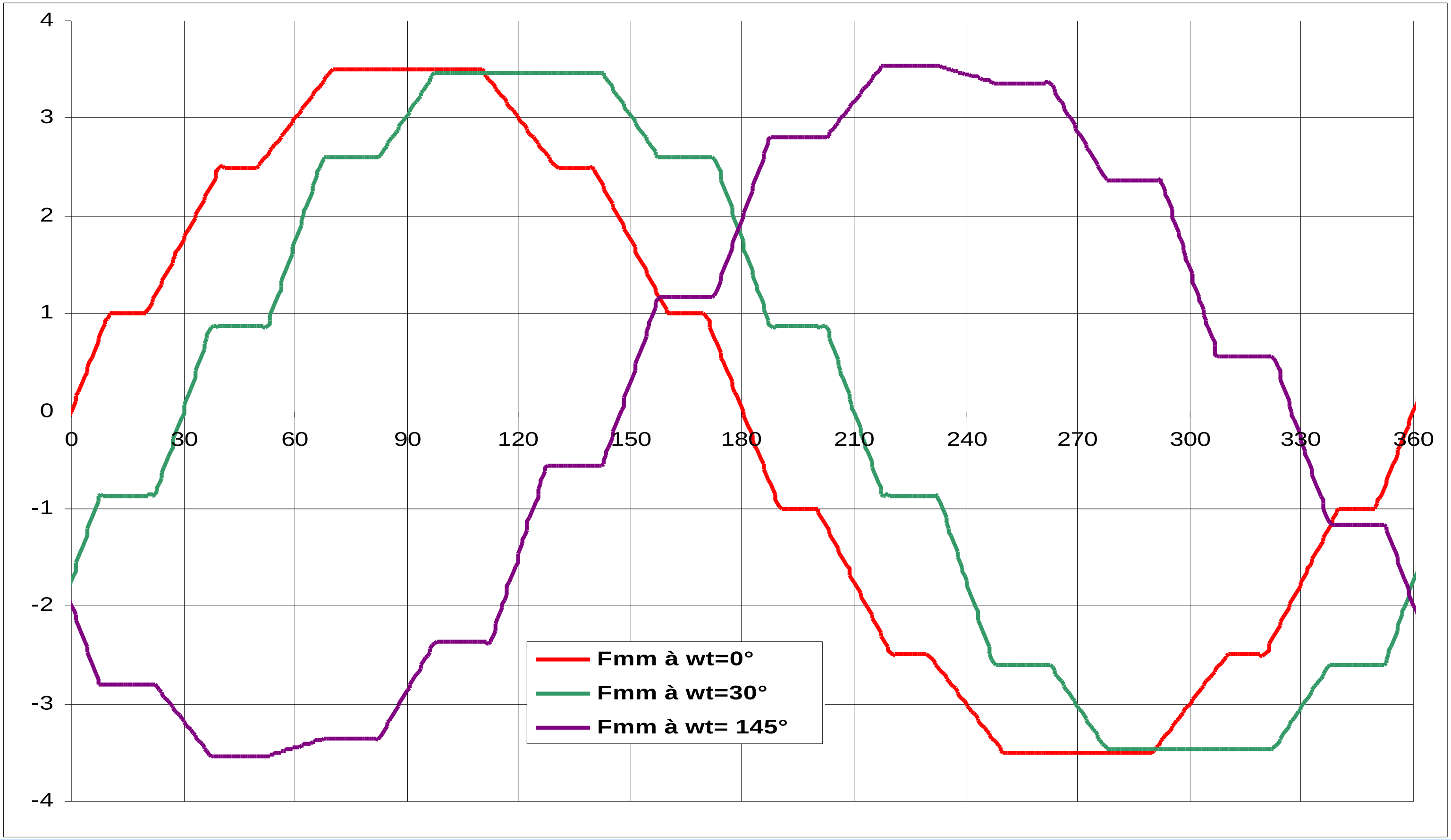
Nous n'allons plus tenir compte que de la valeur fondamentale des densités de courants et des force magnéto motrice

12 - CHAMPS TOURNANTS :

Une induction de la forme

$$B(\theta,t) = B_m .[\cos(\omega t - \theta)] \Leftrightarrow B(\gamma,t) = B_m .[\cos(\omega t - p\gamma)]$$

est nommée : CHAMP TOURNANT



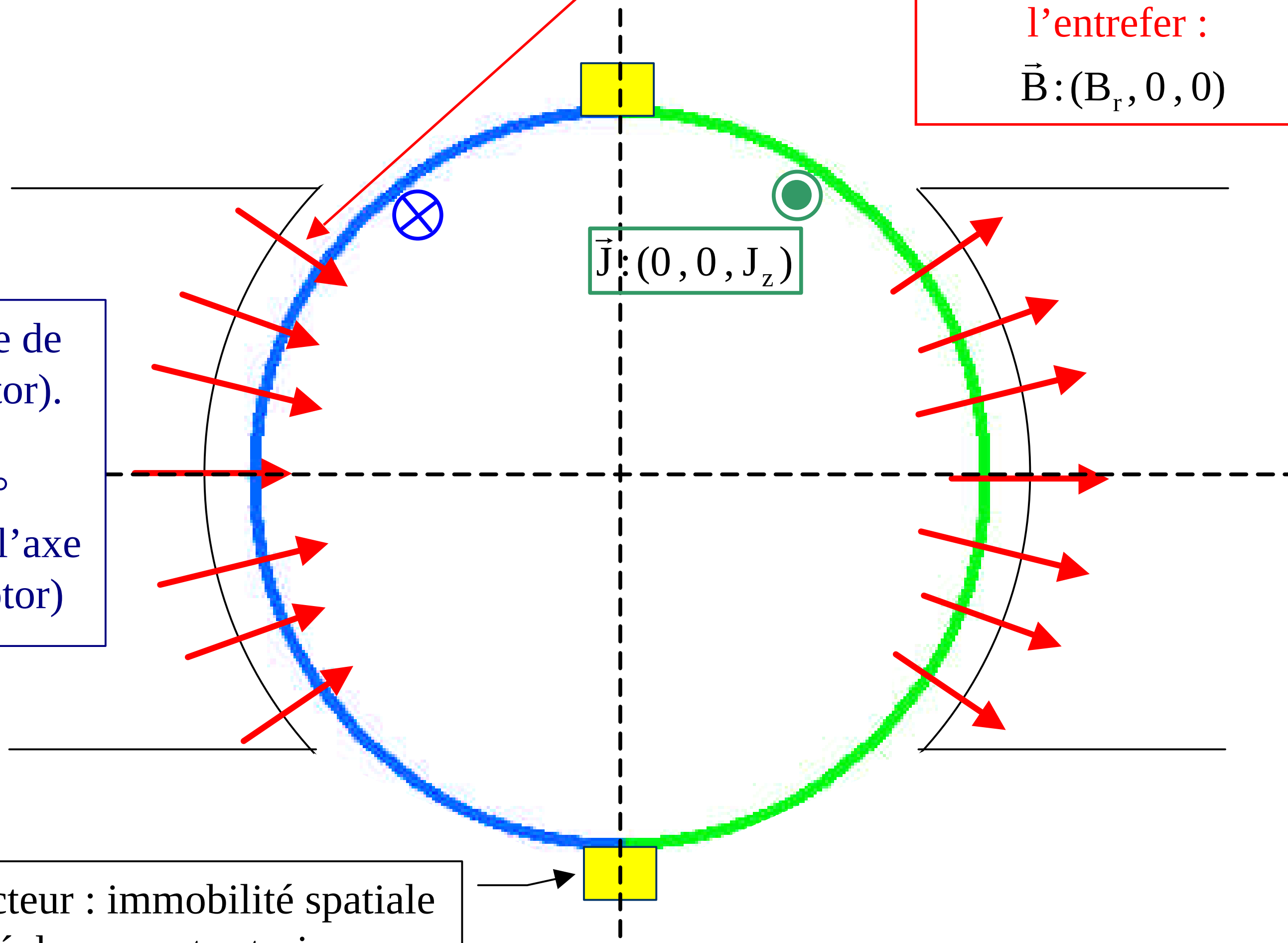
14 - Applications particulières :

14 - 1 La Machine à courant continu

$\omega_r = \omega_s = 0$

B est radial dans l'entrefer :

$\vec{B} : (B_r , 0 , 0)$



Axe de symétrie de l'induction (stator).

Angle de 90° électriques avec l'axe des courants (rotor)

Balais et collecteur : immobilité spatiale de la densité de courant rotorique.

Axe de symétrie des courants rotoriques, nommé“ ligne neutre ”

 $\omega_r = \omega_s = 2\pi f$

$$J = J_m \sin(p\gamma + \omega_s t + \varphi_s) \Rightarrow B_J(\gamma, t) = B_m \cdot \cos(p\gamma + \omega t + \varphi_s)$$

$$K = K_m \ \sin\left(p(\gamma + \alpha) + \omega_r t + \varphi_r\right)$$

$$\boxed{\Gamma = \pi L.R^2.B_{m,j}.K_m\left(\sin p\alpha\right)(\cos(\varphi_s - \varphi_r)}$$

Le moteur universel a la même structure que la machine à courant continu.

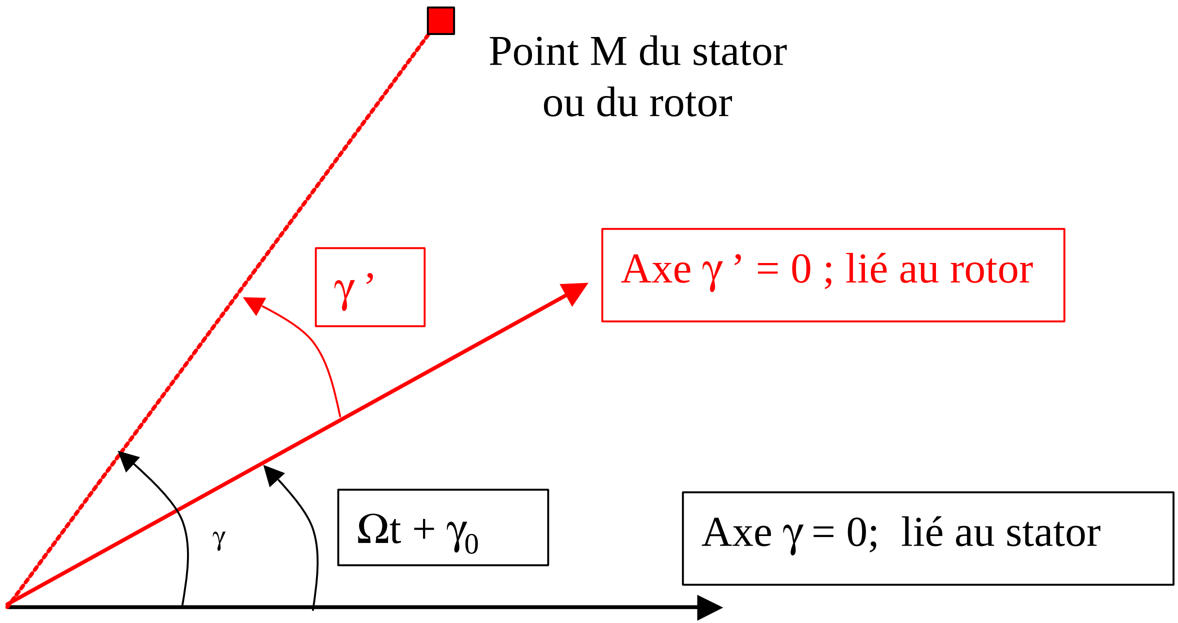
$$\alpha = \frac{\pi}{2.p}$$

Les enroulements du stator et du rotor sont branchés en série.

$$(\varphi_s - \varphi_r) = 0$$

Dans ce cas le moteur universel fournit le couple maximum.

16 - Nappe de courant rotorique en rotation dans le stator :



$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{d\gamma'}{dt} + \Omega$$

$$\gamma - \gamma_0 = \gamma' + \Omega.t$$

$$J = J_m \sin(p(\gamma + \alpha) + \omega_s t) \quad \Rightarrow \quad B_J(\gamma, t) = B_{m,j} . \cos(p(\gamma + \alpha) + \omega_s t)$$

$$K = K_m \sin\left(n\gamma' + \omega_r t\right)$$

Avec n = p

$$K = K_m \sin\left(p\gamma' + \omega_r t\right)$$

$$K = K_m \sin\left(p(\gamma - \gamma_0 - \Omega t) + \omega_r t\right)$$

$$\Omega = \frac{\omega_s - \omega_r}{p}$$ qui peut aussi s'écrire : $$\Omega = \frac{\omega_s}{p}\left(1 - \frac{\omega_r}{\omega_s}\right) = \frac{2\pi f_s}{p}(1 - g)$$

$$\boxed{\Gamma \neq 0 \quad \Leftrightarrow \quad \Omega = \frac{2\pi f_s}{p}(1 - g)}$$

16 - 2 La machine synchrone

$$J = J_m \sin(p(\gamma + \alpha) + \omega_s t)$$

$$B_J(\gamma, t) = B_{m,j} . \cos(p(\gamma + \alpha) + \omega_s t)$$

$$K = K_m \sin\left(n\gamma'\right)$$

Avec n = p

$$K = K_m \sin\left(p\gamma'\right)$$

$$K = K_m \sin\left(p(\gamma - \gamma_0 - \Omega t)\right)$$

$$\omega_s - p\Omega = 0$$

$$\Omega = \frac{\omega_s}{p} \qquad \text{qui peut aussi s'écrire :} \quad \Omega = \frac{2\pi f_s}{p}$$

$$\boxed{\Gamma \neq 0 \quad \Leftrightarrow \quad \Omega = \frac{2\pi f_s}{p}}$$