

Machine asynchrone

Par : Pr TAIBI Soufiane

1. Constitution et principe de fonctionnement de la machine asynchrone

2. Aspect électrique de la machine asynchrone

2.1. Schéma électrique équivalent

Fonctionnement avec rotor ouvert

Fonctionnement avec rotor en court circuit et bloqué (à l'arrêt)

Fonctionnement en rotation à vide

Fonctionnement en rotation en charge

Schéma électrique simplifié de la machine asynchrone

3. Bilan de puissance

4. Etude de la courbe du couple électromécanique

5. Utilisation d'un rhéostat de démarrage

6. Extension du fonctionnement

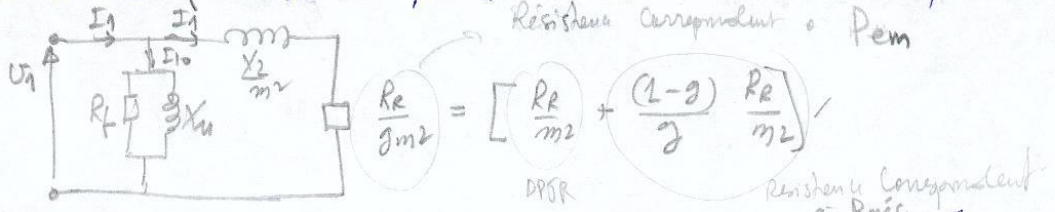
4. Etude de la courbe du couple électromécanique

Couple du Moteur asynchrone

9

$$C_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_s} ; C_u = \frac{P_u}{\Omega}$$

On se limite au cas le plus simple pour lequel le schéma équivalent est :



C'est à dire l'influence de R_1 et L_1 du stator sont négligées.

Donc :

$$\begin{aligned} P_{em} &= 3V_1 I_1 \cos \varphi_1 - P_{fs} \\ &= 3V_1 I_1 \cos \varphi_2 - 3 \frac{V_1^2}{R_f} \end{aligned}$$

On sait aussi que : $P_{em} = \frac{3R_r}{g} \cdot I_2^2 = C_{em} \cdot \Omega_s$

$$\Rightarrow C_{em} = \frac{3R_r}{g\Omega_s} \cdot I_2^2 \quad (A)$$

D'après le dernier schéma équivalent :

$$I_2 = \frac{I_1'}{m} \Rightarrow I_2 = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_1}{\sqrt{\left(\frac{R_r}{gm}\right)^2 + \left(\frac{X_2}{m}\right)^2}} \Rightarrow I_2^2 = \frac{1}{m^2} \cdot \frac{V_1^2}{\left(\frac{R_r}{gm}\right)^2 + \left(\frac{X_2}{m}\right)^2}$$

$$\Rightarrow I_2^2 = \frac{V_1^2 g^2 m^2}{R_r^2 + g^2 X_2^2}$$

on remplace I_2^2 dans (A) $\Rightarrow C_{em} = \frac{3R_r}{g\Omega_s} \cdot \frac{V_1^2 g^2 m^2}{R_r^2 + g^2 X_2^2}$

$$C_{em} = \frac{3m^2 V_1^2}{\Omega_s} \cdot \frac{g \cdot R_r}{R_r^2 + g^2 X_2^2} = K \cdot \frac{g \cdot R_r}{R_r^2 + g^2 X_2^2} = K \frac{\frac{R_r}{g}}{\left(\frac{R_r}{g}\right)^2 + X_2^2}$$

Formule de l'cos

Résultat : Le couple du moteur asynchrone ne dépend, à tension et fréquence du stator fixés, que des variables R_r et g .

Etude de la courbe du couple électromécanique :

$$C_{em} = K \cdot \frac{g \cdot R_r}{R_r^2 + g^2 X_2^2} \quad \text{le couple max est obtenu pour } \left. \begin{array}{l} \text{la valeur de } g \text{ donnant :} \\ \frac{dC_{em}}{dg} = 0 \end{array} \right\}$$

le maximum de la courbe a lieu pour $g = g_0 = \frac{R_r}{X_2} \quad (C)$

et la valeur $C_{em\ max}$ du couple de soude par :

$$C_{em\ max} = \frac{3m^2 V_1^2}{2X_2 \cdot \Omega_s}$$

Résultat :
 le valeur max du couple est indépendante de R_r .

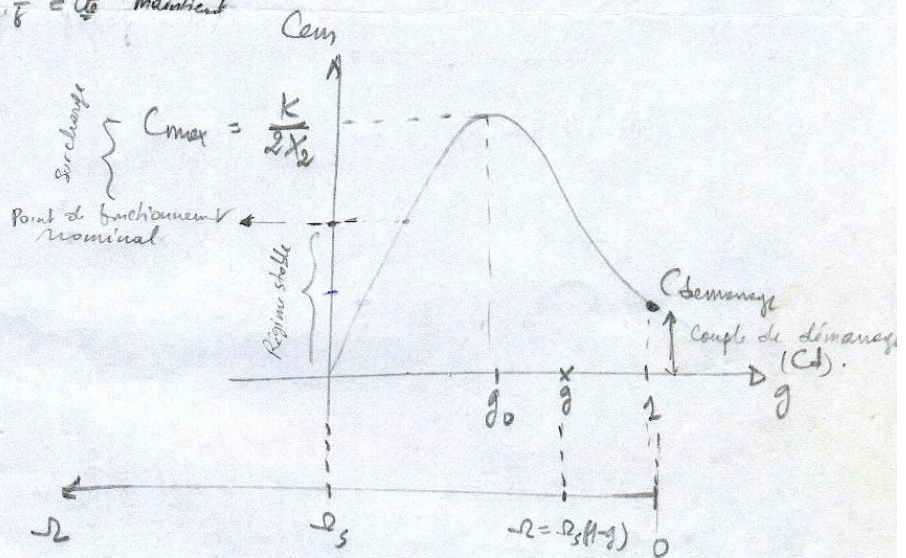
Comme $X_2 = 2\pi l_2 \cdot f$ et que $\Omega_s = \frac{2\pi f}{p} \Rightarrow$

$$C_{em\ max} = \frac{3m^2 V_1^2 p}{4\pi l_2 f \cdot 2\pi f} = \frac{3m^2 p V_1^2}{8\pi^2 l_2 f^2} = \frac{3m^2 p}{8\pi^2 l_2} \cdot \left(\frac{V_1}{f}\right)^2$$

Le couple maximal est proportionnel à $\left(\frac{V_1}{f}\right)^2$. Cette formule est entièrement en moment de l'étude de la MAS alimentée par onduleur : // commande $\frac{V}{f} = C_0$ maintient

- Rq: cette courbe présente trois parties :
- une partie rétrograde { de la machine à v.i. → plein charge (nominal) }
 - une partie de surcharge { de la charge nominale → couple maximale }
 - une partie instable { du couple max → couple de démarrage }

Rq: Lorsque on dépasse le couple max de moteur s'arrête (on dit: il cale).



Remarque :

Pour de très faible glissement on peut écrire $R_r \gg g \cdot X_2 \Rightarrow$ d'après la relation (B)

$$C_{em} \approx \frac{K \cdot g}{R_r} \cdot \text{Avec (C) et (D) on obtient } C_{em}$$

$$\approx \frac{K \cdot g}{g_0 \cdot X_2} \quad \text{avec (C)}$$

$$\approx \frac{K \cdot g}{g_0 \cdot \frac{K}{2C_{max}}} \quad \text{avec (D)}$$

$$\approx 2C_{max} \frac{g}{g_0}$$

On pratique on utilise la variation du couple électromagnétique en fonction de la vitesse de rotation $C_e = f(\Omega)$. Cette caractéristique s'appelle caractéristique mécanique.

On peut construire $C_e = f(\Omega)$ à partir de $C_e = f(g)$ en utilisant la formule $\Omega = (1-g)\Omega_s$; on obtient alors :

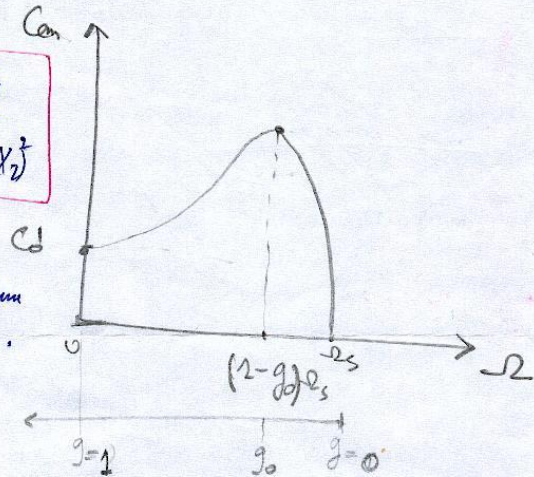
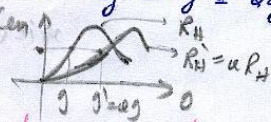
Rq : C_{em} peut s'écrire :

$$C_{em} = K \frac{(R_A)^2}{(R_A)^2 + (X_A)^2}$$

~~Le couple~~ Le couple dépend du rapport $(\frac{R_A}{g})$.

Si R_A passe à $R_A' = \alpha R_A$ on retrouve le même couple si le glissement passe de g à $g' = \alpha g$.

$$\frac{R_A'}{g'} = \frac{\alpha R_A}{\alpha g} = \frac{R_A}{g}$$



Caractéristique mécanique