

II-1. Introduction

L'identification des paramètres d'un modèle des machines à courant alternatif (machine asynchrone, machine synchrone) est l'un des objectifs les plus importants dans beaucoup d'applications industrielles. Or, elle revêt d'un intérêt capital pour la simulation de leurs comportements dans des conditions plus variées, la mise en œuvre de leurs commandes, et aussi pour la détection et le diagnostic de leurs défauts.

II-2. Identification des paramètres des machines asynchrones :

II-2-1. Schéma équivalent de la MAS en régime permanent ramené au stator:

La figure suivante illustre le schéma équivalent de la MAS en régime permanent

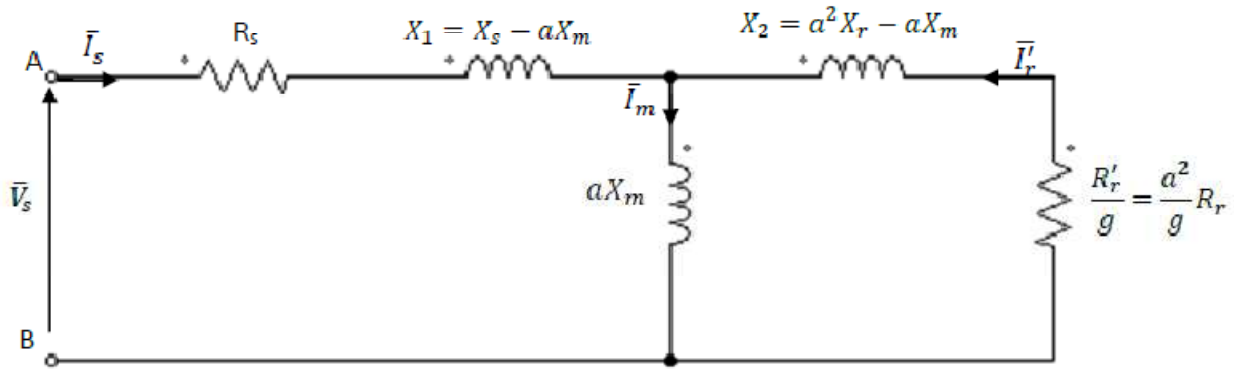


Figure II.1 : Schéma équivalent de la MAS en régime permanent ramené au stator

Les équations électriques du modèle de la MAS s'écrivent alors comme suit :

$$\begin{aligned}\bar{V}_s &= (R_s + j l_s \omega_s) \bar{I}_s + j \omega_s M \bar{I}_m \\ \bar{V}_r &= \bar{0} = \left(\frac{R'_r}{g} + j l'_r \omega_s \right) \bar{I}_r + j \omega_s M \bar{I}_m\end{aligned}\tag{II-1}$$

Avec :

$R'_r = \alpha^2 R$: Résistance rotorique ramenée au stator

$X_s = \omega_s L_s$: Réactance propre du stator

$X_r = \omega_s L_r$: Réactance propre du rotor

$X_m = \omega_s M$: Réactance de magnétisation

$X_1 = \omega_s (L_s - aM)$: Réactance de fuite du stator

$X_2 = \omega_s (L'_r - aM)$: Réactance de fuite du rotor ramenée au stator

a : Constante de transformation adoptée pour ramener le rotor au repère statorique

L'impédance totale par phase vue du stator (dipôle AB) peut se déduire du circuit équivalent de la figure est donnée par : $\bar{Z}_e = \frac{\bar{V}_s}{\bar{I}_s} = R_e + jX_e$

Avec :

$$R_e = R_s + \frac{X_m^2 \frac{R_r}{g}}{\frac{R_r^2}{g^2} + X_r^2} = R_s + \frac{\omega_s^2 M^2 \frac{R_r}{g}}{\frac{R_r^2}{g^2} + \omega_s^2 L_r^2} \quad (\text{II-2})$$

$$X_e = X_s - \frac{X_m^2 X_r}{\frac{R_r^2}{g^2} + X_r^2} = \omega_s L_s - \frac{\omega_s^2 M^2 \omega_s L_r}{\frac{R_r^2}{g^2} + \omega_s^2 L_r^2}$$

Un choix judicieux de « a » permet d'avoir différents schémas équivalents qui peuvent être :

- Mieux adaptés à l'identification des paramètres.
- Plus appropriés à la prise en compte de la saturation magnétique et les pertes dans le fer.
- Plus commodes au calcul des performances de la machine

II-2.2. Schéma équivalent à fuites totalisées dans le stator :

Dans ce modèle, a est choisie telle que : $l'_r = 0 \Rightarrow a = \frac{M}{L_r}$

Le schéma équivalent de la MAS en T de la Fig. II.1 devient :

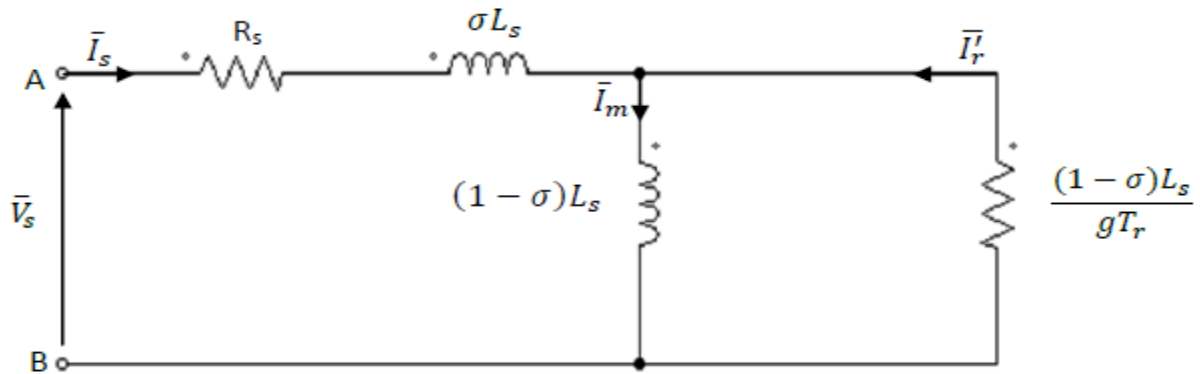


Figure II.2 : Schéma équivalent de la MAS ramenée au stator à fuites totalisées dans le stator

On remarque ainsi qu'indépendamment de la structure de son rotor, la MAS triphasée est caractérisée par les quatre paramètres électriques suivants : R_s , L_s , σ et T_r

II-2.3. Identification de la MAS à rotor à cage

Les essais classiques envisagés permettent de déterminer tous les paramètres électriques du schéma équivalent à fuite totalisées au le stator tels que : L_s , σ et T_r

II-2-3-1. Mesure des résistances

La résistance d'une phase statorique est donnée indirectement par la méthode volt-ampèremétrique. Cette méthode consiste à alimenter une phase du stator par une source de tension continue et de mesurer le courant qui la traverse et la tension entre ses bornes.

II-2-3-2. Essai à vide

Dans ce cas, la machine est alimentée à sa tension et à sa fréquence nominale, et tourne à vide, le rotor est en court-circuit dans les machines à bagues. Il existe cependant un couple résistant de très faible valeur équivalent aux pertes mécaniques dues aux frottements et à la ventilation. De ce fait le glissement n'est pas tout à fait nul, les courants rotoriques sont négligeables et le flux dans l'entrefer est créé par le stator seul. On peut écrire alors que : lorsque $g \approx 0$:

$$\bar{V}_s = \bar{V}_{s0} \quad \text{et} \quad \bar{I}'_r \approx 0 \quad \text{et} \quad \bar{I}_s = \bar{I}_{s0} \approx \bar{I}_m$$

Dans le schéma équivalent de la figure II.2, la branche correspondante au secondaire est ouverte. Le circuit à vide devient :

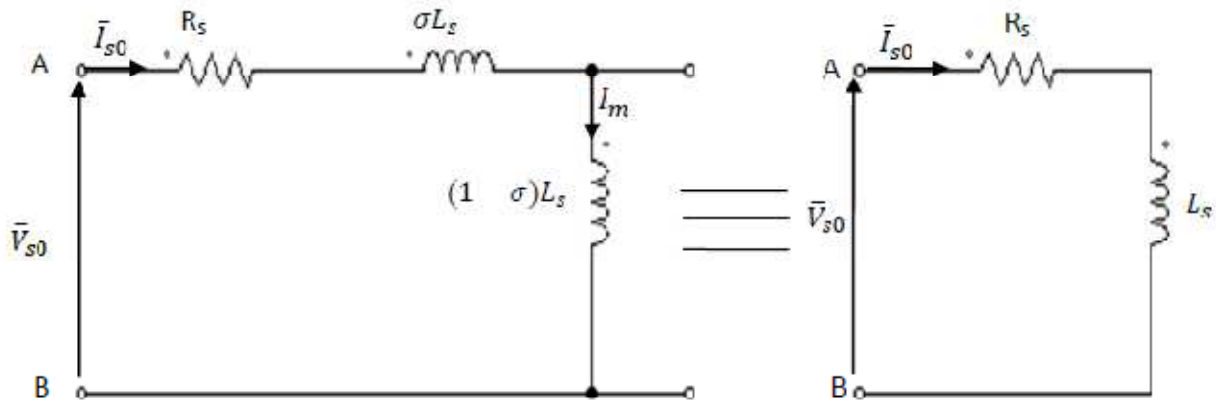


Figure II.3 : Schéma équivalent de la MAS en fonctionnement à vide

Cet essai à vide permet de déterminer R_{e0} et X_{e0} par la mesure en triphasé de P_0 , Q_0 et V_{s0} , soient :

$$\bar{Z}_{e0} = R_{e0} + jX_{e0} \quad (\text{II-3})$$

Avec :

$$R_{e0} = \frac{P_0}{P_0^2 + Q_0^2} V_{s0}^2 = R_s \quad (\text{II-4})$$

$$X_{e0} = \frac{Q_0}{P_0^2 + Q_0^2} V_{s0}^2 = \omega_s L_s$$

P_0 : Puissance active absorbée à vide

Q_0 : Puissance réactive absorbée à vide

V_{s0} : tension statorique à vide

II-2-3-3. Essai à rotor bloqué

Cet essai est aussi appelé « essai en court-circuit », le rotor est bloqué (enroulement court-circuité, arbre bloqué), la vitesse de rotation étant nulle ($g = 1$). L'essai doit être effectué à tension réduite de façon à limiter le courant à sa valeur nominale. La figure ci-dessous illustre le schéma équivalent déduit de cet essai.

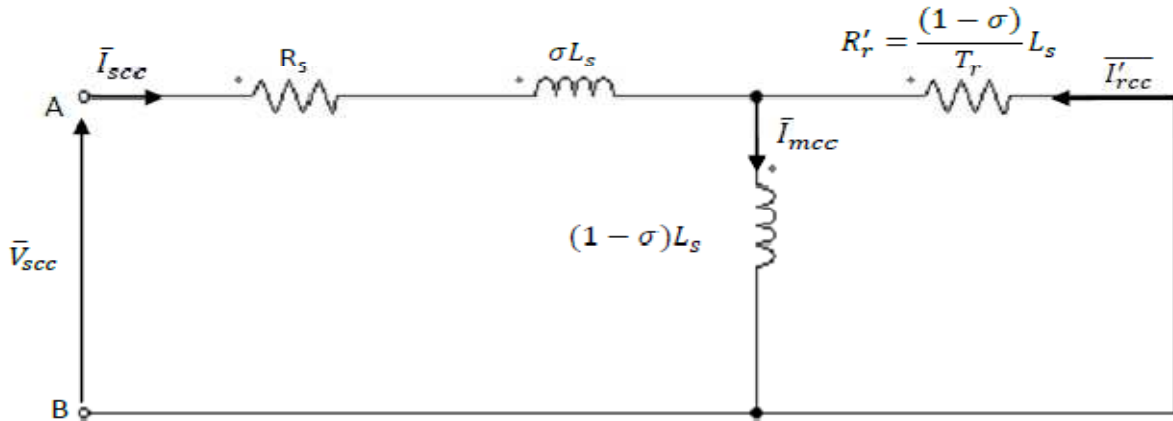


Figure II.4: Schéma équivalent de la MAS en fonctionnement à rotor bloqué.

Alimentée à tension réduite et à fréquence nominale à l'arrêt ($g = 1$), la machine est loin d'être saturée, car le courant magnétisant est très faible et la réactance de magnétisation est considérée infinie. Le schéma simplifié de la figure II.5 permet de déterminer la résistance rotorique ramenée R'_r et l'inductance des fuites globales σL_s .

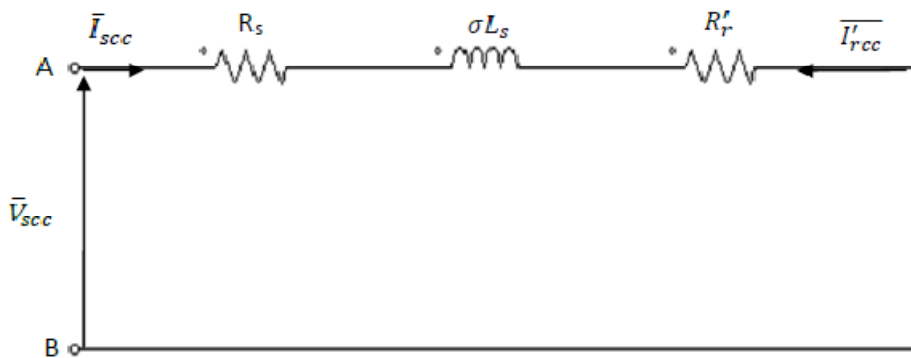


Figure II.5: Schéma équivalent simplifié de la MAS à rotor bloqué.

L'impédance de court circuit Z_{ecc} peut s'écrire :

$$Z_{ecc} = R_{ecc} + jX_{ecc} \quad (II-5)$$

Avec :

$$\begin{aligned} R_{ecc} &= \frac{P_{cc}}{P_{cc}^2 + Q_{cc}^2} V_{scc}^2 = R_s + \omega_s L_s (1 - \sigma) \frac{\omega_s T_r}{1 + \omega_s^2 T_r^2} \\ X_{ecc} &= \frac{Q_{cc}}{P_{cc}^2 + Q_{cc}^2} V_{scc}^2 = \omega_s L_s - \omega_s L_s (1 - \sigma) \frac{\omega_s^2 T_r^2}{1 + \omega_s^2 T_r^2} \end{aligned} \quad (\text{II-6})$$

Les composantes R_{ecc} et X_{ecc} de l'impédance d'entrée en court-circuit sont calculées à partir des mesures de P_{cc} , Q_{cc} , et V_{cc} .

Avec :

P_{cc} : puissance active absorbée à rotor bloqué, Q_{cc} : puissance réactive absorbée à rotor bloqué, et V_{cc} : tension statorique à rotor bloqué.

On alors :

$$R_{ecc} = \frac{P_{cc}}{P_{cc}^2 + Q_{cc}^2} V_{scc}^2 = R_s + R_r' \quad (\text{II-7})$$

Connaissant R_s et L_s on tire alors :

$$R_r' = R_{ecc} - R_s \quad (\text{II-8})$$

$$X_{ecc} = \sigma L_s \quad (\text{II-9})$$

On peut déduire le coefficient de dispersion total σ , et donc on peut calculer :

$$L_r' = (1 - \sigma) L_s = M' \quad (\text{II-10})$$

$$T_r = \frac{L_r'}{R_r'} \quad (\text{II-11})$$