Conversion Électromécanique II

Corrigé: **Moteur asynchrone – caractéristique de couple**

1. Le courant et couple pour $s = 0.03$ et pour le démarrage

Les équations des tensions statorique et rotorique pour une phase d'un moteur à rotor en court-circuit sont :

$$\underline{U}_s = R_s \underline{I}_s + jX_{\sigma s} \underline{I}_s + jX_h (\underline{I}_s + \underline{I}'_r) \tag{1}$$

$$0 = \frac{R'_r}{s} \underline{I}'_r + jX'_{\sigma r} \underline{I}'_r + jX_h (\underline{I}_s + \underline{I}'_r) \tag{2}$$

Le glissement est défini par $s = (\Omega_s - \Omega)/\Omega_s$ avec $\Omega_s = 2\pi f/p$ la vitesse synchrone mécanique, et Ω la vitesse rotorique mécanique. Le schéma équivalent est présenté à la Fig. 1.

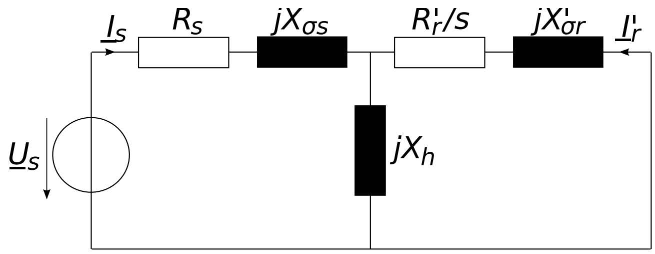

Figure 1: Le schéma équivalent d'un moteur asynchrone

Par le théorème de Thévenin, on transforme la partie gauche du schéma (section 15.3.2 du Traité). Le nouveau schéma est présente à la Fig. 2.

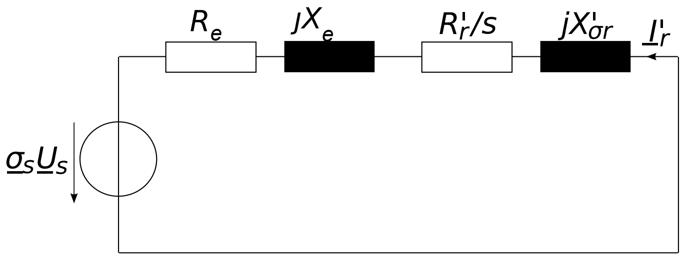

Figure 2: Le nouveau schéma équivalent d'un moteur asynchrone

Les équations pour les nouveaux éléments du schéma sont avec $R_{fe} = \infty$:

$$\underline{\sigma}_s = \frac{jX_h}{R_s + jX_{\sigma s} + jX_h} = 0.9681 + j0.0112 \tag{3}$$

$$R_e + \jmath X_e = \underline{\sigma}_s (R_s + \jmath X_{\sigma s}) \tag{4}$$

d'où $R_e = 0.562\ \Omega$ et $X_e = 1.594\ \Omega$.

Le *courant rotorique rapportée au stator* est :

$$\underline{I}'_r = -\frac{\underline{\sigma}_s \underline{U}_s}{(R_e + R'_r/s) + \jmath(X_e + X'_{\sigma r})} \tag{5}$$

et son module est :

$$I'_r = \frac{\sigma_s U_s}{\sqrt{(R_e + R'_r/s)^2 + X_{cc}^2}} \tag{6}$$

avec $X_{cc} = X_e + X'_{\sigma r}$.

Le *couple* est :

$$M = \frac{3R'_r I'^2_r}{s\,\Omega_s} = \frac{3R'_r \sigma_s^2 U_s^2}{[(R_e + R'_r/s)^2 + X_{cc}^2]\, s\,\Omega_s} \tag{7}$$

Le *courant statorique* est calculé en appliquant (2) :

$$\underline{I}_s = -\frac{R'_r/s + \jmath(X'_{\sigma r} + X_h)}{\jmath X_h}\,\underline{I}'_r \tag{8}$$

et son module est :

$$I_s = \frac{\sqrt{(R'_r/s)^2 + (X'_{\sigma r} + X_h)^2}}{X_h}\, I'_r \tag{9}$$

Comme le couplage de l'enroulement est en Δ, le courant de ligne est donné par $I_L = \sqrt{3}\, I_s$.

Les solutions numériques pour deux cas (au démarrage $\Omega = 0$ donc $s = 1$) sont:

s [–]	Ω [rad/s]	I'_r [A]	M [Nm]	I_s [A]	I_L [A]
0.03	152.37	20.99	140.20	22.78	39.45
1	0	108.07	111.52	111.62	193.32

2. Le glissement critique s_K et le couple de décrochage M_K

Le glissement critique s_K et le couple de décrochage M_K correspondent au point de couple maximale. Ce point est obtenue par dérivation de l'expression du couple (7) en fonction de glissement:

$$\frac{dM}{ds} = 0 \quad \Longrightarrow \quad s = s_K = \frac{\pm R'_r}{\sqrt{(R_e)^2 + X_{cc}^2}} \tag{10}$$

La solution numérique est $s_K = 0.152$ ($\Omega = \Omega_K = 133.20$ rad/s). Le couple $M = M_K$

est déterminé par (7) et la solution numérique est $M_K = 336.13$ Nm.

Les fonctions $M - \Omega$ et $I_s - \Omega$ sont présentées aux Figs. 3 et 4.

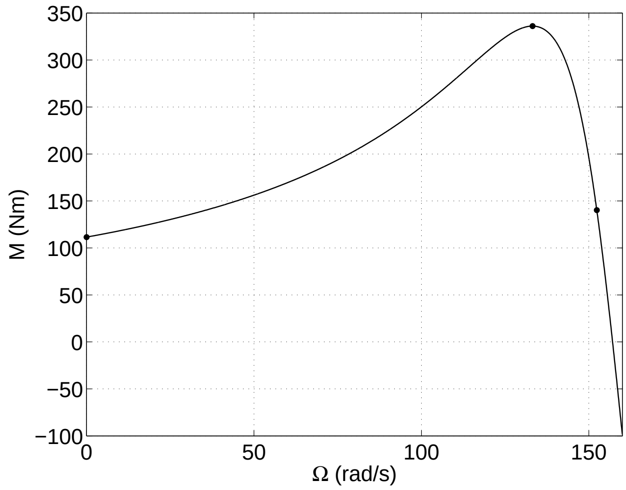

Figure 3: Fonction $M - \Omega$

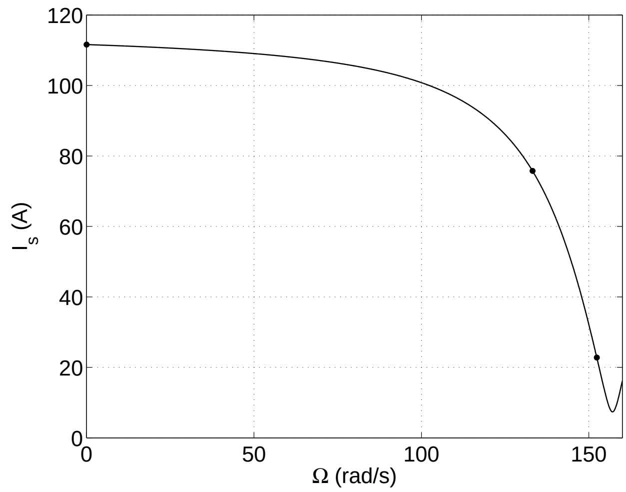

Figure 4: Fonction $I_s - \Omega$