

Corrigé de la série 1

EXERCICE N° 1 : ETUDE DU FONCTIONNEMENT NORMAL ($P_u > 15\text{KW}$)

Les caractéristiques du moteur asynchrone à bagues :

$P_u = 95\text{KW}$, $V = 220\text{V}/U = 380\text{V}$, $f = 50\text{Hz}$, 8Pôles.

1. $U = 380\text{V}/f = 50\text{Hz}$.

a. La tension supportée par une phase statorique est de 220V, ce qui implique le couplage ne peut être qu'en étoile.

b. La fréquence de synchronisme $N_s = \frac{f}{p} = 12,5 \text{ tr/s}$ ou bien $N_s = \frac{f}{p} 60 = 750 \text{ tr/mn}$.

2. En marche normal, le glissement vaut 2,45%.

a. La fréquence de rotation $N = N_s(1 - g) = 732 \text{ tr/mn}$.

b. La valeur du couple utile $C_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{P_u}{2\pi N} 60 = 1240 \text{ Nm}$.

3. Les pertes statoriques et mécaniques sont nulles.

a. La puissance absorbée $P_a = \frac{P_u}{\eta} = \frac{P_u}{1 - g} = 97,386 \text{ KW}$ et $\eta = 1 - g = 97,55\%$.

b. Les pertes rotoriques par effet Joule $P_{jr} = gP_{em} = gP_{tr} = gP_a = 2,386 \text{ KW}$.

c. La valeur efficace des courants rotoriques si la résistance mesurée entre 2 bagues est de

$$0,06\Omega. P_{jr} = 3(I'_2)^2 \frac{R/2}{m^2} \Rightarrow I_2 = \sqrt{\frac{P_{jr}}{1,5R}} = 162,82 \text{ A.}$$

d. Le courant absorbé au stator $P_a = \sqrt{3}UI \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{P_a}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = 178,268 \text{ A}$.

4. On alimente désormais le moteur avec une ligne de 220 V :

a. Pendant le couplage en étoile, la phase statorique sera sous une tension de 127 V, et sous une tension de 220 V lorsqu'il est couplé en triangle, donc le couplage choisi est en triangle.

b. Pour le régime nominal, la valeur efficace des courants :

$$\text{- dans la ligne } I = \frac{P_a}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{97386}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,83} = 308 \text{ A.}$$

- dans les phases du stator $J = \frac{I}{\sqrt{3}} = 178 \text{ A}$.

- Puisque les tensions des phases statoriques et les courants statoriques n'ont pas changé alors les courants des phases rotoriques restent aussi les mêmes que précédemment.

c. Le champ magnétique B , telle que $U = 4,44 fnB_{\max} S \Rightarrow B_{\max} = \frac{U}{4,44 fnS}$, la tension

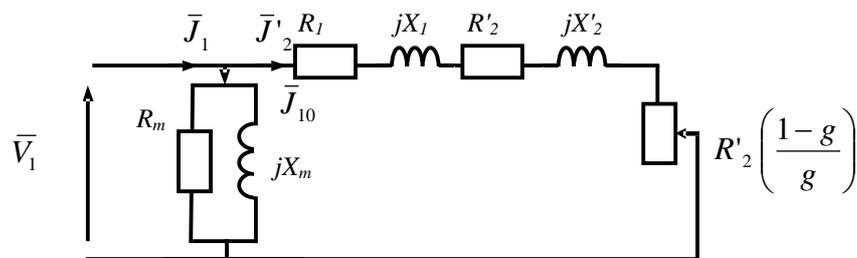
restait constante qui fait conserver l'induction magnétique maximale.

d. Puisque la puissance conservée, la vitesse restera aussi constante.

EXERCICE N° 2 : SCHEMA EQUIVALENT ($P_u < 15 \text{ KW}$)

Un moteur asynchrone à rotor bobiné présente les caractéristiques suivantes :

$V=220\text{V}/U=380\text{V}, f=50\text{Hz}, 4\text{Pôles}$.



Les pertes sont localisées dans le stator, telles que $p_{fs}=360\text{W}$ et les pertes mécaniques sont constantes $p_{mec}=ctes$ pour des faibles glissements.

Le réseau du moteur d'alimentation est du type 380V/50Hz.

1. Essai à vide : Le moteur présente une vitesse au voisinage du synchronisme et absorbe un courant $J_0=6\text{A}$ et une puissance $P_0=790\text{W}$.

a. Le facteur de puissance à vide $\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{S_0} = \frac{P_0}{\sqrt{3}UI_0} = \frac{790}{\sqrt{3} \times 380 \times 6} = 0,2$; et $\varphi_0=78,46^\circ$;

$$R_m = \frac{3V_1^2}{P_0} = \frac{3 \times 220^2}{790} = 183,8 \Omega \text{ et } X_m = \frac{3V_1^2}{P_0 \tan\varphi_0} = \frac{3 \times 220^2}{790 \times 4,9} = 37,5 \Omega.$$

b. On ne peut pas effectuer un démarrage étoile triangle sur ce réseau.

2. Essai en charge : Pendant l'essai en charge, le moteur absorbe :

- un courant statorique ramené $J_1=45\text{A}$ sous $\cos\varphi_1=0,85$?

- un courant rotorique ramené au stator $J'_2=40\text{A}$.

$R'_2=0,23\Omega$: la résistance rotorique ramenée.

La résistance statorique $R_1 \ll R'_2 \Rightarrow R_1 \approx 0\Omega$

La réactance de fuite totale $X = 1\Omega$, avec $X_1 + X'_2 = X$.

a. Le bilan de puissance :

La puissance absorbée : $P_a = \sqrt{3}UI_1 \cos \varphi_1 = \sqrt{3}UI_1 \cos \varphi_1 = 25,175 \text{ KW}$;

Les pertes ferromagnétiques : $p_{fs} = 360 \text{ W}$;

Les pertes par effet Joule au stator : $p_{js} = 0 \text{ W}$;

La puissance transmise : $P_{em} = P_{tr} = P_a - p_{fs} - p_{js} = 24,815 \text{ KW}$;

Les pertes par effet Joule au rotor : $P_{jr} = 3J_2'^2 \frac{R_2}{m^2} = 3J_2'^2 R_2' = 1104 \text{ W}$;

La puissance mécanique : $P_m = P_{tr} - P_{jr} = 23,711 \text{ KW}$;

Les pertes mécaniques : $p_{mec} = P_0 - p_{fs} = 430 \text{ W}$;

La puissance utile : $P_u = P_m - p_{mec} = 23,281 \text{ KW}$.

b. Le couple utile développé : $C_u = \frac{P_u}{\Omega}$, $\Omega = \Omega_s(1 - g)$ avec $g = \frac{P_{jr}}{P_{tr}} = 44,49\%$, alors

$\Omega = 150 \text{ rd/s}$ et enfin $C_u = 155 \text{ Nm}$.

c. Le couple de démarrage C_d en absence du rhéostat de démarrage, pour $g = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} = 1$;

$$C_d = \frac{3V_1^2}{\Omega_s} \frac{R_2'}{X^2 + R_2'^2} = 202 \text{ Nm}.$$

3. La charge présente une caractéristique mécanique régie par $C_r = 250 + k\Omega$ avec $k = 1 \text{ Nm/rad s}^{-1}$, C_r est exprimé en Nm et Ω en rd/s. On prendra pour la suite $C_u = C_{em}$.

a. Les formules approchées et simplifiées de $C_{em}(g)$ pour les faibles glissements, où

$$\frac{R_2'}{g} \gg X \Rightarrow C_{em} = \frac{3gV_1^2}{R_2'\Omega_s}, \text{ pour les fortes glissements, avec } \frac{R_2'}{g} \ll X$$

$$\Rightarrow C_{em} = \frac{3R_2'V_1^2}{gX^2\Omega_s}.$$

b. La valeur du rhéostat R'_h permettant au moteur de démarrer en charge.

$$C_d = C_r = 250 + k\Omega = \frac{3(R_2' + R'_h)V_1^2}{gX^2\Omega_s} \text{ avec } \Omega = 0 \text{ et } g = 1 \Rightarrow R'_h = \frac{250X^2\Omega_s}{3V_1^2} - R_2' \text{ d'où}$$

$$R'_h = 40 \text{ m}\Omega.$$

c. Après le démarrage le couple utile du moteur est sous la forme suivante :

$$C_u = C_{em} - \frac{P_m}{\Omega} = C_r = 250 + k\Omega, \text{ avec } \Omega = \Omega_s(1 - g) \text{ et } R_2' = 0,23\Omega \text{ ce qui implique}$$

$$C_u = C_{em} - \frac{P_m}{\Omega_s(1-g)} = C_r = 250 + k\Omega_s(1-g) \text{ d'où}$$

$$\frac{3gV_1^2}{R'_2 \Omega_s} - \frac{P_m}{\Omega_s(1-g)} = 250 + k\Omega_s(1-g), \text{ on peut mettre sous la forme}$$

$$ag - \frac{P_m}{\Omega_s - g\Omega_s} = b - cg \text{ où } a = \frac{3V_1^2}{R'_2 \Omega_s} = 4019, b = 250 + k\Omega_s = 407 \text{ et } c = k\Omega_s = 157.$$

$$g^2(c+a) - g(a+b+c) + b + \frac{P_m}{\Omega_s} = 0 \Rightarrow 4176g^2 - 4583g + 558 = 0 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 3418,$$

$$g_1 = -0,0139 \text{ et } g_2 = 0,0958, \text{ d'où } \Omega = 142\text{rd/s}, N = 1354\text{tr/mn} \text{ et } C_{em} = 390\text{Nm}.$$

EXERCICE N° 3 : DETERMINATION DES PARAMETRES DU SCHEMA

EQUIVALENT "DIAGRAMME DE CERCLE SIMPLIFIE"

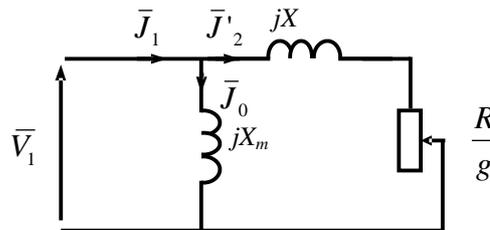
$V=220\text{V}/U=380\text{V}, f=50\text{Hz}, 8\text{Pôles}, p_{mec}=0 \text{ W}.$

Essai à vide : Alimentation par un réseau triphasé 380V/50Hz.

- rotor ouvert : $U_r=380\text{V} \Rightarrow m = \frac{U_r}{U_1} = 1$

- rotor fermé : au voisinage de synchronisme $\Rightarrow g = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} = 0$ et $I_r=20\text{A}.$

Essai à rotor bloqué : $g = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} = 1, U_{1cc} = 196 \text{ V}, J_{2cc} = 100\text{A}$ et $P_{cc} = 7590\text{W}.$



1. le rapport de transformation $m = \frac{U_r}{U_1} = 1$, l'inductance cyclique $X_m = \frac{V_1}{J_r} = \frac{220}{20} = 11\Omega,$

$$R = \frac{P_{2cc}}{3J_{2cc}^2} = \frac{7590}{3 \times 100^2} = 253\text{m}\Omega, \text{ et } Z = \frac{U_{1cc}}{\sqrt{3}J_{2cc}} = \frac{196}{\sqrt{3} \times 100} = 1,1316\Omega \text{ et}$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} = 1,1\Omega.$$

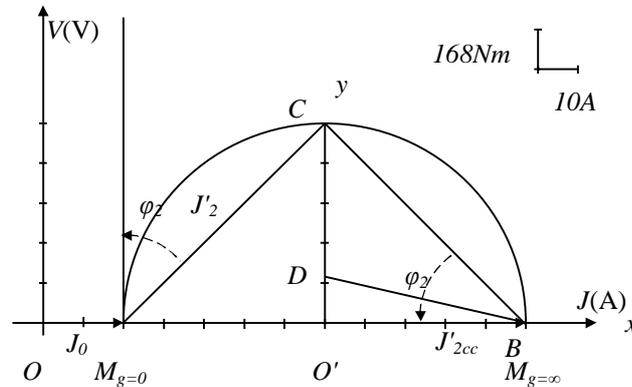
2. Sachant que les valeurs J_1 et J'_2 décrivent (quand le glissement g varie) par leur extrémité (M) un demi cercle de diamètre $M_{g=0}M_{g=\infty}$ de centre $O'.$

a. La valeur $M_{g=0}M_{g=\infty} = \frac{V_1}{2X} = 100 \text{ A}, M_d$ pour $g=1$ et M_c pour un glissement critique $g_c=0,23.$

puisque $tg\varphi_2 = \frac{(O'C)}{(O'B)} = \frac{R/g}{X} \Rightarrow (O'C) = (O'B) \frac{R}{Xg} = \frac{k}{g} = \frac{1,15}{g}$, avec k est une

constante, il suffit de construire le point D , telle que $(O'D) = \frac{g_c}{g_d} (O'C)$ et avec $g_d = 1$,

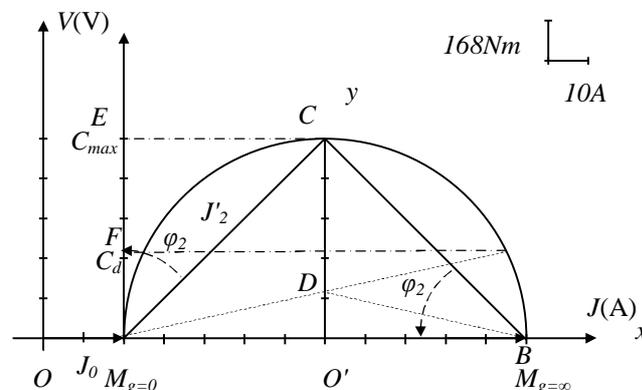
$\Rightarrow (O'D) = 0,23(O'C) = 0,23 \times 5 = 1,15cm$, On prendra comme échelle 10A/1cm.



b. $C_{\max} = \frac{3}{\Omega_s} \frac{V_1^2}{2X} = 840N$ pour un glissement $g = g_c = \frac{R}{X}$ et $C_d = \frac{3}{\Omega_s} \frac{V_1^2 R}{R^2 + X^2} = 367Nm$

ou bien lorsque $J'_2 = \frac{V_1}{\sqrt{X^2 + R^2}} = 194A$, en alors déduire graphiquement le couple de

démarrage $C_d = 840 \frac{2,14}{5} = 359 Nm$.



3. Pour un fonctionnement quelconque défini par le point (M) .

d. $tg\varphi_2 = \frac{(O'G)}{(O'B)} = \frac{X}{R/g} \Rightarrow (O'G) = \frac{X}{R/g} \frac{V}{2X} = \frac{V}{2R} g = kg$, donc le glissement est

proportionnel à la distance, si $g_c = 0,23$ pour $(O'G) = 10cm$, implique $1cm$ correspond à $g_M = 0,023/cm = 2,3\% / cm$.

e. $P_a = 3J_1V_1 \cos\varphi_1$ où $J_{1a} = 100A$ et $\cos\varphi_1 = 1/\sqrt{2}$, d'où $P_a = 66KW$.

4. En marche nominale, le moteur présente un glissement g_n de 11%.

