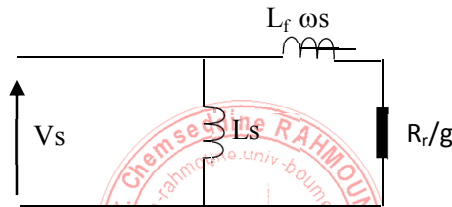


Exercice 3

Un moteur asynchrone triphasé à cage 13.5 kW , 1440 tr/min, 220V/380V, 50Hz , 4 pôles couplé en étoile .

Son schéma équivalent par phase est donné par la figure suivante. Les éléments du schéma ont pour valeurs : $L_s=150$ mH, $L_f=10$ mN et $R_r=0.4 \Omega$.

La tension simple V_s et sa fréquence f représentent dans un rapport constant $V/f=4.4$ jusqu'à l'alimentation nominale de la machine. On suppose que la machine est non saturée.



1. Montrer que le couple peut s'écrire $T = A \frac{1}{R_r + \frac{g L_f \omega_s}{R_r}}$. Donner la valeur de A.
2. Pour quelle valeur de glissement le couple est-il maximal ?.
3. Donner la valeur de ce maximum et la fréquence de rotation correspondante en tr/min. la valeur maximale du couple dépend elle de la fréquence d'alimentation?
4. En régime permanent stable, on peut approximer la caractéristique $T(g)$ à

$$T = \frac{A}{R_r} g L_f \omega_s$$

- a. Pour un couple fixe, montrer que la quantité $(g \omega_s)$ reste constant quand la fréquence f varie.
- b. Exprimer $T(g)$ en fonction de $\Delta N = N_s - N$ avec N_s est la fréquence de synchronisme et N est la fréquence de rotation en tr/min.

Commande des machines électriques

- c. Quelle est la propriété de ΔN quand f varie à couple fixé.
 - d. Pour des fonctionnements correspondent à T_n , $T_n/2$, $T_n/3$, donner les valeurs numériques de la vitesse de rotation N en tr/min pour trois valeurs 10 Hz, 30 Hz et 50Hz de la fréquence. Avec $T_n=92$ Nm.
 - e. Déterminer la fréquence minimale pour obtenir un couple de démarrage au moins égal au couple nominal T_n .
5. Le moteur entraine une charge mécanique qui lui oppose un couple résistant $T_r=40$ Nm. Déterminé la fréquence de rotation du groupe en régime permanent pour une alimentation à 30 Hz.

Solution

1. Le couple électromagnétique

$$T_{em} = \frac{3pR}{g\omega_s \left(\frac{R}{g}\right)^2 + (\omega_s L_f)^2} \frac{V_s^2}{L_f \omega_s} \times \frac{1}{\frac{R}{\omega_s g L_s} + \frac{\omega_s g L_f}{R}} \quad A = \frac{3pV_s^2}{L_f \omega_s}$$

2. Le glissement $g_0 = \pm \frac{R}{L_f \omega_s} = 0.16$

3. Le couple max $T_{max} = T_{em}(g_0) = \frac{3pV_s^2}{2L_f \omega_s} = \frac{A}{2} = 147 \text{ N.m}$

La vitesse de rotation $N = (1 - g)N_s = 1260 \text{ tr / min}$

La valeur maximale du couple ne dépend pas de la fréquence d'alimentation

- 4.1. En régime permanent stable : $T = A \frac{L_f}{R} g \omega_s = A \frac{L_f}{R} \omega_r$

Pour un couple fixe, $g \omega_s$ reste constante quand la fréquence varie

Commande des machines électriques

$$4.2. \quad g = \frac{\omega_s - \omega}{\omega_s} = \frac{N_s - N}{N_s} \Rightarrow T = A \frac{L_f}{R} \omega_s \frac{N_s - N}{N_s} = A \frac{L_f}{R} \frac{2\pi f}{60} (N_s - N)$$

$$T = B (N_s - N) = B \times \Delta N ; \quad B = A \frac{L_f}{R} \frac{2\pi f}{60}$$

4.3. A couple fixe quand f varie ΔN est constante : $\Delta N = 0.65 \times C$

Pour un couple nominal , $\Delta N = 60 \text{ tr / min}$

Pour un couple max , $\Delta N = 240 \text{ tr / min}$

4.4. La vitesse en fonction la fréquence : $N = N_s \Delta N$, $N_s = \frac{60f}{p}$ et $\Delta N = 0.65 \times C$

Fréquence	10 Hz	30 Hz	50 Hz
Tn=92 Nm	$N_s = 300 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 60 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 240 \text{ tr / min}$	$N_s = 900 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 60 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 840 \text{ tr / min}$	$N_s = 1500 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 60 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 1440 \text{ tr / min}$
Tn/2	$N_s = 300 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 30 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 270 \text{ tr / min}$	$N_s = 900 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 30 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 870 \text{ tr / min}$	$N_s = 1500 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 30 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 1470 \text{ tr / min}$
Tn/3	$N_s = 300 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 20 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 280 \text{ tr / min}$	$N_s = 900 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 20 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 880 \text{ tr / min}$	$N_s = 1500 \text{ tr / min}$ $\Delta N = 20 \text{ tr / min}$ $N = N_s \Delta N = 1480 \text{ tr / min}$

4.5. La fréquence minimale pour obtenir un couple de démarrage au moins égal au

couple nominal : $T_d = 1.53 N_s N > T_n$

Au démarrage $N=0$: $N_s > \frac{T_n}{1.53}$; $f \geq \frac{T_n}{1.53} \times \frac{p}{60} = 2 \text{ Hz}$

5. $T_n = T_r = 40 \text{ N.m} \Rightarrow T_n = 1.53(N_s - N) = 873.8 \text{ tr / min}$