



" أبسط وجهك للناس تكسب ودهم، وألن لهم الكلام يجوك، وتواضع لهم يجلوك "

Durée: 1h00

Enseignant : Dr. Rahmoune

Document non autorisé

Examen de :

Commande des Machines Electriques

M.E.M-1^{er} Année

ماستر الكتروميكانيك سنة 1

Sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone couplé en étoile sont fournies les indications suivantes :

Tension nominale aux bornes d'un enroulement statorique	$V_n = 220 \text{ V } f_n = 50 \text{ Hz}$
Courant nominal parcourant chaque phase du moteur	$I_n = 106 \text{ A.}$
Facteur de puissance nominal	$\cos\phi_n = 0,86.$
Vitesse de rotation nominale	$N_n = 1460 \text{ tr.min}^{-1} .$
Puissance utile nominale	$P_{u_n} = 55 \text{ kW.}$
nombre de pôles	4
$R_r = 66 \text{ m}\Omega \quad L_f = 1 \text{ mH}$	

On rappelle que la fréquence f_r des courants rotoriques peut s'exprimer par : $f_r = \frac{p \cdot (N_s - N)}{60}$.

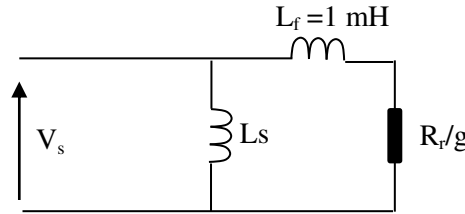
I. Fonctionnement au régime nominal de la machine

On demande de calculer:

- Le glissement, - Le couple utile, -La puissance absorbée, - Le rendement.

II. Étude du moment du couple électromagnétique T_{em}

Le schéma équivalent de la machine est donné par :



1) Montrer à l'aide du modèle équivalent que le moment du couple électromagnétique peut se mettre sous la forme :

$$T_{em} = \frac{3p}{2\pi} \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 \frac{R_r f_r}{R_r^2 + 4\pi^2 L_f^2 f_r^2}$$

2) Montrer que pour des grandes vitesses on peut écrire : $T_{em} = A \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 f_r$ déduire A.

III. Fonctionnement à vitesse de synchronisme variable.

Le moteur est alimenté par un convertisseur de fréquence qui permet de maintenir aux bornes d'un enroulement

statorique le rapport $\left(\frac{V_s}{f_s} \right)$ constant.

1) Donner la nouvelle expression de T_{em} en fonction de N_s et N

2) On souhaite faire démarrer la machine à couple nominal. Trouver l'expression de la fréquence minimale que doit alors délivrer à l'onduleur.



Durée: 1h00

Corrigé type de : Commande des Machines Electriques

Enseignant : Dr. Rahmoune

Document autorisé

M.E.M-1^{er} Année

ماستر الكتروميكانيك سنة 1

I. Fonctionnement au régime nominal de la machine

Le glissement,

$$N_s = \frac{60f_s}{p} = 1500 \text{tr. min}^{-1} \dots\dots\dots(1Pts)$$

$$g = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1500 - 1460}{1500} = 0.026 \dots\dots\dots(1Pts)$$

- Le couple utile.

$$P_u = T_u \Omega \Rightarrow T_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{55000}{1460 \frac{2\pi}{60}} = 360 \text{ N.m} \dots\dots\dots(1Pts)$$

- La puissance absorbée

$$P_a = 3V I \cos \varphi = 60165,6 \text{ W} \dots\dots\dots(1Pts)$$

- Le rendement

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = 0,91 \dots\dots\dots(1Pts)$$

II. Étude du moment du couple électromagnétique T_{em}

1) Mettre T_{em} sous la forme : $T_{em} = \frac{3p}{2\pi} \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 \frac{R_r f_r}{R_r^2 + 4\pi^2 L_f^2 f_r^2}$

$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_s} = \frac{3p R_r}{g \omega_s} I^2 \dots\dots\dots(2Pts)$$

$$V_s = \left(\frac{R_r}{g} + jL_f \omega_s \right) I \dots\dots\dots(1Pts)$$

$$\Rightarrow I^2 = \frac{V_s^2}{\left(\frac{R_r}{g} \right)^2 + (L_f \omega_s)^2} \dots\dots\dots(1Pts)$$

$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_s} = \frac{3p R_r}{g \omega_s} \frac{V_s^2}{\left(\frac{R_r}{g} \right)^2 + (L_f \omega_s)^2} \dots\dots\dots(1Pts)$$

On a : $f_r = p \frac{(N_s - N)}{60}$ et $g = \frac{N_s - N}{N_s} \Rightarrow f_r = g \frac{p N_s}{60} = g f_s \dots\dots\dots(1Pts)$

$$T_{em} = \frac{3p R_r}{2\pi f_r} \frac{V_s^2}{\left(\frac{f_s R_r}{f_r} \right)^2 + L_f^2 4\pi^2 f_s^2} = \frac{3p}{2\pi} \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 \frac{R_r f_r}{R_r^2 + 4\pi^2 L_f^2 f_r^2} \dots\dots\dots(1Pts)$$

2) Montrer que pour des grandes vitesses on peut écrire : $T_{em} = A \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 f_r$ déduire de A.

Grade vitesse $g \approx 0$(1Pts)

$$\Rightarrow f_r = g f_s \approx 0 \Rightarrow R_r^2 + 4\pi^2 L_f^2 f_r^2 \approx R_r^2 \dots\dots\dots(1Pts)$$

$$T_{em} = \frac{3p}{2\pi} \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 \frac{f_r}{R_r} = \frac{3p}{2\pi R_r} \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 f_r, \text{ avec } A = \frac{3p}{2\pi R_r} \dots\dots\dots(1Pts)$$

III. Fonctionnement à vitesse de synchronisme variable.

1) Donner la nouvelle expression de T_{em} en fonction de N_s et N

On pose $\left(\frac{V_s}{f_s} \right) = K$

$$\Rightarrow T_{em} = A \left(\frac{V_s}{f_s} \right)^2 f_r = A K^2 f_r = B f_r = B \frac{p \cdot (N_s - N)}{60} = C (N_s - N) \dots\dots\dots(2Pts)$$

2) Calculer la fréquence minimale que doit alors délivrer l'onduleur.

$$T_{em} = C (N_s - N)$$

Au démarrage : $g = 1 \Rightarrow \frac{N_s - N}{N_s} = 1 \Rightarrow N = 0 \dots\dots\dots(1Pts)$

D'où : $T_d = C (N_s - 0) = C N_s = C \frac{p f_s}{60} = T_n \Rightarrow f_s \geq \frac{60 T_n}{p C} \dots\dots\dots(2Pts)$