BTS Nouméa 2005

Amélioration du fonctionnement d'une scie

(A) Étude de la machine asynchrone

A1 fonctionnement électromécanique :

A1 1) fréquence de synchronisme 1500 tr/min d'où $\boxed{p=2}$ (1)

2) $g = \dfrac{1500-1455}{1500} = \boxed{3\%}$ (1)

3) $P_{an} = \dfrac{P_u}{\eta} = \dfrac{22000}{0{,}933} = 23580\,W \simeq \boxed{23{,}6\ kW}$ (1)

6pts

4) $P_{an} = 3\,V\,I_n \times k$ avec $k = \cos\varphi$ en sinusoïdal (1)

5) $I_n = \dfrac{P_{an}}{3\,V\,k} = \boxed{40{,}2\,A}$ (1)

6) $C_{un} = \dfrac{P_u}{\Omega} = \dfrac{22000}{2\pi \times 1455/60} = \boxed{144{,}4\,Nm}$ (1)

A.2 modèle équivalent d'une phase du Stator

1) a $\dfrac{P_{a3}}{3} = \dfrac{V^2}{R_f}$ $\quad R_f = \dfrac{V^2}{P_{a0}/3} = \dfrac{230^2}{300} = \boxed{176{,}3\,\Omega}$ (1)

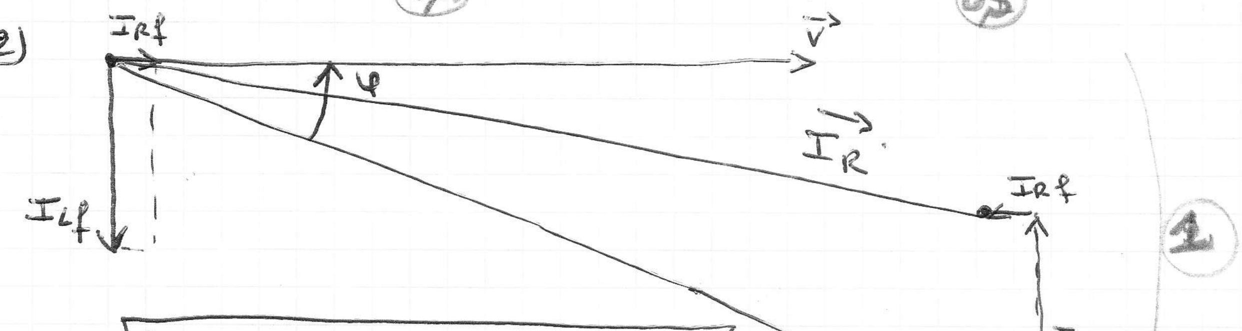
R_f résistance "fictive" qui correspond aux pertes fer. (0,5)

$Q_{a0} = P_{a0} \cdot \tan\varphi_0 = 6973\ Var$ $\quad X_f = L_f \cdot \omega = \dfrac{V^2}{6973/3} = \boxed{22{,}8\,\Omega}$ (1)

X_f réactance de magnétisation du moteur asynchrone (0,5)

b) $I_{Rf} = \dfrac{V}{R_f} = \boxed{1{,}3\,A}$ (0,5) $\quad I_{Lf} = \dfrac{V}{X_f} = \boxed{10{,}1\,A}$ (0,5)

2)



I_{Lf} $\quad \vec{I}$

$I_R = \sqrt{(I\sin\varphi - I_{Lf})^2 + (I\cos\varphi - I_{Rf})^2}$

12pts

$I_R = \sqrt{11{,}08^2 + 32{,}87^2} = \boxed{34{,}7\,A}$ (1)

3) $P_{tr} = P_a - P_{a0} = \boxed{22{,}7\ kW}$ (1)

4) $P_{tr} = 3\,\dfrac{R}{g}\,I_R^2 \Rightarrow R = \dfrac{P_{tr} \times g}{3\,I_R^2}$ (1)

5) $R = \boxed{0{,}189\,\Omega}$ (1)

6) $I_R = \dfrac{V}{\sqrt{\left(\frac{R}{g}\right)^2 + X^2}}$ (1) $\qquad$ 7) $X = \sqrt{\left(\dfrac{V}{I_R}\right)^2 - \left(\dfrac{R}{g}\right)^2}$

$X = \sqrt{\left(\dfrac{230}{34{,}7}\right)^2 - \left(\dfrac{0{,}189}{0{,}03}\right)^2}$ $\qquad X = \sqrt{6{,}63^2 - 6{,}3^2} = \boxed{2{,}07\,\Omega}$ (1)

(1)

8) $I = \dfrac{V}{\sqrt{X^2 + \left(\frac{R}{g}\right)^2}}$ avec $g = 1$ $\qquad I = \dfrac{230}{\sqrt{2{,}16^2 + 0{,}188^2}} = \boxed{106A}$ 1

A.3 Couple électromagnétique :

1) $Ce = \dfrac{Pu}{\Omega} = \dfrac{Ptr}{\omega s / p} = \boxed{p \cdot \dfrac{Ptr}{\omega s}}$ 1

2) $Ptr = 3 \dfrac{R}{g} \cdot \dfrac{V^2}{\left(\frac{R}{g}\right)^2 + X^2}$ 1

3) $Ce = \dfrac{Ptr}{\Omega_s} = p \dfrac{Ptr}{\omega s} = 3p \times \dfrac{R}{g\,\omega_0} \times \dfrac{V^2}{\left(\frac{R}{g}\right)^2 + X^2} =$ 1

4) $Ce = 3p \dfrac{R}{\omega s} \times \dfrac{V^2}{\frac{R^2}{g} + X^2 g}$ avec $3p \dfrac{R}{\omega_0} = 3{,}59\ 10^{-3}$

10pts

$R^2 = 35{,}3\ 10^{-3}$ et $X^2 = 4{,}67$ 1

d'où la valeur de $\boxed{Ce = 3{,}59\ 10^{-3} \cdot \dfrac{V^2}{\frac{35{,}3\ 10^{-3}}{g} + 4{,}66\,g}}$

5) au demarrage $g = 1$.

$Ce = 3{,}59\ 10^{-3} \times \dfrac{230^2}{35{,}3\ 10^{-3} + 4{,}66} = \boxed{40{,}4\ NM}$ 1

6) C max est obtenu pour g max tel que $\dfrac{35{,}3\ 10^{-3}}{g_{max}} = 4{,}66 g_{max}$ 1

d'où $g_{max} = \sqrt{\dfrac{35{,}3\ 10^{-3}}{4{,}66}} = 0{,}087 = \underline{8{,}7\ \%}$. 1

7) $C\ max = \underline{234\ NM}$ 1

8)

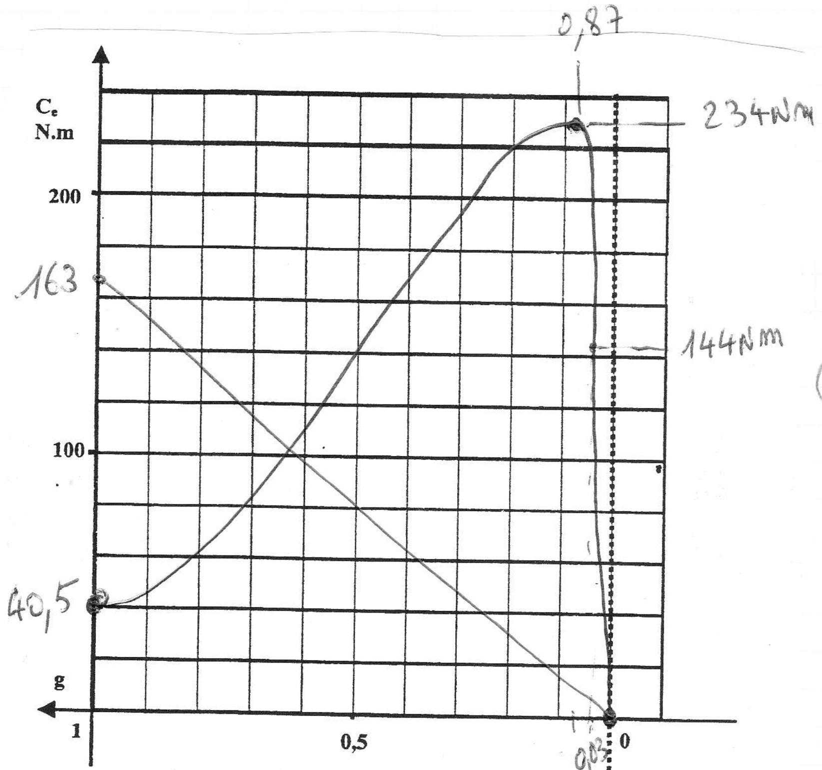


Figure 7

2

B Démarrage et arrêt avant modification :

B1 Démarrage :

B11 $I_R = 40\,A$ au démarrage

$$I_R = \frac{V}{\sqrt{(R')^2 + X^2}} \quad \text{car } g = 1 \text{ au démarrage}$$

1

$$R' = \sqrt{\left(\frac{V}{I_R}\right)^2 - X^2} = \sqrt{5{,}75^2 - 2{,}16^2} = \boxed{5{,}33\,\Omega}$$

B12 Couple de démarrage

4pts

1

$$C = \cancel{3{,}59 \cdot 10^{-3}}\ 0{,}102 \times \frac{230^2}{23{,}4 + 4{,}66} = \boxed{\cancel{8{,}74}\ 163\ Nm}$$

B2 Arrêt

B21 on a $J \frac{d\Omega}{dt} = -C_r$ d'où $\boxed{\frac{d\Omega}{dt} = -\frac{C_r}{J}}$ 1

B22 $-J \frac{\Delta\Omega}{\Delta t} = C_r = 2{,}5 \times \frac{2\pi \times 1490/60}{420} = 7{,}99\,Nm$

d'où $\boxed{C_r = 8\,Nm}$ 1

C Démarrage et arrêt après modification

C1

1

1 - 1 1

8 pts

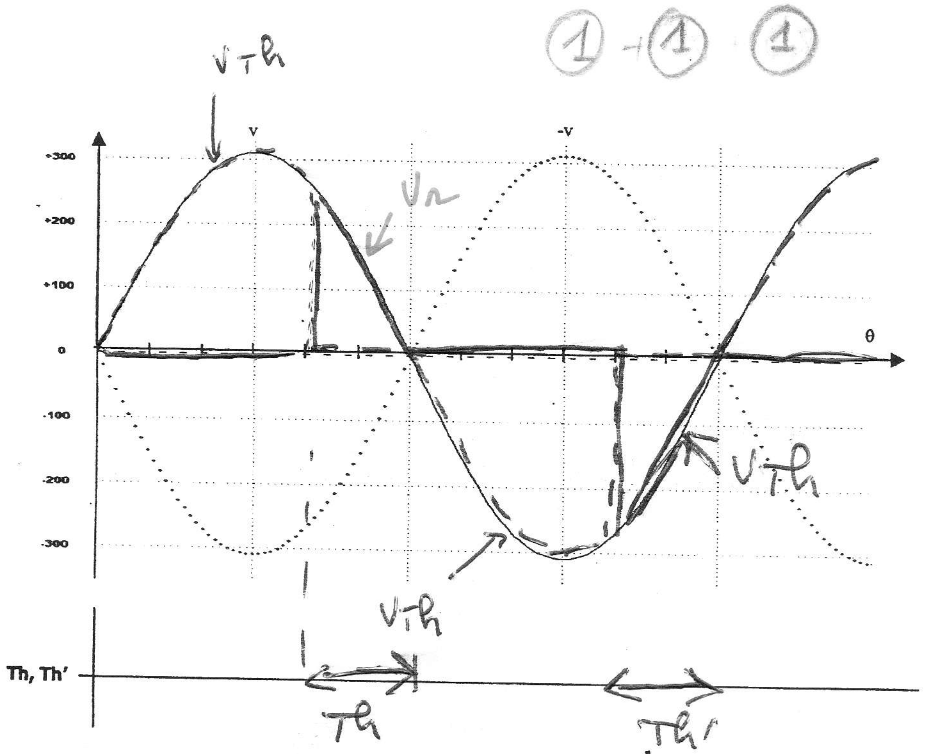


Figure 8

C12 $$V_r^2 = \frac{\int_\varphi^\pi \hat{V}^2 \sin^2\theta \, d\theta}{\pi}$$

1

$$V_R = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_\varphi^\pi \hat{V}^2 \sin^2\theta \, d\theta}$$

C13 $\varphi = 0$ $V_r = V = \underline{230\,V}$ 0,5 $\varphi = 180°$ $V_r = 0$ 0,5

C2 Démarrage de la scie

C21 On sait que $C_e = 3,59\ 10^{-3} \times \dfrac{V^2}{35,3\ 10^{-3}} + 4,66\,g$

0,5 On pourra faire varier V en fonction de g pour avoir le couple voulu pour une vitesse de rotation donné

C22 A la mise sous tension il faut avoir aucune tension aux bornes du moteur donc etre à

1 $\psi = 180°$. Ensuite on diminue ψ pour avoir une tension et un couple suffisant pour demarrer

C3 Arret de la Scie

1 $\boxed{J \dfrac{d\Omega}{dt} = -C_f - C_r.}$ 0,5

2 On veut obtenir $t_1 = 45\,s$.

$$C_f = -J\frac{\Delta\Omega}{\Delta t} - C_r = 21,5 \times \frac{2\pi \times \frac{1490}{60}}{45} - 8$$

On trouve $\boxed{C_f = 66,5\,Nm}$

1