

Baccalauréat Technique 2023

Électronique - Electrotechnique

A) Electrotechnique (14 points)

A.1) Étude d'un des moteurs asynchrones triphasés (05 points)

A.1.1) Connexion des enroulements

on a: Réseau 400V (entre phases)

Moteur 231/400V

⇒ les enroulements du stator seront connectés en étoile (0,25 point)

Justification La tension composée du réseau est égale à la tension étoile du moteur (plus grande tension du moteur) (0,25 point)

A.1.2) La vitesse de synchronisme  $n_s$  et le nombre de paires de pôles  $p$

on a:  $n = 725 \text{ tr/min} \Rightarrow n_s = 750 \text{ tr/min}$

$$\Rightarrow p = \frac{60 \times f}{n_s} = \frac{60 \times 50}{750}$$

⇒  $p = 4$  (0,25 point)

A.1.3) Les pertes joules au stator ( $P_{js}^{\circ}$ )

$$P_{js}^{\circ} = \frac{3}{2} R I^2 \Rightarrow P_{js}^{\circ} = \frac{3}{2} \times 0,65 \times (13)^2$$

$$P_{js}^{\circ} = 164,775 \text{ W} \quad (1) \text{ point}$$

A.1.4) Le glissement nominal

$$g_n = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{750 - 725}{750} \Rightarrow g = 3,33\%$$

(1) points

A.1.5) Les pertes joules au rotor

$$P_{jr}^{\circ} = g \times P_{tr} = g (P_a - P_{js}^{\circ} - P_{fs})$$

avec  $P_a = \sqrt{3} U I \cos \varphi$   
 $= \sqrt{3} \times 400 \times 13 \times 0,86$

$$P_a = 7745,73 \text{ W}$$

$$\Rightarrow P_{jr}^{\circ} = 0,0333 \times (7745,73 - 164,775 - 650)$$

$$P_{jr}^{\circ} = 230,8 \text{ W} \quad (1) \text{ point}$$

A.1.6) Le rendement nominal du moteur

on a)  $P_u = P_a - \sum \text{pertes} = P_a - (P_{js}^{\circ} + P_{fs} + P_{jr}^{\circ} + P_m)$

Les pertes mécaniques sont négligées  $\Rightarrow P_m = 0$

$$\Rightarrow P_u = P_a - (P_{js}^{\circ} + P_{fs} + P_{jr}^{\circ})$$
$$= 7745,73 - (164,775 + 650 + 230,8)$$

$$\Rightarrow P_u = 6700,155 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{6700,155}{7745,73} \Rightarrow \boxed{\eta = 86,5\%}$$

A.II) Étude de l'installation complète <sup>(2)</sup>

A.II.1) On suppose que les condensateurs ne sont pas connectés

Calculons

A.II.1.1)  $\rightarrow$  puissances active  $P_T$ , réactive  $Q_T$  et apparente  $S_T$

$$P_1 = \frac{P_{u1}}{\eta_1} = \frac{4200}{0,80} \Rightarrow \underline{P_1 = 5250 \text{ W}}$$

$$Q_1 = P_1 \times \tan \phi_1 = P_1 \times \tan(\cos^{-1} 0,8)$$

$$\Rightarrow \underline{Q_1 = 3937,5 \text{ VAR}}$$

$$P_2 = \frac{P_{u2}}{\eta_2} = \frac{3000}{0,85} \Rightarrow \underline{P_2 = 3529,41 \text{ W}}$$

$$\Rightarrow Q_2 = P_2 \times \tan(\cos^{-1} 0,75) \Rightarrow \underline{Q_2 = 3112,65 \text{ VAR}}$$

La puissance des pompes

$$P_p = 25 \times \cos \phi_p = 2 \times 1750 \times 0,85$$

$$\Rightarrow \underline{P_p = 2975 \text{ W}}$$

$$Q_p = P_p \times \tan \phi_p = P_p \times \tan(\cos^{-1} 0,85)$$

$$\underline{Q_p = 1843,74 \text{ VAR}}$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_p = 5250 + 3529,41 + 2975$$

$$\Rightarrow \boxed{P_T = 11.754,41 \text{ W}} \quad \textcircled{1} \text{ point}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_p = 3937,5 + 3112,65 + 1843,74$$

$$\boxed{Q_T = 8.893,89 \text{ VAR}} \quad \textcircled{1} \text{ point}$$

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = \sqrt{(11.754,41)^2 + (8.893,89)^2}$$

$$\boxed{S_T = 14.740 \text{ VA}} \quad \textcircled{0,50}$$

A. II. 1.2) L'intensité  $I$  de l'installation

$$I = \frac{S_T}{\sqrt{3}U} = \frac{14.740}{\sqrt{3} \times 400} \Rightarrow \boxed{I = 21,27 \text{ A}}$$

$\textcircled{0,50}$

A. II. 1.3) Le facteur de puissance global de l'installation

$$\cos \varphi_g = \frac{P_T}{S_T} = \frac{11.754,41}{14.740} \Rightarrow \boxed{\cos \varphi_g = 0,79}$$

$\textcircled{0,50}$

A. II. 2) Relevement du facteur de puissance

La puissance réactive  $Q_c$  des condensateurs

$$Q_c = 3U^2 C \omega = 3(400)^2 \times 87 \cdot 10^{-6} \times (100\pi)$$

$$\underline{Q_c = 13119,29 \text{ VAR}}$$

La puissance réactive après relevement du facteur de puissance

$$\text{ona: } Q' = Q - Q_c \Rightarrow Q' = 8893,89 - 13119,29 \\ \Rightarrow \boxed{Q' = -4225,4 \text{ VAR}}$$

La nouvelle puissance apparente

$$S' = \sqrt{P_T^2 + Q'^2} = \sqrt{(11754,41)^2 + (-4225,4)^2} \\ \boxed{S' = 12.490,8 \text{ VAR}}$$

A. II. 2.1) La nouvelle valeur  $I'$

$$I' = \frac{S'}{\sqrt{3}U} = \frac{12490,8}{\sqrt{3} \times 400} \Rightarrow \boxed{I' = 18 \text{ A}}$$

① point

A. II. 2.2) Le nouveau facteur de puissance  $\cos \varphi_g'$

$$\cos \varphi_g' = \frac{P_T}{S'} = \frac{11754,41}{12490,8}$$

$$\Rightarrow \boxed{\cos \varphi_g' = 0,94}$$

①,50 point

### A. III) Étude du transformateur

Transformateur Dy 6600V/400V

$R_s = 0,34 \Omega$ ;  $X_s = 11 \Omega$  pour chaque enroulement

A. III.1) Donnons la signification de  $R_s$  et  $X_s$

$R_s$ : résistance ramené au secondaire (0,25)

$X_s$ : réactance ramené au secondaire (0,25)

A. III.2) Le rapport de transformation interne  $m$

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{400}{6600} \Rightarrow \boxed{M = 0,0606}$$

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{\sqrt{3} \times V_2}{V_1} \Rightarrow M = \sqrt{3} \times m$$
$$\Rightarrow m = \frac{M}{\sqrt{3}} = \frac{0,0606}{\sqrt{3}}$$

$$\boxed{m = 0,035} \quad (0,50)$$

A. III.3) La chute de tension approchée

$$\Delta U_2 = \sqrt{3} I' (R_s \cos \phi' + X_s \sin \phi')$$
$$= \sqrt{3} \times 18 (0,34 \times 0,94 + 11 \times 0,34)$$

$$\boxed{\Delta U_2 = -106,64 \text{ V}}$$

$$\Delta U_2 (\%) = \frac{\Delta U_2}{U_{2n}} = \frac{106,64}{400} \Rightarrow \boxed{\Delta U_2 = 26,66\%}$$

A.III.4) Les pertes totales du transformateur

• Les pertes joules  $P_j^0 = 3R_s I^2$

$$\Rightarrow P_j^0 = 3 \times 0,34 \times (18)^2$$

$$P_j^0 = 330,48 \text{ W}$$

$$P_a = P_T + \sum \text{pertes} = P_T + P_{Fws} + P_j^0$$

$$\text{or } P_{Fws} = 11\% P_a$$

$$\Rightarrow P_a = P_T + 11\% P_a + P_j^0$$

$$\Rightarrow P_a - 11\% P_a = P_T + P_j^0$$

$$\Rightarrow P_a(1 - 0,11) = P_T + P_j^0$$

$$P_a = \frac{P_T + P_j^0}{1 - 0,11} = \frac{11.754,41 + 330,48}{1 - 0,11}$$

$$P_a = 13.578,53 \text{ W}$$

$$P_{Fws} = \frac{11}{100} P_a = \frac{11}{100} \times 13.578,53$$

$$\Rightarrow P_{Fws} = 1493,64 \text{ W}$$

$$P_{\text{ertes}} = P_{\text{Fes}} + P_{\text{Jonks}}$$

$$P_{\text{ertes}} = 1493,64 + 330,48$$

$$\Rightarrow \boxed{P_{\text{ertes totales}} = 1824,12 \text{ W}}$$

III.5) Le rendement total du transformateur

$$\eta_{\text{tot}} = \frac{P_T}{P_a} = \frac{P_T}{P_T + \sum p} = \frac{11.754,41}{11.754,41 + 1824,12}$$

$$\boxed{\eta_{\text{tot}} = 86,5 \% \text{ (1)}}$$



$$A-3-4) P_a = \sqrt{3} U_{2N} I' \cos \varphi' \quad \text{AN} \quad P_a = \sqrt{3} \times 400 \times 18,03 \times 0,94 = \underline{11742,06 \text{ W}}$$

$$P_f = 11\% P_a \quad \text{AN} \quad P_f = 0,11 \times 11742,06 = \underline{1291,63 \text{ W}}$$

$$P_j = 3 R_s I'^2 \quad \text{AN} \quad P_j = 3 \times 0,34 \times 18,03^2 = \underline{331,58 \text{ W}} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\Sigma \text{pertes} = P_f + P_j \quad \text{AN} \quad \Sigma \text{pertes} = 1291,63 + 331,58$$

$$\Sigma \text{pertes} = \underline{1623,21 \text{ W}} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$A-3.5) \eta_t ?$$

$$\eta_t = \frac{P_a}{P_a + \Sigma \text{pertes}} \quad \text{AN} \quad \eta_t = \frac{11742,06}{11742,06 + 1623,21} = 0,88 \quad 4 \text{ pt}$$

$$\underline{\eta_t = 88\%}$$

# B. Electronique

## B.1) Partie 1

$I_d$ (A)	0	1	2,5	4,5
$V_d$ (V)	0	0,6	0,7	0,84

B.1.1) Traçons la caractéristique  $I_d = f(V_d)$

$$1 \text{ cm} \longrightarrow 0,5 \text{ A}$$

$$2 \text{ cm} \longrightarrow 0,1 \text{ V}$$

B.1.2) Deduction de la tension source et de la résistance dynamique

$$V_s = 0,53 \text{ V} \quad (0,50) \quad r_d = 66,6 \text{ m}\Omega$$

$$r_d = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} = \frac{0,7 - 0,6}{2,5 - 1} \Rightarrow r_d \approx 66,6 \text{ m}\Omega$$

B.1.3) Sachant que  $P_{d \max} = 5 \text{ W}$

Calculons  $I_{d \max}$  et  $V_{d \max}$  si  $V_s = 0,53 \text{ V}$

$$\text{on a } P_{\max} = V_{d \max} \times I_{d \max}$$

$$\text{or } V_{d \max} = V_s + r_d I_{d \max}$$

$$\Rightarrow P_{\max} = (V_s + r_d I_{d \max}) \times I_{d \max}$$

$$\Rightarrow P_{d_{\max}} = V_s \times I_{d_{\max}} + r_d \times I_{d_{\max}}^2$$

$$\rightarrow r_d I_{d_{\max}}^2 + V_s I_{d_{\max}} - P_{d_{\max}} = 0$$

$$\Rightarrow 66,7 \cdot 10^{-3} \times I_{d_{\max}}^2 + 0,53 \times I_{d_{\max}} - 5 = 0$$

$$0,0667 I_{d_{\max}}^2 + 0,53 I_{d_{\max}} - 5 = 0$$

$$\Delta = (0,53)^2 - 4(0,0667 \times -5)$$

$$\Delta = 1,6149 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 1,27$$

$$I_{d_{\max}}' = \frac{-0,53 - 1,27}{2 \times 0,0667} < 0$$

$$I_{d_{\max}}'' = \frac{-0,53 + 1,27}{2 \times 0,0667} = 5,55 \text{ A}$$

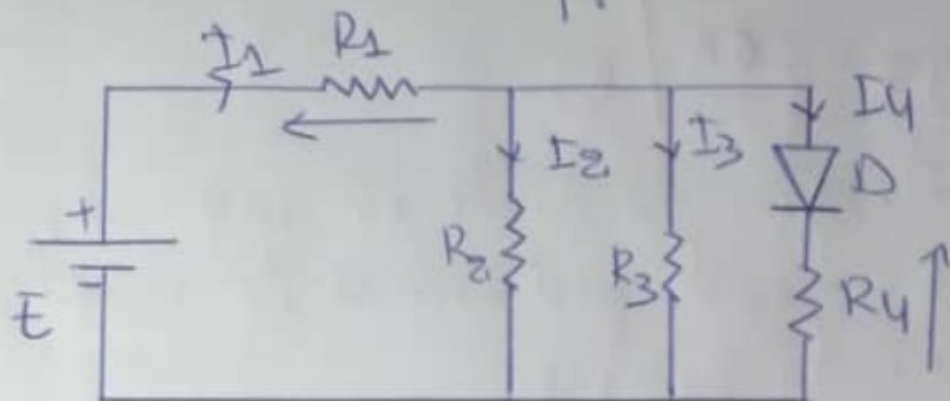
$$\boxed{I_{d_{\max}} = 5,55 \text{ A}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} V_{d_{\max}} &= V_s + r_d I_{d_{\max}} \\ &= 0,53 + (0,0667 \times 5,55) \end{aligned}$$

$$\boxed{V_{d_{\max}} = 0,9 \text{ V}} \quad (1)$$

## B.2) Partie 2

La diode est supposée idéale (parfaite)



$$E = 24 \text{ V}; R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega; R_4 = 5 \Omega$$

B.2.1) Calculons le courant dans  $R_4$

$$R_T = R_1 + (R_2 \parallel R_3 \parallel R_4) \\ = 10 \Omega + (10 \Omega \parallel 10 \Omega \parallel 5 \Omega)$$

$$\boxed{R_T = 12,5 \Omega} \Rightarrow I_1 = \frac{E}{R_T} = \frac{24}{12,5}$$

$$\boxed{I_1 = 1,92 \text{ A}}$$

Loi des mailles

$$E - R_1 I_1 - R_4 I_4 = 0 \Rightarrow R_4 I_4 = E - R_1 I_1$$

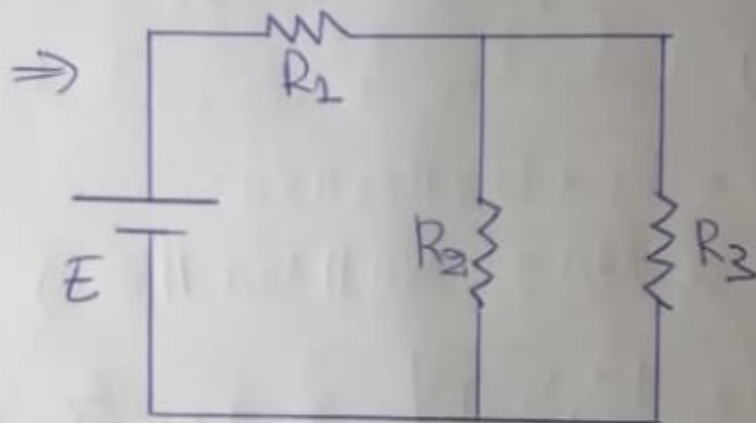
$$\Rightarrow \boxed{I_4 = \frac{E - R_1 I_1}{R_4}}$$

$$I_4 = \frac{24 - (10 \times 1,92)}{5}$$

$$I_4 = 0,96 \text{ A} \quad \textcircled{1}$$

B.2.2) Lorsque la diode est inversée,  
calculer la puissance fournie  
par la source

Diode inversée  $\Rightarrow R_4$  non alimentée



$$R'_T = R_1 + (R_2 \parallel R_3)$$

$$= 10 \Omega + (10 \Omega \parallel 10 \Omega)$$

$$\Rightarrow \boxed{R'_T = 15 \Omega}$$

$$P_{\text{source}} = E \times I' = E \times \frac{E}{R'_T} = \frac{E^2}{R'_T}$$

$$\text{An)} P_{\text{source}} = \frac{(24)^2}{15} \Rightarrow \boxed{P_{\text{source}} = 38,4 \text{ W}}$$

1,50

(Echelle : 1 cm  $\rightarrow$  0,5 A ordonnée  
 2 cm  $\rightarrow$  0,1 V abscisse)

