

## B2 – Étude de l'équipement électrique d'une motrice

### Q2.1 :

#### Document réponse DR2 : fonctionnement de l'appareillage

ON = fermé ; OFF = ouvert

Appareil		Q1	Q2	KM1	KM2	KM3	KM4
Réseau	25kV–50 Hz	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF
	15kV–16,7 Hz	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
	1500V–CC	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON

### Q2.2 : Document réponse DR2

• Courant d'alimentation d'un moteur :  $I_m = \frac{P_u}{\sqrt{3} \cdot U_m \cdot \cos \varphi \cdot \eta_m}$

$$\left. \begin{array}{l} P_u = 1200 \text{ kW} \\ U_m = 1390 \text{ V} \\ \cos \varphi = 0,88 \\ \eta_m = 0,95 \end{array} \right\} \Rightarrow I_m = 596 \text{ A}$$

• Courant dans le bus continu :  $I_{DC} = \frac{P_u}{\eta_m \cdot \eta_o \cdot U_{DC}}$

$$\left. \begin{array}{l} P_u = 1200 \text{ kW} \\ \eta_o = 0,99 \\ U_{DC} = 1800 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow I_{DC} = 709 \text{ A}$$

• Courant au secondaire du transformateur :  $I_e = \frac{P_u}{\eta_m \cdot \eta_o \cdot \eta_r \cdot V_e}$

$$\left. \begin{array}{l} P_u = 1200 \text{ kW} \\ \eta_r = 0,98 \\ V_e = 1000 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow I_e = 1302 \text{ A}$$

### Q2.3 :

Le filtre LC<sub>2</sub> est accordé à 2.f :  $L \cdot C_2 = \frac{1}{16 \cdot \pi^2 \cdot f^2}$

• Pour le réseau français, f<sub>1</sub> = 50 Hz :  $L_2 = \frac{1}{16 \cdot \pi^2 \cdot f_1^2 \cdot C_2}$

$$C_2 = 5 \text{ mF} \Rightarrow L_2 = 0,5 \text{ mH}$$

• Pour le réseau allemand, f<sub>2</sub> = 16,7 Hz :  $L_2 + L_3 = \frac{1}{16 \cdot \pi^2 \cdot f_2^2 \cdot C_2}$

$$\Rightarrow L_3 = 4 \text{ mH}$$

**Q2.4 :**

- Courant dans une phase rotorique (valeur efficace et phase) :

$$I_{12} = \frac{V_1}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{g}\right)^2 + (N_2 \cdot \omega_s)^2}} \quad ; \quad \cos \varphi_{12} = \frac{\frac{R_2}{g}}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{g}\right)^2 + (N_2 \cdot \omega_s)^2}}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = 800 \text{ V} \\ R_2/g = 1,4545 \, \Omega \\ N_2 \cdot \omega_s = 0,3317 \, \Omega \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} I_{12} = 536 \text{ A} ; \\ \cos \varphi_{12} = 0,975 : \varphi_{12} = 12,8^\circ \end{array}$$

- Courant magnétisant :  $I_0 = \frac{V_1}{L_m \cdot \omega_s}$

$$L_m \cdot \omega_s = 5,322 \, \Omega \quad \Rightarrow \quad I_0 = 150 \text{ A} ; \varphi_0 = 90^\circ$$

- Courant dans une phase du stator :

$$I_1 = \sqrt{I_{1a}^2 + I_{1r}^2} \quad \text{avec : } I_{1a} = I_{12} \cdot \cos \varphi_{12} \\ \text{et : } I_{1r} = I_{12} \cdot \sin \varphi_{12} + I_0$$

$$\left. \begin{array}{l} I_{12} = 536 \text{ A} \\ \cos \varphi_{12} = 0,975 \\ I_0 = 150 \text{ A} \end{array} \right\} \Rightarrow \quad I_1 = 588 \text{ A}$$

**Q2.5 :**

- Expression des puissances :

$$\text{- pertes joules rotor : } P_{jr} = 3 \cdot R_2 \cdot I_{12}^2$$

$$\text{- puissance transmise au rotor : } P_{tr} = 3 \cdot \frac{R_2}{g} \cdot I_{12}^2$$

$$\text{- pertes joules stator : } P_{js} = 3 \cdot R_1 \cdot I_1^2$$

$$\text{- puissance absorbée sur le réseau : } P_a = P_{tr} + P_{js}$$

$$\text{- pertes mécaniques : } P_{m\check{c}a} = P_{tr} - (P_u + P_{jr})$$

Application numérique :

$$\left. \begin{array}{l} R_2 = 32 \text{ m}\Omega \\ R_2/g = 1,4545 \text{ }\Omega \\ R_1 = 22 \text{ m}\Omega \\ I_{12} = 536 \text{ A} \\ I_1 = 588 \text{ A} \\ P_u = 12000 \text{ kW} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} P_{jr} = 27,58 \text{ kW} \\ P_{tr} = 1253,6 \text{ kW} \\ P_{js} = 22,8 \text{ kW} \\ P_a = 1276,4 \text{ kW} \\ P_{méca} = 26 \text{ kW} \end{array}$$

• Rendement nominal du moteur :  $\eta_m = \frac{P_u}{P_a} : \eta_m = 0,94$

**Q2.6 :**

• Puissance réactive magnétisante :  $Q_m = \frac{3 \cdot V_1^2}{L_m \cdot \omega_s}$

• Puissance réactive due au flux de fuite :  $Q_f = 3 \cdot N_2 \cdot \omega_s \cdot I_{12}^2$

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = 800 \text{ V} \\ I_{12} = 536 \text{ A} \\ L_m \cdot \omega_s = 5,32 \text{ }\Omega \\ N_2 \cdot \omega_s = 0,3317 \text{ }\Omega \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} Q_m = 360,9 \text{ kVAr} \\ Q_f = 285,9 \text{ kVAr} \end{array}$$

**Q2.7 :**

- Facteur de puissance :  $\cos \varphi_n = \frac{P_a}{\sqrt{P_a^2 + (Q_m + Q_f)^2}}$

$$\left. \begin{array}{l} P_a = 1276,4 \text{ kW} \\ Q_m = 360,9 \text{ kVAr} \\ Q_f = 285,9 \text{ kVAr} \end{array} \right\} \Rightarrow \cos \varphi_n = 0,89$$