

**N.B/** (Il sera tenu compte de la présentation de la copie et de la qualité de la rédaction. Les résultats devront être encadrés. Des points seront attribués en conséquence).

**Barème approximatif de notation : [Pb1/ 11 pts (2 ; 3 ; 6). Pb2/ 09 pts (2 ; 4 ; 3)].**

### **PROBLEME N°1 : Machine Synchrone**

Ce problème concerne l'étude d'une machine synchrone triphasée et à pôles lisses, installée dans une usine hydroélectrique. Cette machine possède les caractéristiques nominales suivantes : Couplage étoile, 10 MVA, 3500 V (tension composée), 50 Hz, 93,75 tr.min<sup>-1</sup>. La résistance d'un enroulement du stator vaut  $R = 0,02 \Omega$ . A la vitesse nominale on a relevé :

- La caractéristique à vide relative à une phase  $E(J)$  donnée sur le document réponse.
- La caractéristique de court-circuit est linéaire passant par le point :  $I_{cc} = 540 \text{ A}$ ,  $J_{cc} = 200 \text{ A}$ .
- Un point de l'essai en déwatté :  $V_d = 2000 \text{ V}$  (tension par phase),  $I_d = 1000 \text{ A}$ ,  $J_d = 1500 \text{ A}$ .

#### **I- Etude de la machine :**

- 1) Calculer la valeur nominale du courant de ligne. Calculer aussi le nombre de pôles.
- 2) Calculer l'impédance synchrone  $z$ . En déduire la réactance synchrone  $x$  de la machine.

#### **II- Fonctionnement en alternateur isolé :**

- 1) Calculer les valeurs des paramètres  $\alpha$  et  $\lambda$  du modèle équivalent de Potier.
- 2) Déterminer le courant d'excitation pour que l'alternateur débite un courant de 1650 A sous 3500 V entre phases dans un récepteur capacitif de facteur de puissance 0,8.

#### **III- Fonctionnement en moteur synchrone :**

Lors du fonctionnement du barrage, la machine peut à certains moments être utilisée en moteur. On suppose que le moteur synchrone est auto-excité et que la réactance synchrone vaut  $x = 1,0 \Omega$ . Le moteur est alimenté par un réseau 3500 V. Le courant de ligne vaut 1650 A.

**A.** Le courant est en avance par rapport à la tension. Le facteur de puissance est  $\cos \varphi = 0,8$ .

- 1) Calculer les puissances actives  $P$  et réactive  $Q$  absorbées par le moteur.
- 2) Calculer les pertes par effet Joule dans le stator.
- 3) On néglige les pertes par effet Joule dans le rotor. Les pertes constantes valent 150 kW. Calculer la puissance utile  $P_u$  de ce moteur. En déduire le rendement,  $\eta$  de ce moteur.

**B.** On veut obtenir maintenant un fonctionnement tel que  $\cos \varphi = 1$ .

- 4) En négligeant, la résistance  $R$  de l'enroulement, représenter le modèle équivalent d'une phase du moteur. Tracer également l'allure du diagramme vectoriel correspondant.
- 5) Déterminer la valeur de la f.é.m. à vide et en déduire la valeur du courant d'excitation.

## **PROBLEME N°2 :     Moteur Asynchrone**

Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire est alimenté par une ligne triphasée de fréquence 50 Hz et dont la valeur efficace de la tension composée vaut  $U = 400 \text{ V}$ . La résistance mesurée entre deux bornes des enroulements statoriques vaut  $R = 1,2 \, \Omega$ . Les pertes mécaniques du moteur, supposées constantes, valent  $p_m = 185 \text{ W}$ . On a réalisé les essais suivants :

- Un essai à vide sous tension nominale a donné les résultats suivants : Puissance active absorbée  $P_0 = 450 \text{ W}$  et intensité efficace du courant en ligne  $I_0 = 7,0 \text{ A}$ .
- Un essai en charge correspondant au régime nominal a donné les résultats suivants : Puissance active  $P = 7,3 \text{ kW}$ , puissance réactive  $Q = 5,37 \text{ kVAR}$  et vitesse de rotation du moteur  $N = 1440 \text{ tr/min}$ .

### **I- Etude du moteur en fonctionnement à vide :**

- 1) Donner le nombre de pôles du moteur. En déduire la vitesse de synchronisme  $N_s$ .
- 2) Calculer les pertes par effet Joule dans cet essai  $p_{js0}$ .
- 3) Calculer les pertes dans le fer du stator  $p_{fs}$ .

### **II- Etude du moteur en régime nominal :**

On considère que les pertes dans le fer du stator, pour cet essai, valent  $p_{fs} = 177 \text{ W}$ . Calculer :

- 1) L'intensité du courant en ligne  $I$  et le glissement  $g$  du moteur.
- 2) La puissance transmise au rotor  $P_{tr}$ . Déduire les pertes par effet Joule dans le rotor  $p_{jr}$ .
- 3) Le moment du couple électromagnétique  $C_e$  et le moment du couple utile  $C_u$ .

### **III- Etude du moteur entraînant une charge constante :**

Le moteur entraîne une machine dont le moment du couple reste constant et vaut  $C_r = 32 \text{ N.m}$ . On admet que dans sa partie utile, la caractéristique mécanique  $C_u = f(N)$  du moteur, est une droite passant par les deux points suivants : Point A ( $C_u = 40 \text{ N.m}$  ;  $N = 1450 \text{ tr/min}$ ) et point B ( $C_u = 0 \text{ N.m}$  ;  $N = 1500 \text{ tr/min}$ ).

- 1) Tracer sur le document réponse les caractéristiques mécaniques du moteur et de la charge.
- 2) En déduire les coordonnées du point de fonctionnement de l'ensemble en rotation.

**NB/** Une précision de trois chiffres significatifs est suffisante.

**Bon Travail**

(Echelle de la caractéristique à vide  $E(J)$  : 100 V/cm et 100 A/cm)

(Echelle de la caractéristique mécanique  $C_u$  (N) :  
4 N.m/cm et 10 tr.min<sup>-1</sup>/cm)