

## Correction d'Examen

### Exercice 01 (8 points):

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à rotor bobiné indique les valeurs nominales suivantes : 220/380V, 50Hz, 5.5kW, 1410 tr/mn et un rendement de 88%. Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé de 220V et 50Hz. La résistance mesurée à chaud d'une phase statorique est  $r_s = 0,2 \Omega$  et celle mesurée à chaud entre deux bagues du rotor est  $R_r = 0,08$ .

- 1) Quel est le mode d'association des bobines statoriques.
- 2) Quel est le nombre de paires de pôles.
- 3) A vide, le moteur absorbe une puissance  $P_0 = 500W$  et un courant de ligne  $I_0 = 8 A$ . Calculer
  - 3.1. Le facteur de puissance.
  - 3.2. Les pertes Joule statoriques.
  - 3.3. Supposant que les pertes mécaniques sont constantes et égales à 200 W, en déduire pertes fer au stator.
- 4) En charge nominale, la puissance absorbée par le moteur est mesurée par la méthode de deux wattmètres :  $W_1 = 4250W$  ;  $W_2 = 2000W$ . Calculer :
 

- 4.1. le glissement ;
  - 4.2. le facteur de puissance ;
  - 4.3. le courant de ligne statorique ;

- 4.4. les pertes Joule rotoriques ;
  - 4.5. le moment du couple utile ;
- 5) La partie utile de la caractéristique mécanique du moteur est une droite dont l'équation est :  $C_u = a.N_r + b$ . Déterminer les coefficients « a et b ».
- 6) Le moteur entraîne une charge dont la caractéristique mécanique est une droite d'équation :  $C_r = 20 + 0.01.N_r$ .
  - 6.1. Calculer la vitesse de rotation du groupe ainsi que la puissance transmise à la charge mécanique.
  - 6.2. On admet que le couple reste constant et on veut changer la vitesse à 1410 tr/mn, quelle résistance doit-on mettre en série avec chacun des enroulements du rotor.

### Exercice 2 :

Soit un alternateur triphasé de 6 pôles, 220/380V et 50Hz. Le bobinage statorique comporte 200 spires par phase. Les phases sont couplées en triangle. La résistance mesurée entre deux phases est :  $R_{eq} = 0.5 \Omega$ . Un essai à vide a donné les valeurs suivantes : (avec  $E_v$  est mesurée entre deux phases)

J (A)	0	5	10	15	20	23	25	30	35	40	45	50
$E_v$ (V)	10	136	262	349	411	445.5	465	504	534	563	588	611

L'essai en court-circuit a donné : pour  $J = 6A$ , on obtient  $I_{cc.L} = 25A$ .

- 1) A quelle vitesse, doit-on entraîner cette machine pour que la fréquence soit 50 Hz ;
- 2) Déterminer la résistance  $r_s$  d'une phase statorique ;
- 3) Déterminer la réactance synchrone  $X_s$  pour une excitation de 35 A ;
- 4) Calculer le flux maximal à travers une spire du stator pour une excitation de 35 A ;
- 5) L'alternateur alimente une charge inductive de  $\cos\phi = 0.8$ . Le courant de ligne mesuré est 28 A et on néglige la résistance statorique ( $r_s = 0$ ) ;
  - 5.1. Ecrire l'équation de tension de Behn-Echumburg puis tracer le diagramme de vectoriel ;
  - 5.2. Calculer la fem à vide ( $E_v$ ) ;
  - 5.3. Trouver le courant d'excitation qui correspond à ce fonctionnement ;
- 6) Calculer les puissances active et réactive ;
- 7) Calculer l'angle de décalage interne.

### Correction Exercice 01 (11.25 points)

1. Le moteur doit être couplé en **triangle**. .....(0.5 pts)
  2. Selon la vitesse de rotation indiquée sur la plaque signalétique, le nombre de paires de pôles est :  
**p = 2**. .....(0.5 pts)
  3. **A vide**, on a :  $P_0 = 500\text{ W}$ ,  $I_0 = 8\text{ A}$  et  $p_m = 200\text{ W}$ .
    - 3.1. On a :  $\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I_0} \Rightarrow \cos \varphi_0 = 0.16$  .....(0.5 pts)
    - 3.2. Puisque le couplage est en triangle :  $p_{Js0} = r_s \cdot I_0^2 \Rightarrow p_{Js0} = 12.8\text{ W}$  .....(1 pts)
    - 3.3. On a :  $p_{fs} = P_0 - p_{Js0} - p_m \Rightarrow p_{fs} = 287.2\text{ W}$  .....(0.5 pts)
  4. **En charge nominale**, on a :  $W_1 = 4250\text{ W}$  ;  $W_2 = 2000\text{ W}$ 
    - 4.1. Pour calculer le glissement, on utilise la vitesse nominale indiquée sur la plaque signalétique. On obtient : **g = 0.06**.....(0.5 pts)
    - 4.2. On a :  $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$  avec :  $P = W_1 + W_2 = 6250\text{ W}$  .....(0.25 pts)  
et  $Q = \sqrt{3}(W_1 - W_2) = 3897\text{ VAR}$  .....(0.25 pts)  $\Rightarrow \cos \varphi = 0.84$  .....(0.5 pts)
    - 4.3. Le courant de ligne :  $I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \Rightarrow I_L = 19.5\text{ A}$  .....(0.5 pts)
    - 4.4. Les pertes Joule rotoriques :  $p_{JR} = g \cdot P_{tr}$  avec :  $P_{tr} = P_a - p_{fs} - p_{Js}$   
On calcule :  $p_{Js} = r_s \cdot I^2 = 76\text{ W}$  .....(0.25 pts) et on a :  $p_{fs} = 287.2\text{ W}$  et  $P_a = P = 6250\text{ W}$   
 $\Rightarrow P_{tr} = 5886.8\text{ W}$ .....(0.5 pts) et on obtient :  $p_{JR} = 353.2\text{ W}$ .....(0.5 pts).
    - 4.5. Le couple utile :  $C_u = \frac{P_u}{\Omega_r}$  avec  $\Omega_r = 147.58\text{ rd/s} \Rightarrow C_u = 37.26\text{ N.m}$ .....(0.5 pts)
  5. La partie utile de la caractéristique mécanique  $C_u = f(N_r)$  du moteur est une droite d'équation :  
 $C_u = a \cdot N_r + b$ , donc :  
**à vide**, on a :  $C_u = 0 = a \cdot 1500 + b$ .....(0.25 pts)  
**en charge**, on a :  $C_u = 37.26 = a \cdot 1410 + b$  .....(0.25 pts)  
On obtient : (**a = -0.41** et **b = 621**). Donc,  **$C_u = -0.41 \cdot N_r + 621$**  .....(1 pts)
  6. Le moteur entraîne une charge mécanique dont la caractéristique mécanique est une droite d'équation :  
 $C_r = 20 + 0.01 \cdot N_r$ 
    - 6.1. En régime permanent, on a :  $C_u = C_r \Rightarrow -0.41 \cdot N_r + 621 = 20 + 0.01 \cdot N_r$   
 $\Rightarrow$  la vitesse du groupe **est  $N_{rg} = 1431\text{ tr/min}$** .....(1 pts)  
La puissance transmise à la charge est celle utile :  $P_u = C_u \cdot \Omega_{rg}$  avec  **$C_u = 34.3\text{ N.m}$** .....(0.5 pts)  
et  $\Omega_{rg} = 149.77\text{ rd/s} \Rightarrow P_u = 5137.4\text{ W}$ .....(0.5 pts)
    - 6.2. On admet que le couple reste constant et on veut changer la vitesse à  $1410\text{ tr/mn}$ , quelle résistance doit-on mettre en série avec chacun des enroulements du rotor  
On a :  $N_{r2} = 1410\text{ tr/mn} \Rightarrow g_2 = 0.06$  ;  $N_{r1} = 1431\text{ tr/mn} \Rightarrow g_1 = 0.046$   
La résistance d'une phase rotorique et  $r_R = R_r/2 = 0.04\ \Omega$   
A couple constant, on sait que :  $\frac{r_R}{g_1} = \frac{(r_R + r_h)}{g_2} \Rightarrow r_h = r_R \cdot (g_2/g_1 - 1) = 0.012\ \Omega$ .....(1 pts)  
**la résistance qu'on doit ajouter avec chaque phase rotorique est  $r_h = 0.012\ \Omega$**
-

**Correction Exercice 02 (8.75 points):**

- 1) On a  $2p = 6$  et  $f = P.N_s/60 \Rightarrow N_s = 1000 \text{ tr/min}$  .....(0.5 pts)  
 2) puisque le couplage est en triangle :  $r_s = 3.R_{eq}/2 \Rightarrow r_s = 0.75 \Omega$  .....(0.5 pts)

3) on sait que  $Z_s)_{J=35A} = \frac{E_v}{I_{cc}})_{J=35A}$

et puisque le couplage est en triangle :  $E_v)_{J=35A} = 534 \text{ V}$  .....(0.25 pts) et

$$I_{cc})_{J=35A} = \frac{I_{ccL})_{J=35A}}{\sqrt{3}} = \frac{145.8}{\sqrt{3}} = 84.2 \text{ A} \text{ .....(0.5 pts)} \Rightarrow Z_s)_{J=35A} = 6.34 \Omega$$

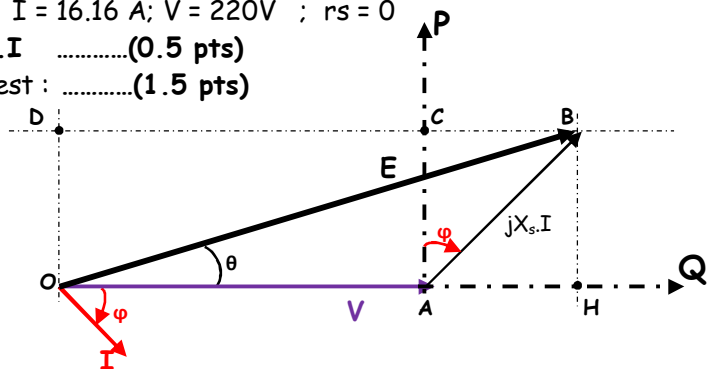
et  $X_s)_{J=35A} = \sqrt{Z_s^2 - r_s^2} = 2 \Omega \Rightarrow X_s = 0.75 \Omega$  .....(0.5 pts)

4)  $E_v = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} n_s \cdot f \cdot \phi_m$  .....(0.25 pts)  $\Rightarrow \Phi_m = 0.012 \text{ wb}$  .....(0.5 pts)

5) On a  $\cos\varphi=0.8$  (AR) ;  $I_L = 28 \text{ A} \Rightarrow I = 16.16 \text{ A}$  ;  $V = 220 \text{ V}$  ;  $r_s = 0$

5.1. l'équation de B.E est :  $E_v = V + j.X_s.I$  .....(0.5 pts)

Le diagramme pour une charge inductive est : .....(1.5 pts)



5.2. La fem à vide :

$$\begin{cases} E_{v_x} = V + X_s.I.\sin\varphi = 281 \\ E_{v_y} = X_s.I.\cos\varphi = 81.44 \end{cases} \text{ .....(0.5 pts)} \Rightarrow E_v = 292.5 \text{ V} \text{ .....(0.5 pts)}$$

5.3. Selon le tableau de l'essai à vide, on a :

Pour :  $J = 10 \text{ A} \rightarrow E_v = 262 \text{ V}$

?  $\rightarrow E_v = 292.5 \text{ V}$

On obtient ainsi le courant d'excitation lié à ce fonctionnement :  $J = 11.16 \text{ A}$  .....(1 pts)

6)  $P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi = 8535 \text{ W}$  .....(0.5 pts) et  $Q = \sqrt{3}.U.I.\sin\varphi = 6401 \text{ VAR}$  .....(0.5 pts)

7)  $P = \frac{3.V.E_v}{X_s}\sin\theta$  .....(0.25 pts)  $\Rightarrow \theta = 16.17^\circ$  .....(0.5 pts)