

## Série de TD n°2

**Exercice 1 :**

Une machine synchrone a les caractéristiques suivantes : 380 / 660 V ; 20 kVA ; 6 pôles ; 50 Hz. La fem à vide est donnée par :  $E_v = 3.f.J$  où  $f$  est la fréquence des tensions statoriques et  $J$  le courant d'excitation. On néglige la résistance des enroulements statoriques.

**1. Fonctionnement en alternateur**

- 1.1 Comment doit-on coupler les enroulements statoriques sur un réseau triphasé de 380/660V ?
- 1.2 Calculer la vitesse angulaire de rotation.
- 1.3 L'alternateur alimente une charge purement inductive ; on a relevé les valeurs suivantes : Courant d'excitation  $J = 2,8$  A ; tension composée  $U = 540$  V ; courant de ligne  $I = 10$  A.

Donner le schéma équivalent d'une phase statorique (selon le modèle de Behn-Eschenburg) et calculer la valeur de réactance synchrone  $X_s$ .

**2. Fonctionnement en moteur**

Le moteur synchrone entraîne une charge dont le couple résistant  $C_r$  est constant et vaut 120 N.m. Le rendement vaut 97%.

- 2.1 Calculer la puissance active  $P$  absorbée par le moteur.
- 2.2 Le moteur est alimenté par un réseau triphasé 380 / 660V, 50Hz. La puissance réactive du moteur est nulle,
  - a) Quelle est la valeur du facteur de puissance.
  - b) Donner le schéma équivalent d'une phase statorique
  - c) Ecrire l'équation de tension et Tracer le diagramme vectoriel correspondant à ce fonctionnement.
  - d) Calculer le courant d'alimentation, la f.e.m. à vide et le courant d'excitation.

**Exercice 2 :**

Un moteur synchrone couplé en étoile absorbe une puissance de 3 MW, et tourne à une vitesse de 200 tr/min,  $f = 60$  Hz,  $U = 6.9$  kV,  $X_s = 10 \Omega$  et  $\cos\phi = 0.8$  (AV). Calculer :

1. La puissance apparente absorbée ;
2. Le courant d'alimentation par phase ;
3. La fem à vide par phase ;
4. L'angle de décalage interne ;
5. La puissance réactive fournie au réseau ;
6. Le couple électromagnétique développé par le moteur et en déduire le couple max.

**Exercice 03:**

Un moteur synchrone triphasé couplé en étoile, 127/220 V, 50 Hz,  $2p = 4$ ,  $r_s = 0$ ,  $X_s = 10\Omega$ . La caractéristique à vide est donnée par l'équation suivante :  $E_{v.simp} = 50 \cdot J$ .

Ce moteur entraîne une charge mécanique qui impose un couple résistant de 10 N.m. On admet que le rendement est de 96%.

- 1- Calculer la vitesse angulaire de rotation
- 2- Calculer l'angle de décalage interne pour un courant d'excitation  $J = 2$  A.
- 3- Pour le même courant d'excitation, le moteur absorbe de la puissance réactive, tracer le diagramme et calculer le courant d'alimentation.

#### Exercice 04 :

Un alternateur couplé en étoile, de 1000 kVA raccordé à un réseau triphasé de tension composée 20 kV. On suppose que les tensions aux bornes de ses phases sont fixes et ne dépendent pas des courants qui circulent dans la machine. La réactance synchrone d'une phase est  $25\Omega$  et  $r_s = 0$ . La relation entre la FEM à vide et le courant d'excitation est donnée par :  $E_v = 75.J$

1. Pour une puissance active fournie au réseau  $P = 800$  kW et une puissance réactive fournie  $Q = 600$  kVAR, calculer le courant de ligne
2. Calculer le facteur de puissance.
3. Calculer la FEM à vide et le courant d'excitation

#### Exercice 05 :

On dispose d'un moteur synchrone à 8 pôles alimenté par un réseau de caractéristiques constantes : 3800 V et 50 Hz. La puissance nominale du moteur est 165 kW, et il peut supporter une intensité maximale  $I_{max} = 50$  A.

Sauf dans la question 5, la résistance de l'induit et les pertes magnétiques et mécaniques sont supposées négligeables. La caractéristique à vide, relevée entre bornes, passe par les points suivants

|              |   |      |      |      |      |      |      |       |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|-------|
| J (A)        | 0 | 0.5  | 0.9  | 1.15 | 1.5  | 2    | 3    | 4     |
| $E_{v,comp}$ | 0 | 2000 | 3200 | 4000 | 4800 | 6000 | 8000 | 10000 |

L'induit, monté en étoile, a une réactance synchrone par phase  $X_s = 65,8 \Omega$ , supposée constante.

1. Le moteur travaille dans ses conditions d'excitation optimale ( $\cos \varphi = 1$ ). Il est traversé par un courant qui est égal à la moitié du courant maximal. Déterminer :
  - a) la force électromotrice entre bornes  $E_v$  ;
  - b) l'excitation J ;
  - c) la puissance électromagnétique et le couple  $C_e$  ;
  - d) le décalage polaire  $\theta$  correspondant à ce fonctionnement.
2. Compléter le tableau suivant et tracer  $I = f(J)$  et  $\cos \varphi = f(J)$  pour une puissance constante égale à la puissance nominale.

|                |        |        |   |        |        |        |
|----------------|--------|--------|---|--------|--------|--------|
| $\cos \varphi$ | 0.6 AR | 0.8 AR | 1 | 0.8 AV | 0.6 AV | 0.5 AV |
| I (A)          |        |        |   |        |        |        |
| $E_v$ (V)      |        |        |   |        |        |        |
| J (A)          |        |        |   |        |        |        |

3. Pour l'intensité maximale, quelles sont les capacités des condensateurs montés en triangle sur le réseau permettant de remplacer le moteur fonctionnant en compensateur synchrone ?
4. On associe le moteur synchrone à une installation absorbant une puissance  $P_1 = 600$  kW avec un facteur de puissance  $\cos \varphi_1 = 0,6$  AR, que l'on désire améliorer.
  - a) Quel sera le nouveau facteur de puissance  $\cos \varphi_2$  de l'ensemble de l'installation plus moteur synchrone, ce dernier travaillant à sa puissance nominale et avec son intensité maximale ?
  - b) Quel doit être alors l'excitation du moteur synchrone ?
5. On ne néglige plus la résistance d'induit. On donne  $p_{mec} = 1$  kW,  $p_{fer} = 2$  kW et  $R_{eq} = 0,8 \Omega$  entre bornes. L'excitation est fournie par une excitatrice en bout d'arbre de rendement  $\eta = 80\%$  sous une tension  $U_{ex} = 600$  V. Calculer le rendement du moteur synchrone dans les conditions de la question 4.