Université de Biskra

Département de génie électrique

Module : Machines électriques II

2ième année L. Energies Renouvelables

Correction de la Série des TDs n°02

Exercice 1 :

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 25Ω et rs = 0. La relation entre la FEM à vide et le courant d'excitation est donnée par : Ev = 75.J

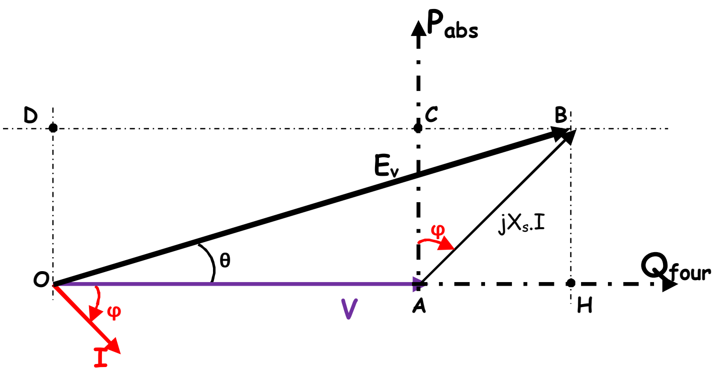
1. Pour une puissance active fournie au réseau P = 800 kW et une puissance réactive fournie Q = 600 kVAR, calculer le courant de ligne
2. Calculer le facteur de puissance.
3. Calculer la FEM à vide et le courant d'excitation

Correction :

1. $S=\sqrt{P^2+Q^2}=\sqrt{3}.U.I \Rightarrow \boxed{I=28.9\ A}$

2. $\cos\varphi=\dfrac{P}{S} \Rightarrow \boxed{\cos\varphi=0.8}$

3. Dans l'énoncé de l'exercice, il est mentionné que la l'alternateur **fournie du réactive** ; ce qui signifie que la charge est de **nature inductive**. Donc, le diagramme vectoriel est le suivant :



Pour trouver la fem à vide (Ev), on doit trouver ses composantes (Ev_X et Ev_Y). Avec :

$$Ev=\sqrt{Ev_X^2+Ev_Y^2}$$

Selon le diagramme, on trouve :

$$\begin{cases} Ev_X = V + Xs.I.\sin\varphi \\ Ev_Y = Xs.I.\cos\varphi \end{cases}$$

, l'application numérique donne : $\boxed{Ev=11994.4\ V}$

Remarquer bien que *V* est la tension simple : $V=\dfrac{20000}{\sqrt{3}}=11547\ V$

La relation : $Ev=75.J$ remplace le tableau de la caractéristique à vide, et elle permet de calculer le courant d'excitation : $\boxed{J=160\ A}$

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, Xs = 10 Ω et cosφ = 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 fournit au réseau ;
6. Le couple électromagnétique développé par le moteur et en déduire le couple max.

Correction :

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, Xs = 10 Ω et cosφ = 0.8 (AV). Calculer :

1. **La puissance apparente absorbée ;**

Premièrement, remarquer bien qu'il s'agit d'un moteur synchrone, ce n'est pas un alternateur, donc, c'est un convertisseur de puissance électrique vers une puissance mécanique.

La puissance apparente est : S = P/cosφ ⇒ $\boxed{\textbf{S = 3750000 VA}}$

2. **Le courant d'alimentation par phase ;**

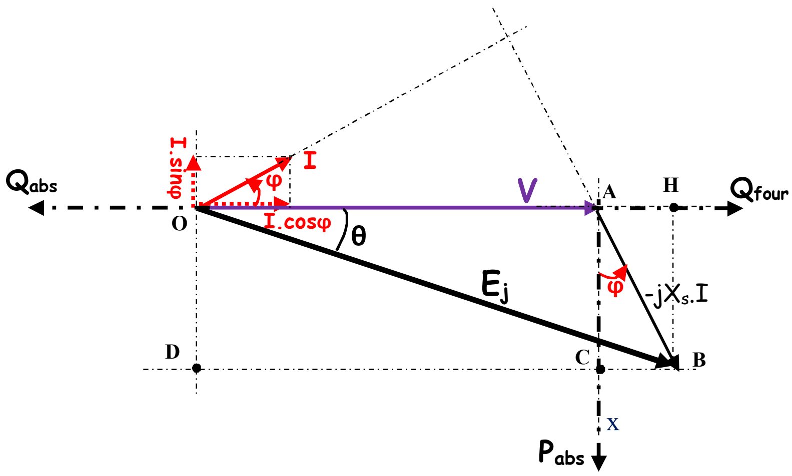
Le courant d'alimentation par phase : I = P/(sqrt(3).U.cosφ) ⇒ $\boxed{\textbf{I = 313.7 A}}$

3. **La fem à vide par phase ;**

Premièrement, on doit tracer le diagramme vectoriel de B.E. qui correspond à un moteur synchrone. L'équation de B.E. est : $\vec{E}v = \vec{V} - jXs.\vec{I}$ (avec rs = 0)

Remarqué bien la différence. Pour le moteur synchrone, on doit tracer le vecteur $-jXs.\vec{I}$, par contre, lorsqu'il s'agit d'un alternateur, on trace $+jXs.\vec{I}$.

*>>> Remarquer aussi que si le facteur de puissance est en avance, le moteur **fournie de la puissance réactive**. (C'est l'inverse par rapport aux alternateurs)*



Maintenant, pour trouver la fem à vide (Ev), on doit calculer ses composantes (Ev_X et Ev_Y). Avec :

$Ev = \sqrt{Ev_X^2 + Ev_Y^2}$

Selon le diagramme, on peut écrire :

$$\begin{cases} Ev_X = OA + AH = V + Xs.I.\sin\varphi \\ Ev_Y = OD = HB = Xs.I.\cos\varphi \end{cases}$$

L'application numérique donne : $\boxed{Ev = 6390V}$

4. L'angle de décalage interne ;

Selon le diagramme, on a : Ev sinθ = Xs.I.cosφ ⇒ **sinθ = 0.393 et θ = 23.16°**

5. La puissance réactive fournit au réseau ;

La puissance réactive fournie au réseau est : Q = S.sinφ ⇒ **Q = 2250000 VAR**

6. Le couple électromagnétique développé par le moteur et en déduire le couple max.

Le couple électromagnétique développé par le moteur est donné par :

$Ce = \dfrac{3.V.Ev}{\Omega s.Xs}\sin\theta$ avec : $\Omega s = \dfrac{2\pi.N}{60} = 21 \ \ rd/s$,

L'application numérique donne : $\boxed{Ce = 1.433.10^6 \ \ Nm}$,

Le couple électromagnétique max que le moteur peut développer sans décrochage correspond à sinθ=1 , donc : $\boxed{Ce_{\max} = 3.648.10^6 \ \ Nm}$

Exercice 03:

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

Ce moteur entraine 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.

Correction :

1- $\Omega s = \frac{2\pi . Ns}{60} = 157\ rd/s$

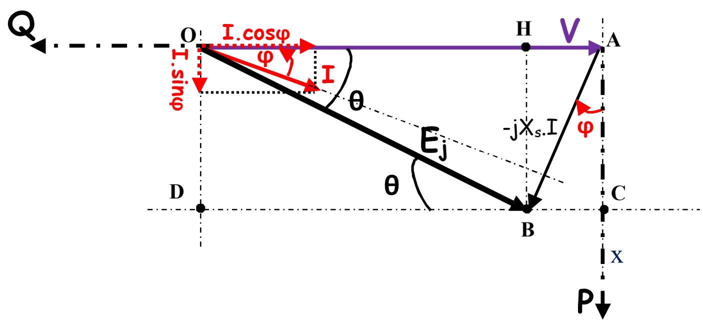
2- On a : $P_a = Pe = \frac{3V.E_v}{X_s}.\sin\theta \Rightarrow \sin\theta = \frac{P_a.X_s}{3V.E_v}$

Avec : V = 127 V, et $E_{v.simp}$ = 50.J = 100 V (pour J = 2A)

$$\Rightarrow P_a = \frac{P_\mu}{\eta} = \frac{C_r.\Omega_s}{\eta} = \frac{10\times 157}{0.96} = 1635.4\ W$$

$$\Rightarrow \sin\theta = \frac{1635.4\times 10}{3\times 127\times 100} = 0.43 \quad \Rightarrow \quad \boxed{\theta = 25.42°}$$

3- Le moteur absorbe de la puissance réactive, on obtient le diagramme suivant :



Dans le triangle OAB, on a :

$$\vec{AB} = \vec{OB} - \vec{OA} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{\sqrt{E_V^2 + V^2 - 2E_V..V.\cos\theta}}{Xs}$$

AN : $\boxed{I = 5.64\ A}$