

### EXERCICE N° 4 :

### Corrigé

Un alternateur, triphasé, couplé en étoile, comporte 26 pôles et doit fournir entre phases une tension de fréquence 50 Hz et de valeur efficace 5650 V quel que soit le courant appelé en ligne.

Pour simplifier cette étude, on admettra que la machine est non saturée et que la caractéristique interne (tension entre phases à vide  $E_v$  en fonction du courant d'excitation  $I_{ex}$  et à fréquence de rotation nominale  $N$  peut être assimilée à une droite d'équation :  $E_v = 10,7 \cdot I_{ex}$ , avec  $E_v$  en volts et  $I_{ex}$  en ampères.

- Une mesure à chaud en courant continu a permis de déterminer la résistance d'un enroulement du stator  $R = 5,4 \text{ m}\Omega$
- Un essai en court-circuit à courant d'excitation  $I_{ex} = 434 \text{ A}$  a donné  $I_{cc} = 2000 \text{ A}$ .

1. calculer la fréquence de rotation  $n$  de l'alternateur en tr/s
2. calculer la réactance synchrone par phase
3. Déterminer les valeurs à donner au courant  $I_{ex}$  (on négligera la résistance des enroulements du stator) pour  $I = 3330 \text{ A}$  dans une charge inductive de  $\cos \varphi = 0,9$ .
4. La résistance de l'enroulement du rotor étant  $R_e = 0,136 \Omega$ , et la somme des pertes dans le fer et mécaniques valant 420 kW ;

Calculer le rendement pour la charge nominale définie à la question 3.

### Corrigé

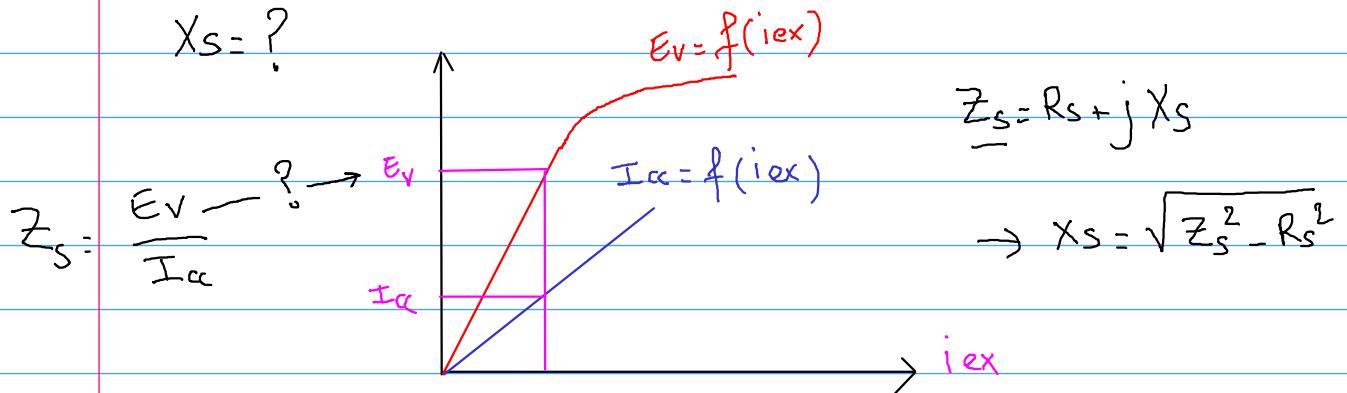
1. calculer la fréquence de rotation  $n$  de l'alternateur en tr/s

$$N = \frac{f}{P} = \frac{50}{13} = 3,846 \text{ tr/s}$$

26 pôles  $\rightarrow$  13 paires de pôles  $P$

$$N = \frac{f}{P} \times 60 = \frac{50}{13} \times 60 = 230,76 \text{ tr/min}$$

## 2. calculer la réactance synchrone par phase



Un essai en court-circuit à courant d'excitation  $i_{ex} = 434 \text{ A}$  a donné  $I_{cc} = 2000 \text{ A}$ .

$$E_v = 10,7 \cdot i_{ex} \rightarrow E_v = 10,7 \cdot 434 = 4643,8 \text{ V}$$

↳ entre phase (couplage Y)

$$E_{ph.N} = \frac{E_v}{\sqrt{3}} = \frac{4643,8}{\sqrt{3}} = 2681,09 \text{ V}$$

$$\text{Donc } Z_s = \frac{E_{ph.N}}{I_\alpha} = \frac{2681,09}{2000} = 1,34 \Omega$$

$$\Rightarrow X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = \sqrt{1,34^2 - (5,4 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$\underline{X_s = 1,339 \Omega \simeq 1,34 \Omega}$$

$$Z_s \simeq X_s$$

$$R_s \ll X_s$$

3. Déterminer les valeurs à donner au courant  $i_{ex}$  (on négligera la résistance des enroulements du stator) pour  $I = 3330 \text{ A}$  dans une charge inductive de  $\cos \varphi = 0,9$ .

Se l'on l'énonce :

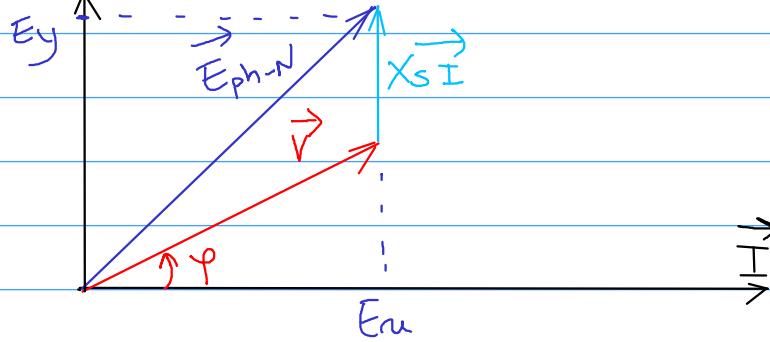
Un alternateur, triphasé, couplé en étoile, comporte 26 pôles et doit fournir entre phases une tension de fréquence 50 Hz et de valeur efficace 5650 V quel que soit le courant appelé en ligne.

$$\text{Donc } U = 5650 \text{ V} \rightarrow V = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{5650}{\sqrt{3}} = 3262,02 \text{ V} \simeq 3262 \text{ V}$$

avec  $R_s$  négligeable selon les données

$$\vec{E}_{(ph-N)} = \vec{V} + \cancel{R_s \vec{I}} + X_s \vec{I}$$

$$E_{ph-N} = V + X_s I$$



$$E_{ph-N} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

$$E_u = V \cdot \cos \varphi$$

$$E_x = V \cdot \sin \varphi + X_s I$$

$$E_x = 3262 \cdot 0,9$$

$$E_y = 3262 \cdot \sin(0,9) + 1,34 \cdot 3330$$

$$E_x = 2935,8 \text{ V}$$

$$E_y = -5884,07$$

$$E_{ph-N} = \sqrt{2935,8^2 + 5884,07^2} = 6575,8 \text{ V}$$

$$\text{OR } E_{ph-ph} = 10,7 \cdot i_{ex} \rightarrow i_{ex} = \frac{E_{ph-ph}}{10,7} = \frac{E_{ph-N} \cdot \sqrt{3}}{10,7} = 1064,45 \text{ A}$$

$$\underline{i_{ex} = 1064,45 \text{ A}}$$

4. La résistance de l'enroulement du rotor étant  $R_e = 0,136 \Omega$ , et la somme des pertes dans le fer et mécaniques valant  $420 \text{ kW}$ ;

**Calculer le rendement pour la charge nominale définie à la question 3.**

$$\eta = \frac{P_u}{P_u + P_f I + P_{fer} + P_{mec} + P_{ex}}$$

$$* P_u = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$P_M = \sqrt{3} \cdot 5650 \cdot 3330 \cdot 0,9 = 29328902,93 \text{ W}$$

$$* P_{fI} = P_{f_{st}} = 3 \cdot R \cdot I^2 = 3 \cdot 5,4 \cdot 10^{-3} \cdot 3330^2 = 179640,18 \text{ W}$$

$$* P_{fer} + P_{méc} = 420 \text{ kW} = 420000 \text{ W}$$

$$* P_{ex} = R_e \cdot i_{ex}^2 = 0,136 \cdot 1064,45^2 = 154095,31 \text{ W}$$

Donc  $\eta = \frac{29328902,93}{29328902,93 + 179640,18 + 420000 + 154095,31}$

$$\underline{\eta = 0,9749}$$

$$\underline{\eta = 97,49 \%}$$