

Exercice: Alternateur synchrone

Les caractéristiques d'un alternateur synchrone sous excité sont les suivantes :

- couplage des enroulements du stator **en étoile**; fréquence **f= 50 Hz** ;
- expression de la caractéristique à vide **$E_0 = 175 I_e$** (E en volt et intensité en ampère)
- résistance d'une phase de l'induit **$R = 0,25 \Omega$** ; réactance synchrone **$X_s = 1,5 \Omega$** .

1) Déterminer l'impédance synchrone d'un enroulement de la machine.

2) L'alternateur alimente une charge triphasée, inductive, équilibrée, de facteur de puissance **$\cos \varphi = 0,8$** . La tension efficace entre deux bornes de l'induit est **$U = 2,6 \text{ kV}$** ; l'intensité efficace du courant en ligne est **$I = 440 \text{ A}$** .

a) Quelle est l'intensité I_e du courant d'excitation sachant que la roue polaire tourne à **1500 tr/min** ?

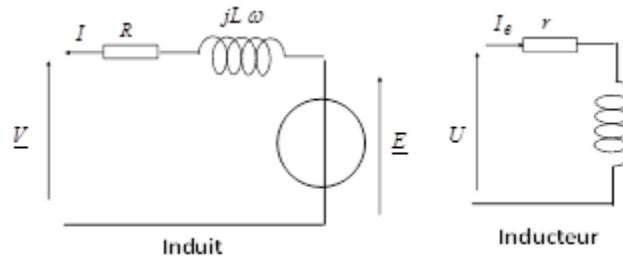
b) Calculer les pertes par effet joule dans l'induit.

c) Un essai à vide a donné **$P_0 = 80 \text{ kW}$** (y compris l'excitation); quel est le rendement de l'alternateur ?

Correction :

1°) $\underline{Z} = \sqrt{(R^2 + X_s^2)} = \sqrt{(0,25^2 + 1,5^2)} = 1,52\Omega$

2°) Schéma monophasé équivalent d'un alternateur synchrone



Méthode Complexe: la loi d'Ohm en convention récepteur appliquée à l'induit de l'Alternateur donne : $\underline{E} = \underline{V} + (R + jX_s) \times \underline{I}$

Attention l'induit est couplé en étoile : donc la tension aux bornes d'un enroulement est $V=2600/\sqrt{3}= 1501\text{ V}$

$$\underline{V} = \frac{2600}{\sqrt{3}} e^{j0} = 1501 e^{j0} \quad R = 0,25\Omega \quad X_s = 1,52\Omega \quad \varphi = 36,86^\circ \quad I = 440 e^{-j36,86} \text{ A}$$

$$\underline{E} = \underline{V} + (R + jX_s) \times \underline{I} = 1501 e^{j0} + (0,25 + j1,52) \times 440 e^{-j36,86}$$

$$\underline{E} = 1501 e^{j0} + 1,54 e^{80,6} \times 440 e^{-j36,86} \cong 2027,9 e^{j13,55} \text{ V}$$

$$I_e = \frac{E}{175} = \frac{2027,9}{175} = 11,58 \text{ A}$$

b) Les pertes Joules dans l'induit se calculent avec la relation :

$$p_{jl} = 3RI^2 = 3 \times 0,25 \times 440^2 = 116,16 \text{ kW}$$

c) Le rendement se calcule avec la relation : $\eta = \frac{P_s}{P_e} = \frac{P_s}{P_s + \sum p}$

Avec $P_s = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi = \sqrt{3} \times 2600 \times 440 \times 0,8 = 1585,17 \text{ kW}$ et les pertes valent

$$\sum p = P_0 + p_{jl} = 80 + 116,16 = 196,16 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} = \frac{P_s}{P_s + \sum p} = \frac{1585,17}{1585,17 + 196,16} \cong 89\%$$