

EXAMEN PARTIEL 2017

Durée 2h UNE FEUILLE RECTO-VERSO EN ECRITURE MANUSCRITE
AUTORISEE

Exercice 1: (20 pts)

1- Un générateur synchrone entraîné par une turbine alimente une charge. La machine absorbe de la puissance réactive. Tracer le diagramme vectoriel de ce point de fonctionnement en utilisant la **convention de signe de type récepteur pour la machine synchrone. On ne néglige pas la résistance des enroulements R_s .** Identifier l'angle ϕ et sa valeur algébrique entre 0 et 2π (10 pts).

2- Montrer clairement comment vérifier la validité du diagramme en raisonnant sur les échanges de puissance active et réactive entre la machine synchrone et la charge (5 pts).

3- Représenter le diagramme des forces magnétomotrices correspondant au diagramme vectoriel précédent sur le même schéma. Identifier précisément les trois forces magnétomotrices. Montrer comment vérifier la validité de ce diagramme à partir du fonctionnement étudié (5 pts).

Recopier au propre la version finale, faire un tracé à la règle. Toute erreur dans un diagramme annule les points de la question correspondante.

Exercice 2: (30 pts)

Hypothèses adoptées pour cette étude : La machine est à pôles lisses et non saturée. La résistance et l'inductance de la ligne qui sépare la machine et la charge sont négligées: $R_l = 0 \Omega$, $L_l = 0 H$.

Une génératrice synchrone triphasée, entraînée par une turbine hydraulique, est utilisée par un producteur français pour une application privée. La turbine est réglée pour tourner à une vitesse $N_s = 1500$ rpm. L'énergie produite est de fréquence constante $f_s = 50$ Hz à la sortie. **(Remarque importante: en France, la fréquence est 50 Hz et non 60 Hz).** La plaque signalétique de la machine indique notamment les caractéristiques suivantes :

- Puissance apparente nominale : 35 KVA
- Tension nominale ligne-ligne : 400V
- Tension nominale ligne-neutre à vide : 250V à 50Hz
- Fréquence : 50Hz

Lors d'un point de fonctionnement particulier, le courant circulant dans l'inducteur est ajusté pour avoir une force électromotrice aux bornes des bobinages de l'induit $E = 241V$. Pour ce point de fonctionnement, le générateur fournit une puissance $P = 30kW$ sous une tension de sortie efficace nominale ligne-ligne $U_s = 364V$ à une

charge purement résistive connectée en étoile. La résistance des enroulements de l'induit est connue : $R_s = 0.05\Omega$ (cf Fig.1). Pour ce point de fonctionnement, la turbine développe un couple $T_{\text{turbine}} = 200 \text{ Nm}$. La somme des couples de pertes mécaniques et magnétiques est estimée à $T_{\text{perte}} = 6.85 \text{ Nm}$.

- 1- Déterminer le **nombre de pôle** de la machine. (5 pts)
- 2- Déterminer la puissance mécanique fournit par la turbine lors du point de fonctionnement. Calculer le rendement de la machine. (10 pts)
- 3- Représenter, pour ce point de fonctionnement, le diagramme vectoriel des tensions et des courants en utilisant la **convention de signe de type générateur pour l'étude de la machine**. Calculer le courant de ligne I_s et déterminer la valeur de la réactance synchrone X_s . (15 pts)

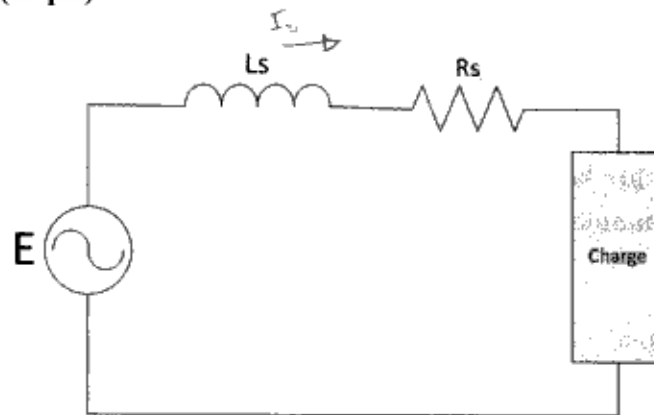


Figure 1: Schéma équivalent de l'installation

Exercice 3: (50 pts)

Hypothèse adoptée pour cette étude : La machine est à pôles lisses et non saturée. Les aimants de la machine ne peuvent être démagnétisés et produisent donc un flux constant quel que soit le point de fonctionnement.

Un alternateur synchrone triphasé à aimants permanents d'automobile, constitué de 14 pôles, a été conçu pour fonctionner sur une plage de vitesse comprise entre 1000 rpm et 7500 rpm.

1- Un essai à vide a été réalisé à une vitesse $N_1 = 1000 \text{ rpm}$. On a mesuré une valeur efficace de la tension ligne-neutre E égale à 9V.

Question : Calculer la fréquence f_s de la force électromotrice à vide pour cette vitesse et la valeur efficace du flux à vide ϕ_r (en Wb) correspondant au flux généré par les aimants. (10 pts).

2- La résistance par phase de l'induit du schéma monophasé équivalent en étoile de l'alternateur est $R_s = 0.08 \Omega$. Un essai en court-circuit est réalisé à une vitesse de $N_2 = 1200$ rpm. La valeur efficace du courant de court-circuit est $I_{scc} = 90$ A.

Question : Calculer L_s , l'inductance synchrone de l'induit du schéma monophasé équivalent en étoile. Établir l'expression littérale de la valeur efficace du courant de court-circuit I_{scc} en fonction de ϕ_r , p , L_s , R_s et de N la vitesse du rotor en rpm (20pts). (p étant le nombre de paire de pôles)

3- L'alternateur débite dans un pont redresseur triphasé à diode qui alimente la batterie et l'installation électrique de l'automobile (cf Fig.2). Pour simplifier, on peut modéliser la charge de l'alternateur constituée par le redresseur, la batterie et l'installation électrique de l'automobile comme une source de tension triphasée sinusoïdale de valeur efficace constante $V_s = 25.32$, dont la fréquence est imposée par la vitesse de rotation du rotor de l'alternateur et qui absorbe le courant débité par l'induit de l'alternateur avec un facteur de puissance unitaire (cf Fig.3). Lorsque la machine tourne à une vitesse de $N_3 = 3600$ rpm, la charge absorbe un courant $I_s = 50.64$ A.

Question : Déterminer à quel type de dipôle passif (résistance, inductance ou capacité) peut être assimilé cette charge. Selon la réponse précédente, calculer la valeur de ce dipôle pour ce fonctionnement et déterminer le déphasage entre la force électromotrice E et le courant I_s . (20 pts)

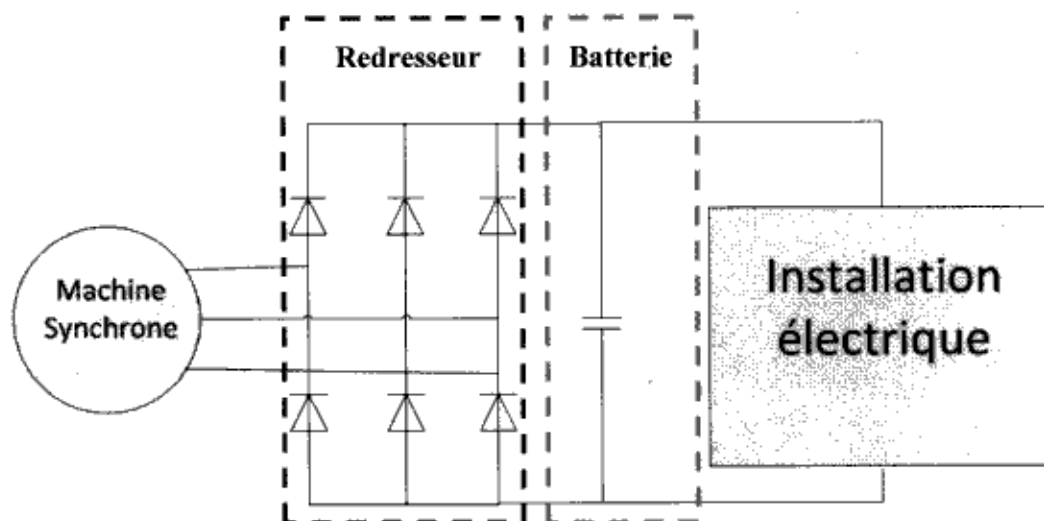


Figure 2: Représentation du système

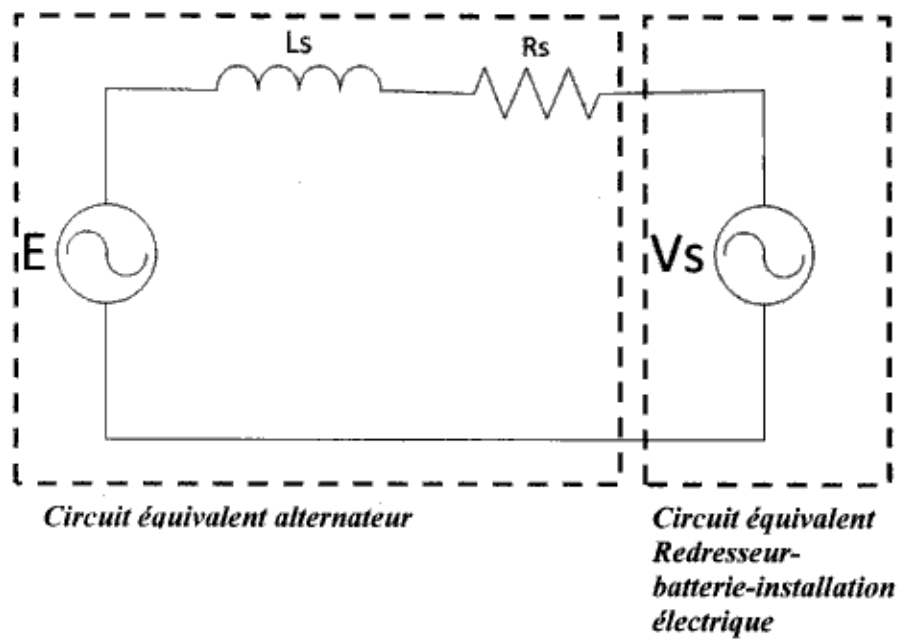


Figure 3: Schéma équivalent de l'installation