

**BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE**  
**SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES**  
**GÉNIE MÉCANIQUE**

**SESSION 2008**

**SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE**

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 5**

**L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.**

**(Circulaire n°99-186 du 16/11/1999)**

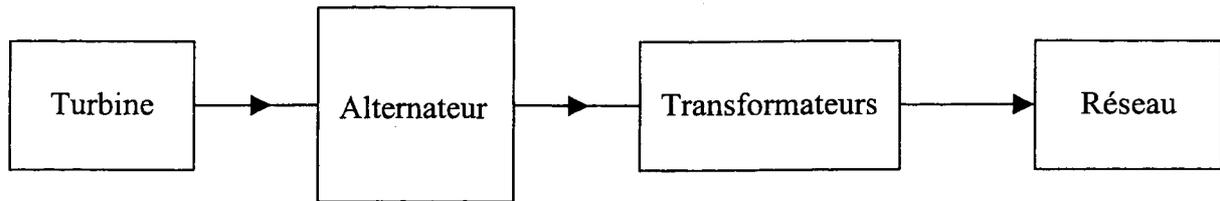
**Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet. Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.**

**Les documents réponses n°1, n°2, n°3 en pages 5/7, 6/7 et 7/7 sont à rendre avec la copie.**

## Ce sujet porte sur l'étude d'une usine marémotrice.

Une usine marémotrice peut produire, à partir de la force de la marée, de l'électricité de façon industrielle. Son principe de fonctionnement repose sur l'utilisation de la force du courant créée par l'amplitude des marées.

Les turbines sont entraînées par la force de la marée. Chacune d'entre elles est mécaniquement couplée à un alternateur triphasé qui est relié au réseau par l'intermédiaire de trois transformateurs monophasés.



Rappel :  $1 \text{ MW} = 1000 \text{ kW} = 10^6 \text{ W}$

### PROBLEME :

#### A. Étude de l'alternateur.

Les caractéristiques de l'alternateur sont les suivantes :

- vitesse de rotation nominale :  $n_N = 93,75 \text{ tr.min}^{-1}$
- tension nominale aux bornes d'un enroulement :  $V_N = 3,50 \text{ kV}$
- fréquence nominale :  $f = 50 \text{ Hz}$
- puissance utile nominale :  $P_u = 10 \text{ MW}$

D'autre part, les phases de l'alternateur sont **couplées en étoile avec neutre**.

A.1. Calculer le nombre de paires de pôles de cette machine.

A.2. Quelle est la valeur efficace de la tension mesurée entre deux phases (tension composée) ?

A.3. Schéma de montage.

A.3.1. Sur le document réponse n°1, placer les appareils qui permettent de mesurer la tension efficace simple, l'intensité efficace du courant en ligne et la puissance délivrée par chaque phase de l'alternateur.

A.3.2. Quelle est la valeur affichée par un wattmètre utilisé en position monophasée, sachant que la puissance utile de l'alternateur est de  $P_u = 10 \text{ MW}$  ?

A.4. Le rendement de cette machine est de **95 %**.

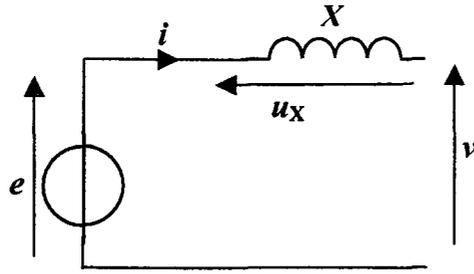
A.4.1. Exprimer la puissance absorbée par l'alternateur et montrer qu'elle est égale à **10,5 MW**.

A.4.2. Calculer la valeur de l'ensemble des pertes de cette machine.

A.4.3. Calculer le moment du couple mécanique reçu par l'alternateur.

A.5. On suppose que l'alternateur débite un courant de **1000 A** dans une charge **purement résistive** et sous sa tension nominale.

On rappelle le modèle équivalent d'une phase de l'alternateur :



$e$  étant la tension à vide de l'alternateur.

On donne  $X = 1,5 \Omega$ .

A.5.1. Donner la relation entre les tensions  $v(t)$ ,  $e(t)$  et  $u_X(t)$ .

A.5.2. Aux tensions  $v(t)$ ,  $e(t)$  et  $u_X(t)$ , on associe respectivement les vecteurs de Fresnel  $\vec{V}$ ,  $\vec{E}$  et  $\vec{U}_X$ . Ecrire la relation vectorielle entre  $\vec{V}$ ,  $\vec{E}$  et  $\vec{U}_X$ .

A.5.3. Construire le diagramme de Fresnel sur le document-réponse n°2 en prenant comme échelle  $1 \text{ cm}$  pour  $500 \text{ V}$ .

A.5.4. En déduire la valeur efficace  $E$  de la tension à vide correspondant à cet essai.

### **B. Étude du transformateur élévateur de tension.**

Les transformateurs de transport électrique sont normalement triphasés mais nous allons ramener l'étude sur une phase.

Nous étudierons donc un transformateur monophasé couplé à une charge monophasée. Aucune connaissance en triphasé n'est nécessaire pour traiter la partie B.

Sur la plaque signalétique du transformateur, on relève les grandeurs suivantes :

- $U_1 = 3,5 \text{ kV}$
- $U_2 = 235 \text{ kV}$
- $f = 50 \text{ Hz}$
- $S = 3,3 \text{ MVA}$

B.1. Calculer le rapport de transformation du transformateur.

B.2. En considérant le transformateur parfait,

B.3.1. calculer l'intensité efficace nominale du courant primaire, notée  $I_1$ ,

B.3.2. calculer l'intensité efficace nominale du courant secondaire, notée  $I_2$ .

B.3. Le transformateur en charge débite sur le réseau une intensité de  $I_2 = 14,3 \text{ A}$  sous une tension  $U_2 = 230 \text{ KV}$  et un facteur de puissance égal à  $0,90$ . L'ensemble des pertes de ce transformateur est alors évalué à  $100 \text{ kW}$ .

B.3.1. Calculer la puissance utile de ce transformateur.

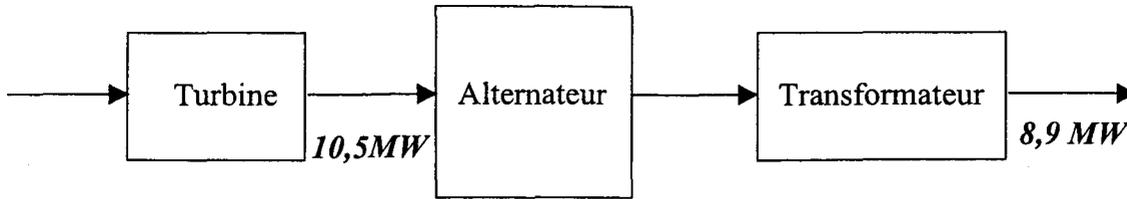
B.3.2. Quels types de pertes rencontre-t-on dans un transformateur ?

B.3.3. Calculer le rendement de ce transformateur.

B.4. Pour quelle raison, le transformateur élève-t-il la tension, avant de transporter l'énergie électrique sur le réseau de transport ?

### C. Étude de l'ensemble turbine + alternateur + transformateur

La turbine a un rendement de 70 % et fournit une puissance de 10,5 MW. La puissance disponible à la sortie du transformateur est de 8,9 MW.



C.1. Déterminer la puissance reçue par la turbine.

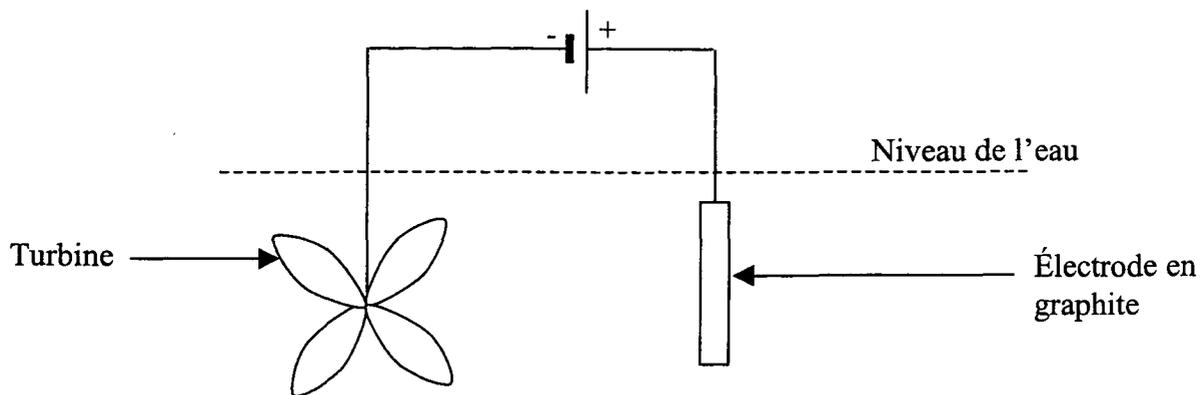
C.2. Déterminer le rendement de l'ensemble (turbine + alternateur + transformateur).

### D. Étude de la corrosion

Le problème rencontré le plus fréquemment pour ce type d'installation est la corrosion.

Pour remédier à ce problème, les ingénieurs ont choisi la protection cathodique.

Le schéma de principe est le suivant :



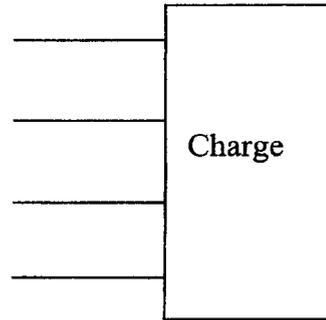
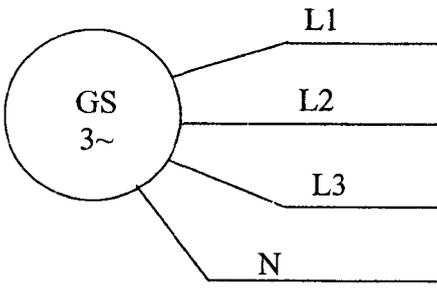
D.1. Indiquer, sur le document-réponse n°3, le sens du courant électrique puis le sens de circulation des électrons.

D.2. Quel est l'élément qui est oxydé ?

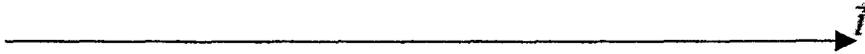
D.3. Quel est l'élément qui est protégé ?

D.4. Citer deux autres méthodes qui pourraient être utilisées pour protéger la turbine de la corrosion.

**DOCUMENT RÉPONSE N°1**



**DOCUMENT RÉPONSE N°2**



DOCUMENT RÉPONSE N°3

