

Session 2011

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

STI Génie civil
STI Génie Énergétique

Temps alloué : 2 heures

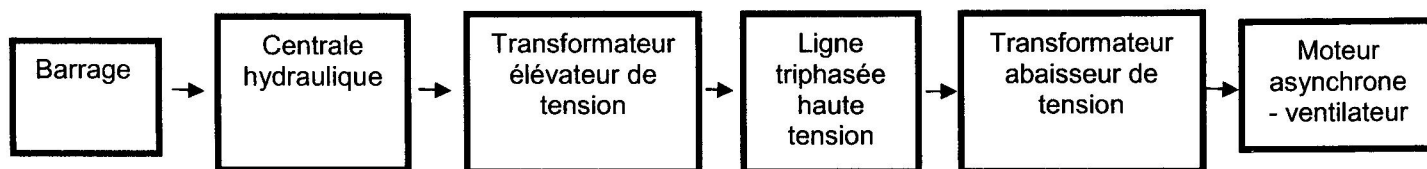
coefficient : 5

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-18 6 du 16-11-99) est autorisée

Ce sujet comporte 4 pages
La page 4 est à rendre avec la copie

ALIMENTATION D'UN SYSTÈME DE VENTILATION D'UN TUNNEL

L'électricité produite par une centrale hydraulique adossée à un barrage, alimente après un transfert sous très haute tension, la ventilation d'une portion de tunnel. La chaîne électrique est la suivante :



Le sujet aborde l'étude de certaines parties de cette chaîne : le barrage, le transformateur abaisseur de tension et une installation électrique qui assurera la ventilation d'une portion de tunnel.

A. LE BARRAGE. (4 points)

Données : intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
 masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
 le produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = [\text{HO}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14}$

Le barrage retient un lac dont la surface est située à une hauteur $h = 30 \text{ m}$ au-dessus de la turbine de la centrale. La chute d'eau a un débit $D = 4,8 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ et fait tourner une turbine qui entraîne un alternateur. La conversion d'énergie potentielle de l'eau en énergie cinétique de rotation de la turbine se fait avec un rendement $\eta = 0,82$.

1. Pourquoi le rendement est-il inférieur à 1 dans cette conversion ?
2. Calculer la puissance mécanique P_a fournie par l'eau à la turbine.
3. En déduire la puissance mécanique P_u reçue par l'alternateur.
4. On mesure le pH et la température de cette eau.
Ces mesures donnent $\text{pH} = 5,8$ et $\theta = 25^\circ\text{C}$.
 - 4.1. Préciser, en justifiant votre réponse, si l'eau du lac est acide, basique ou neutre.
 - 4.2. Déterminer la concentration molaire des ions hydronium $[\text{H}_3\text{O}^+]$.
 - 4.3. En déduire la concentration molaire des ions hydroxyde $[\text{HO}^-]$.

B. LE TRANSFORMATEUR. (4 points)

La ventilation du tunnel est alimentée par un réseau triphasé (230 V / 400 V ; 50 Hz). Un transformateur triphasé, considéré comme l'association de trois transformateurs monophasés, permet d'abaisser la tension électrique fournie.

Chaque transformateur monophasé est alimenté sous une tension nominale de valeur efficace $U_{1N} = 10,0 \text{ kV}$ au primaire et fournit une tension de valeur efficace $U_{20} = 400 \text{ V}$ au secondaire à vide.

1. Calculer le rapport de transformation m d'un transformateur.

2. En déduire le nombre de spires au secondaire sachant qu'au primaire $N_1 = 5000$ spires.
3. Ce transformateur alimente, sous une tension de valeur efficace $U_2 = 390$ V, une charge inductive de facteur de puissance $\cos \varphi_2 = 0,95$ et consommant une puissance $P_2 = 12$ kW.

3.1. Calculer la valeur efficace I_2 de l'intensité du courant débité par le secondaire du transformateur.

3.2 Un essai à vide a permis de constater que le transformateur absorbait une puissance $P_{\text{Vide}} = 250$ W.

3.2.1. Nommer les différents types de pertes dans un transformateur.

3.2.2. Lesquelles sont mesurées par l'essai à vide ?

3.2.3. En considérant que l'ensemble des pertes est égal à 500 W, déterminer le rendement du transformateur.

C. LE MOTEUR ASYNCHRONE. (8,5 points)

Le système de ventilation à l'intérieur d'un tunnel est constitué d'un moteur asynchrone et d'un ventilateur.

1. La plaque signalétique du moteur asynchrone porte les indications suivantes :

230 V / 400 V	50 Hz
960 tr.min ⁻¹	$\cos \varphi = 0,83$

On couple ce moteur sur le réseau triphasé 230 V / 400 V ; 50Hz.

- 1.1. Quel couplage doit-on adopter ? Justifier votre réponse.
- 1.2. Représenter ce couplage sur le document réponse page 4 à rendre avec la copie et les connexions au réseau.
- 1.3. Déterminer la vitesse de synchronisme n_s sachant que le glissement est de 4%.
- 1.4. En déduire le nombre de pôles du moteur.

2. Essai à vide

Lors d'un essai à vide sous tension nominale on relève :

$$I_v = 5,1 \text{ A} ; P_v = 470 \text{ W.}$$

- 2.1. Déterminer le facteur de puissance $\cos \varphi_v$ dans cet essai.
- 2.2. La résistance d'un enroulement du stator vaut $r = 0,60 \Omega$; calculer les pertes par effet Joule dans le stator à vide : P_{jvs} .
- 2.3. Déduire de cet essai les pertes fer dans le stator P_{fs} et les pertes mécaniques P_m en admettant qu'elles sont égales.

3. Essai en régime nominal.

Les pertes par effet Joule dans le stator sont $P_{js} = 210 \text{ W}$, celles du rotor sont $P_{jr} = 231 \text{ W}$. On mesure la puissance active reçue alors par ce moteur, $P_a = 6,20 \text{ kW}$.

Calculer :

3.1. La valeur efficace I de l'intensité du courant en ligne.

3.2. La puissance P_u , en tenant compte des résultats des deux essais.

3.3. Le rendement η .

3.4. La puissance réactive Q .

D. LE VENTILATEUR. (3,5 points)

1. Le tunnel ventilé par le système est considéré comme thermiquement isolé. L'air contenu est assimilé à un gaz parfait. La température est égale à 25°C .

Les dimensions du tunnel sont : longueur $L = 100 \text{ m}$; largeur $l = 10 \text{ m}$ et hauteur $h = 5,0 \text{ m}$.

Données :

Pression atmosphérique : $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

Capacité thermique massique de l'air : $c_{\text{air}} = 1,00 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Masse volumique de l'air considérée comme constante : $\rho_{\text{air}} = 1,20 \text{ kg.m}^{-3}$

Expression de la quantité de chaleur : $Q = m.c_{\text{air}}.\Delta\theta$

1.1. Calculer le volume V de l'air contenu dans le tunnel.

1.2. En considérant que le ventilateur a un débit de $D = 8,0 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, déterminer la durée Δt nécessaire pour renouveler ce volume d'air.

1.3. Calculer la quantité de matière n exprimée en moles contenue dans ce tunnel en considérant qu'il est à la pression atmosphérique.

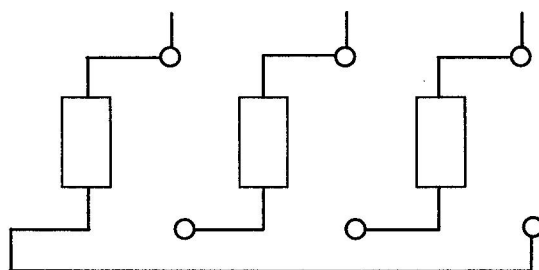
2. Lors d'une coupure du système de ventilation, la circulation des voitures provoque une augmentation de la température de $\Delta\theta = + 8,0^\circ\text{C}$ en une durée de 10 minutes.

2.1. Calculer la quantité de chaleur Q correspondant à cette augmentation de température.

2.2. En déduire la puissance calorifique P reçue par l'air de cette portion.

**DOCUMENT RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE**

R É S E A U	Phase 3
	Phase 2
	Phase 1
	Neutre



STATOR