

EXAMEN PARTIEL PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

Durée 01H30 – Documents et calculatrice permis

Etude d'une centrale thermique à Vapeur

Une centrale thermique à vapeur fonctionne suivant le cycle de Hirn. Cette centrale comporte une chaudière, une turbine, à deux corps, un poste de réchauffage, un condenseur et des pompes.

Cette installation produit de l'énergie au moyen de la vapeur d'eau et qui, dans son organisation la plus simple, est présentée à la figure 1.

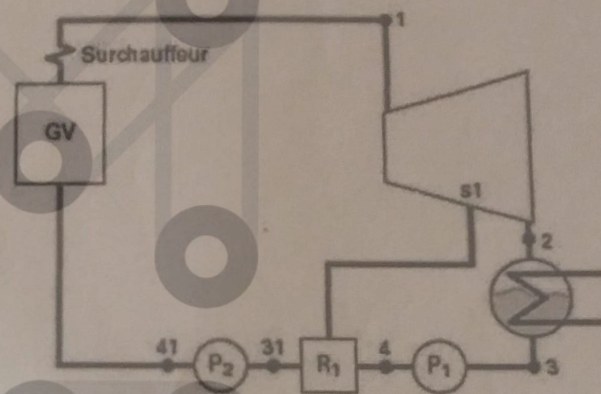


Figure 1

1. Etude du cycle vapeur

- a. Compléter le tableau ci-dessous par les propriétés thermodynamiques réelles du cycle. Les rendements isentropiques de compression et de détente sont respectivement de 0,8 et 0,85.

Points	Pression (bar)	Température (°C)	Enthalpie (kJ/kg)	Entropie (kJ/kg.K)	Titre
1	150	600			
2	0.05				
3					0
4					
S1	50				
31					0
41					

- b. Tracer le cycle sur un diagramme T-S
- c. Calculer le débit de vapeur soutiré (en kg/kg de vapeur sortant du Générateur de Vapeur « GV »)
- d. Calculer la consommation d'énergie dans la chaudière, le travail utile produit par la turbine, l'énergie perdue au condenseur et en déduire le rendement réel brut de ce cycle.
- e. La puissance électrique fournie au réseau est de 10 MW. Calculer le débit de vapeur dans la chaudière si le rendement de l'alternateur est de 95% et le facteur des pertes des auxiliaires $a = 2.5\%$.

2. La turbine

Le corps haute pression de la turbine à action est composé de trois étages de détente (3 stators et 3 rotors). Le rapport des pressions entre les étages est constant, il est égal à : $\sqrt[3]{P_1/P_{S1}}$.

- Calculer la pression à la sortie de chaque étage.
- Le premier stator est composé de 10 canalisations appelées tuyère. Quelle est le rôle de ces tuyères ? Déterminer leur forme.
- Calculer la vitesse et la section de sortie de la vapeur des tuyères.

3. Le condenseur

Le condenseur est refroidi par de l'eau de rivière fournie à 15°C et restituée à 25°C. Les coefficients d'échange convectif du côté de la vapeur et du côté de l'eau de rivière sont respectivement $h_v = 6000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, $h_{eau} = 2000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. On néglige la conduction dans les tubes de l'échangeur. La capacité thermique de l'eau est de $4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$. Calculer :

- Le débit d'eau de rivière.
- Le coefficient d'échange global de cet échangeur (U)
- Le pincement de l'échangeur.
- La surface d'échange.
- Tracer sur un diagramme (T-ΔH) les flux chaud et froid de cet échangeur.

4. La chaudière

La chaudière est alimentée par un gaz naturel, le CH_4 . Son rendement est de 95%. Calculer

- Le Pouvoir Calorifique de ce combustible à partir des équations des réactions chimiques de ses composants. (On donne $1 \text{ kJ} = 238 \text{ calories}$)
- Le débit de combustible
- Le pouvoir comburivore théorique A_o et réel A .
- Le débit d'air
- La température des fumées (on donne chaleur spécifique des fumées $C_{p_f} = 1,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$)
- Tracer sur un diagramme (T-ΔH) les flux chaud et froid de cet échangeur.

Bon Travail