

Banque PT 99 IIA Thermo industrielle Centrale géothermique

Ceci ne constitue pas un corrigé exhaustif mais des réponses justifiées succinctement par des bilans à bien connaître.

Il convient de préciser l'état du fluide en chaque point de l'installation (Pression (*bar*), Température ($^{\circ}C$), état physique (titre en vapeur si diphasé), enthalpie ($kJ.kg^{-1}$), entropie ($kJ.K^{-1}.kg^{-1}$). On utilise les hypothèses et les caractéristiques des différentes machines.

Point 1 : Vapeur humide $x_1 = 0,25$ sous $P_1 = 7 bars$

$\rightarrow T_1 = 164,96^{\circ}C, h_1 = 1213, s_1 = 3,17$ (table, règle des "moments")

Points 2 et 4 : simple "séparation de (1)

(2) : Vapeur saturante (sèche) : $x_2 = 1, P_2 = 7 bars, T_2 = 164,96^{\circ}C, h_2 = 2762; s_2 = 6,7052$

(4) : Liquide saturant : $x_4 = 0, P_4 = 7 bars, T_4 = 164,96^{\circ}C, h_4 = 697,06, s_4 = 1,9918$

Point 3 sortie d'une turbine isentropique : $s_3 = s_2 = 6,7052$ Vapeur humide (LS+VS)

$P_3 = 0,1 bar \rightarrow T_3 = 45,833^{\circ}C$, (table,"moments") $\rightarrow x_3 = 0,807$ puis $h_3 = 2124$

Point 5 sortie d'un détendeur isenthalpe $h_5 = h_4 = 697,06$ Vapeur humide (LS+VS)

$P_5 = 1 bar \rightarrow T_5 = 99,632^{\circ}C$, (table,"moments") $\rightarrow x_5 = 0,124; s_5 = 2,053 (> s_4$: irréversibilité

)

Point 6 sortie vapeur saturante sèche du séparateur S2 sous $P_6 = 1 bar$

$x_6 = 1$ table : $T_6 = 99,632^{\circ}C, h_6 = 2675,4, s_6 = 7,3598$,

Point 7 vapeur surchauffée à $P_7 = 1 bar, T_7 = 140^{\circ}C$

Lecture du diagramme de Mollier $h_7 = 2755, s_7 = 7,56$

Point 8 Détente isentropique : $s_8 = s_7 = 7,56$ diagramme de Mollier (ou table de saturation)

\rightarrow Vapeur humide à $P_8 = 0,1 bar, T_8 = 45,8^{\circ}C, x = 0,921, h_8 = 2396$

Point 9 : liquide saturant sous $P_9 = 1 bar$

$\rightarrow x_9 = 0, T_9 = 99,6^{\circ}C, h_9 = 417,5; s_9 = 1,303$ (table)

Point 10 : liquide saturant $x_{10} = 0$ sous $P_{10} = 0,1 bar$

$\rightarrow T_{10} = 45,8^{\circ}C, h_{10} = 191,8; s_{10} = 0,649$ (table)

Calcul des débits

On donne : $M_1 = 250 kg.s^{-1}$, vapeur humide : $x_1 = 0,25$

Séparateur S1 $\rightarrow M_2 = M_1 \times x_1 = 250 \times 0,25 = 62,5 kg.s^{-1}; M_3 = M_1 - M_2 = 187,5 kg.s^{-1}$

Séparateur S2

$x_5 = 0,124 \rightarrow M_4 = M_3 \times x_5 = 23,25 kg.s^{-1}; R_1 = M_3 - M_4 = 164,25 kg.s^{-1}$

Surchauffeur adiabatique

$$M_5 \times (h_4 - h_2) + M_4 \times (h_7 - h_6) = 0 \rightarrow M_5 = 0,896 kg.s^{-1}$$

On en déduit le débit traversant la turbine T1 que nous appellerons M_6 :

$$M_6 = M_2 - M_5 = 61,6 kg.s^{-1} \text{ (loi des noeuds !)}$$

Ainsi que le rejet au condenseur : $R_2 = M_4 + M_6 = 84,9 kg.s^{-1}$

Puissances utiles aux turbines (négatives au sens thermodynamique) :

$$P_1 + P_2 = M_6 \times (h_3 - h_2) + M_4 \times (h_8 - h_7) = -[39300 + 8340] = -47600 kW = -47,6 MW$$

Installation simplifiée (T1 seule)

$$P = M_2 \times (h_3 - h_2) = -39,9 MW$$

Diagramme de Mollier (h,s) de la vapeur d'eau

