

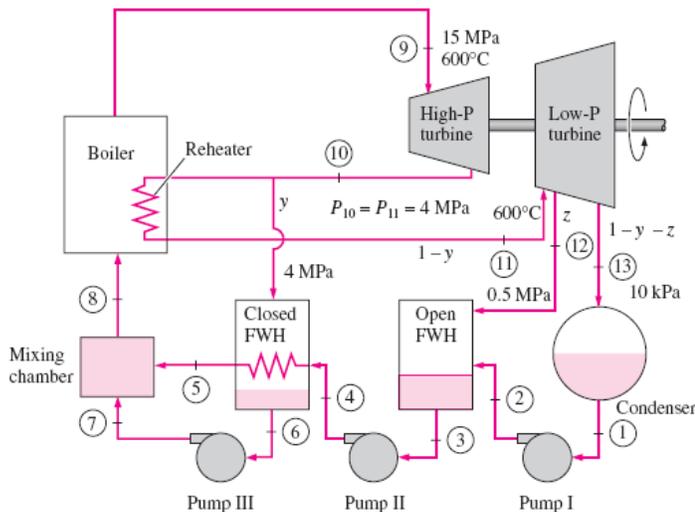
Ejercicio 7

Pregunta 1

Considere una central eléctrica con vapor que opera en un ciclo de Rankine ideal regenerativo con recalentamiento, con dos calentadores de agua de alimentación (FWH), uno abierto y otro cerrado, además de un recalentador. El vapor entra a la turbina a 15 MPa y 600°C y se condensa a una presión de 10 kPa. Una parte del vapor se extrae de la turbina a 4 MPa para el calentador cerrado, mientras que el resto se recalienta en la misma presión hasta 600°C. El vapor extraído se condensa por completo en el calentador y se bombea hasta 15 MPa antes de mezclarse con el agua de alimentación a la misma presión. El vapor para el calentador abierto se extrae de la turbina de baja presión a una presión de 0,5 MPa. Se le pide:

- Dibujar el diagrama T-s del proceso.
- Determinar las fracciones de vapor extraído de la turbina.
- Deteminar la entalpía de salida de la cámara de mezclado.
- Eficiencia térmica del ciclo.

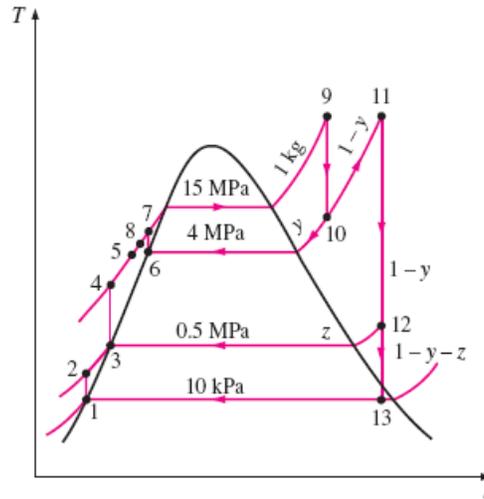
Hint: La entalpía de salida de la cámara de mezclado y las fracciones de vapor son obtenidas desde los balances de energía en los calentadores y la cámara de mezclado.



#	Entalpía	$\frac{kJ}{kg}$
1	191,81	
2	192,30	
3	640,09	
4	643,92	
5	1087,40	
6	1087,40	
7	1101,20	
9	3155,00	
10	3155,00	
11	3674,90	
12	3014,80	
13	2335,70	

Solución:

a)



Las fracciones de vapor extraído se determinan a partir de los balances de masa y energía de los calentadores de agua de alimentación:

CAA cerrado:

$$\begin{aligned} \dot{E}_{in} &= \dot{E}_{out} \\ y \cdot h_{10} + (1-y) \cdot h_4 &= (1-y) \cdot h_5 + y \cdot h_6 \\ \rightarrow y &= \frac{h_5 - h_4}{(h_{10} - h_6) + (h_5 - h_4)} = \frac{1087,4 - 643,92}{(3155,0 - 1087,4) + (1087,4 - 643,92)} = 0,176 \end{aligned}$$

CAA abierto:

$$\begin{aligned} \dot{E}_{in} &= \dot{E}_{out} \\ z \cdot h_{12} + (1-y-z) \cdot h_2 &= (1-y) \cdot h_3 \\ \rightarrow z &= \frac{(1-y)(h_3 - h_2)}{h_{12} - h_2} = \frac{(1-0,1766)(640,09 - 192,30)}{3014,8 - 192,30} = 0,1306 \end{aligned}$$

La entalpía del estado 8 se determina al aplicar las ecuaciones de conservación de masa y energía para la cámara de mezclado, la cual se considera que está aislada:

$$\begin{aligned} \dot{E}_{in} &= \dot{E}_{out} \\ h_8 &= (1-y) \cdot h_5 + y \cdot h_7 \\ \rightarrow h_8 &= 1089,8 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \end{aligned}$$

Por consiguiente:

$$\begin{aligned} q_{in} &= (h_9 - h_8) + (1-y)(h_{11} - h_{10}) = 2921,4 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \\ q_{out} &= (1-y-z)(h_{13} - h_1) = 1485,3 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \\ \rightarrow \eta_{ciclo} &= 1 - \frac{q_{in}}{q_{out}} = 49,2\% \end{aligned}$$

La eficiencia térmica también se podría haber calculado a partir de:

$$\begin{aligned} \eta_{ciclo} &= \frac{w_{neta}}{q_{in}} = \frac{w_{turbina} - w_{bomba}}{q_{in}} \\ w_{turbina} &= (h_9 - h_{10}) + (1-y)(h_{11} - h_{12}) + (1-y-z)(h_{12} - h_{13}) \\ w_{bomba} &= (1-y-z)(h_2 - h_1) + (1-y)(h_4 - h_3) + y(h_7 - h_6) \\ \rightarrow \eta_{ciclo} &= 50,6\% \end{aligned}$$