

TEMA IV.- PROBLEMAS PROPUESTOS DE SISTEMAS BIFÁSICOS L+V

TEÓRICAS

1. Explique ¿Cómo cambian la temperatura y la presión durante una transformación en la cual se evapora agua desde calidad $X=0$ hasta ser vapor con $X=1$?
2. Explique ¿cómo ocurre el cambio de fase de líquido a vapor para el caso en que el estado termodinámico inicial del agua es $p_1=24 \text{ MPa}$ y $T_1=380^\circ\text{C}$ y se calienta a presión constante hasta $T_2=450^\circ\text{C}$, ¿se presenta la interfase líquido-vapor durante dicho calentamiento? Explique.
3. Demuestre que si un flujo de vapor saturado entra a una válvula de estrangulamiento, cuando sale de ella a menor presión se ha experimentado una destrucción de exergía de entrada con el vapor. Considere un STA asilado y el proceso termodinámico isoentálpico e irreversible. ¿Es el vapor de salida húmedo? Explique y represente el proceso en el diagrama de coordenadas termodinámicas T vs. S .
4. ¿Qué ocurre con la diferencia de densidades entre las fases L-V en la línea de saturación al aumentar la presión de la sustancia de trabajo termodinámico hasta llegar a los valores de $(P_{\text{crit}}, T_{\text{crit}})$?
5. ¿Qué es la **cavitación (que provoca ruido y sobretensiones mecánicas)** en el funcionamiento de una bomba de agua y que relación guarda con la temperatura y presión del agua que succiona la bomba?
6. ¿Cuándo aparece en las últimas etapas de expansión del vapor en el interior de una turbina la **formación de gotas** de agua, que relación guarda con la temperatura y presión y qué problemas causa este fenómeno?
7. ¿Cuándo puede aparecer líquido (**golpe de líquido que provoca ruido y sobretensiones mecánicas**) en la succión de un compresor de vapor refrigerante, que relación guarda con la temperatura y presión y qué problemas causa este fenómeno?

PROBLEMAS

8. Se expande adiabáticamente de forma irreversible en una turbina un flujo vapor saturado $G=10 \text{ t/h}$. La presión a la entrada es de 10 MPa , a la salida el vapor es húmedo con $t_2=60^\circ\text{C}$ y $s_2 = [s_1 + 1 \text{ kJ}/(\text{kg.K})]$. Determine:
 - a. La representación del proceso termodinámico en el diagrama T vs. S .
 - b. La potencia entregada por la turbina.
 - c. Las exergías de: entrada y salida del vapor, la útil entregada por la turbina y la destruida (pérdidas).
 - d. Rendimiento exergético de la turbina.
9. Se expande adiabáticamente de forma irreversible en una turbina un flujo vapor sobrecalentado $G=15 \text{ t/h}$. La presión y temperatura del vapor a la entrada es de 4 MPa y 320°C , a la salida el vapor es húmedo con $p_2=0,1 \text{ MPa}$ y $s_2 = [s_1 + 0,5 \text{ kJ}/(\text{kg.K})]$. Determine:
 - a. La representación del proceso termodinámico en el diagrama T vs. S .
 - b. La potencia entregada por la turbina.
 - c. Las exergías de: entrada y salida del vapor, la útil entregada por la turbina y la destruida (pérdidas).
 - d. Rendimiento exergético de la turbina.
10. La turbina de vapor de una Central Azucarero recibe 90 tn/h de vapor sobrecalentado a una presión y temperatura de 8 MPa y 440°C respectivamente. Se conoce que a la salida

de turbina se obtiene vapor saturado seco para ser enviado a los diferentes procesos tecnológicos que se requieren en la central, el proceso de expansión es irreversible de modo que $s_2 = s_1 + 0.15 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. Se conoce además que la pérdida de calor a través de las paredes de la turbina es cero y que los alrededores cercanos están a $T_0 = 303 \text{ K}$ y $p_0 = 101.3 \text{ kPa}$.

- a) Represente el proceso en un diagrama T-s.
- b) Determine los parámetros termodinámicos en cada estado.
- c) Calcule el trabajo neto.
- d) Determine la variación de entropía del sistema aislado y la pérdida de capacidad de trabajo.
- e) Determine el rendimiento energético.
- f) Determine el rendimiento exergetico.

11. La turbina de vapor de una Central Azucarero recibe 50tn/h de vapor saturado seco a una presión de 6MPa. A la salida de turbina se obtiene vapor húmedo el cual es enviado a los diferentes procesos tecnológicos que se requieren en la central, dicho vapor tiene una presión (p_2) de 0.1MPa. El proceso de expansión es irreversible de modo que $s_2 = s_1 + 0.12 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. Se conoce además que la pérdida de calor a través de las paredes es cero y que los alrededores cercanos están a $T_0 = 303 \text{ K}$ y $p_0 = 101.3 \text{ kPa}$.

- a. Represente el proceso en un diagrama T-s.
- b. Determine los parámetros termodinámicos en cada estado.
- c. Calcule el trabajo neto.
- d. Determine la variación de entropía del sistema aislado y la pérdida de capacidad de trabajo.
- e. Determine el rendimiento energético.
- f. Determine el rendimiento exergetico.

12. Un condensador de una central termoeléctrica tiene un flujo de 150 tn/h de vapor de agua. Dicho equipo recibe vapor húmedo a una presión de 0.06MPa y lo condensa hasta convertirlo en líquido saturado. En el proceso de cambio de fase la variación de entropía ocurre de modo $s_1 = s_2 + 5.1 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. Por su parte, el agua de mar para el enfriamiento (condensación del vapor) entra a 26°C y sale a 38°C. Si el rendimiento energético del equipo es de un 90%. Los alrededores cercanos están a $T_0 = 303 \text{ K}$ y $p_0 = 101.3 \text{ kPa}$. Determine:

- a) La calidad del vapor de entrada al condensador.
- b) Los parámetros termodinámicos de estado (T, p, h, s) a la entrada y salida del equipo.
- c) El flujo de agua de mar considerando su $C_p = 4.5 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
- d) El rendimiento exergetico del equipo.

13. Un condensador de una central termoeléctrica tiene un flujo de 125 tn/h de vapor de agua. Dicho equipo recibe vapor saturado seco a la presión de 0.08MPa y lo condensa hasta convertirlo en líquido saturado. Por su parte, el agua de mar para el enfriamiento (condensación del vapor) entra a 28°C y sale a 41°C. Si el rendimiento energético del equipo es de un 95%. Los alrededores cercanos están a $T_0 = 303 \text{ K}$ y $p_0 = 101.3 \text{ kPa}$. Determine:

- a) La calidad del vapor de entrada al condensador.

- b) Los parámetros termodinámicos de estado (T , p , h , s) a la entrada y salida del equipo.
 - c) El flujo de agua de mar considerando su $C_p=4,5 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$
 - d) El rendimiento exergético del equipo.
14. El compresor de vapor de agua de una Central Térmica recibe 30tn/h de vapor saturado a una presión de $p_1=1\text{MPa}$. Se conoce que a la salida de éste se obtiene vapor sobrecalentado a $p_2=10\text{MPa}$ para ser enviado a los diferentes procesos tecnológicos que se requieren en la central, el proceso de compresión es irreversible de modo que $s_2=s_1+0,8\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Se conoce además que la pérdida de calor a través de las paredes es 10 kW y que los alrededores cercanos están a $T_0=303\text{K}$ y $p_0=101,3\text{kPa}$.
- a) Represente el proceso en un diagrama T-s.
 - b) Determine los parámetros termodinámicos en cada estado.
 - c) Calcule el trabajo neto.
 - d) Determine la variación de entropía del sistema aislado y la pérdida de capacidad de trabajo.
 - e) Determine el rendimiento energético del compresor.
 - f) Determine el rendimiento exergético del compresor.
15. El compresor de vapor de agua de una Central Térmica recibe 43tn/h de vapor húmedo con una presión de $p_1=3,5\text{MPa}$ y $x_1=0,9$. Se conoce que a la salida de éste se obtiene vapor sobrecalentado a $p_2=12,5\text{MPa}$ para ser enviado a los diferentes procesos tecnológicos que se requieren en la central, el proceso de compresión es irreversible de modo que $s_2=s_1+1,1\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Se conoce además que la pérdida de calor a través de las paredes es cero que los alrededores cercanos están a $T_0=303\text{K}$ y $p_0=101,3\text{kPa}$.
- a) Represente el proceso en un diagrama T-s.
 - b) Determine los parámetros termodinámicos en cada estado.
 - c) Calcule el trabajo neto.
 - d) Determine la variación de entropía del sistema aislado y la pérdida de capacidad de trabajo.
 - e) Determine el rendimiento energético del compresor.
 - f) Determine el rendimiento exergético del compresor.
16. El evaporador de agua de una Central Térmica recibe 15tn/h de gases calientes producto de la combustión de petróleo, estos gases tienen un $C_p=1,5 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ con una presión (que permanece constante) de $p_1=0,1\text{MPa}$ y $T_1=220^\circ\text{C}$. Se conoce que los gases se enfrían en 100°C . Al evaporador entra un flujo de agua a $p_1=1\text{MPa}$ y $T_1=30^\circ\text{C}$, el agua se evapora totalmente a la misma presión de entrada. El vapor saturado producido es enviado a los diferentes procesos tecnológicos que se requieren en la central. Se conoce además que la pérdida de calor a través de las paredes del evaporador es cero que los alrededores cercanos están a $T_0=303\text{K}$ y $p_0=101,3\text{kPa}$.
- a) Represente el proceso en un diagrama T-s para ambos fluidos de trabajo.
 - b) Determine los parámetros termodinámicos en cada estado.
 - c) Calcule el flujo de calor intercambiado.
 - d) Determine la variación de entropía del sistema aislado y la pérdida de capacidad de trabajo.
 - e) Determine el flujo de agua evaporada.
 - f) Determine el rendimiento exergético del evaporador.