

2ª Parte: TERMOTECNIA**14. Objetivo: Utilizar las tablas de propiedades del agua en sus diferentes estados**

Determinar el estado del agua en las siguientes condiciones, calculando el título cuando sea posible.

- a) $T = 280\text{ °C}$ b) $T = 280\text{ °C}$ c) $T = 280\text{ °C}$
 $P = 1500\text{ kPa}$ $v = 8,571 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{kg}$ $s = 4,0115\text{ kJ/kg}$
- d) $T = 280\text{ °C}$ e) $P = 22090\text{ kPa}$ f) $T = -10\text{ °C}$
 $u = 2586,1\text{ kJ/kg}$ $h = 2099,3\text{ kJ/kg}$ $P = 0,2602\text{ kPa}$
- g) $T = -10\text{ °C}$
 $P = 0,5\text{ kPa}$

15. Objetivo: Utilizar las tablas de propiedades del agua en sus diferentes estados

Determina el estado del agua y la temperatura, presión y entropía en las siguientes condiciones:

$$h = 3609,6\text{ kJ/kg y } v = 0,02108\text{ m}^3/\text{kg}$$

16. Objetivo: Utilizar las tablas de propiedades del agua en sus diferentes estados

Determina el estado del agua y la temperatura, presión y volumen específico en las siguientes condiciones:

$$h = 3596,7\text{ kJ/kg y } s = 7,1855\text{ kJ/kgK}$$

17. Objetivo: Calcular las propiedades del agua después de sufrir una transformación

Vapor de agua saturado y seco a 100 kPa se comprime isoentrópicamente hasta una presión final de 549,12 kPa. Se desea calcular para el vapor obtenido:

- Estado.
- Temperatura.
- Variación de entalpía.
- Variación de entropía.

18. Objetivo: Calcular las propiedades del agua después de sufrir una transformación

Vapor de agua recalentado a 4000 kPa y 280°C se expande en una turbina hasta 1500 kPa (expansión isoentrópica), obteniéndose un vapor húmedo. Este vapor se dirige a un separador donde se obtienen dos corrientes diferentes: agua líquida y agua vapor. El líquido se expande a través de una válvula (expansión isoentálpica) hasta una presión de 500 kPa, mientras que el vapor se expande en una segunda turbina hasta la misma presión (500 kPa). Finalmente, ambas corrientes de agua (procedentes de turbina y válvula) se unen en un cambiador de calor donde se condensa totalmente el agua, obteniéndose un líquido saturado. Calcular:

- Título y entalpía del vapor húmedo que abandona la primera turbina.
- Estado y entalpía del agua a la salida de la válvula y segunda turbina.
- Cantidad de calor a eliminar en el cambiador de calor para condensar el agua
- Representar en un diagrama T-s las transformaciones anteriores.

19. Objetivo: Calcular las variaciones de exergía en un sistema cerrado

Dos kilogramos de agua se encuentran como vapor saturado seco a 120°C, circulando a una velocidad de 30 m/s y a una altura de 6m respecto del nivel de referencia. El sistema anteriormente definido evoluciona de forma espontánea hasta un estado final en el que el agua se encuentra como líquido saturado a 10°C, con una velocidad de 25 m/s y a una altura de 3m. Calcular la exergía de este sistema en los estados inicial y final. Considérese que las condiciones ambientales son 25°C y 1 atm.

20. Objetivo: Calcular las variaciones de exergía en un sistema abierto

Considérese la pared de una casa de dimensiones $10\text{ m} \times 10\text{ m} \times 3\text{ m}$ y con una conductividad térmica de $0,69\text{ W m}^{-1}\text{ °C}^{-1}$. El interior y exterior es de 27 y 0°C, respectivamente, y la pared, 20 y 5 °C, respectivamente, calcular:

- caudal de calor transmitido a través de la pared,
- exergía destruida en la pared,
- exergía total destruida (pared y aire interior).

Datos y notas:

- Temperatura del medio ambiente: 0°C.
- Considérese la transmisión de calor en la pared.

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{e}$$

- Ley de Fourier:

Dónde: k, conductividad térmica de la pared; e, espesor de la pared; ΔT , diferencia de temperatura en los extremos de la pared.

21. Objetivo: Calcular las variaciones de exergía en un sistema cerrado

En un cilindro, que dispone de un pistón móvil, se encuentra agua líquida saturada a 140 °C. En el cilindro se realiza un proceso a presión y temperatura constante hasta que el agua se encuentra saturado seco.

Determinar la exergía asociada al trabajo cuando el cilindro está conectado a un sistema eléctrico. En este caso calcular la exergía destruida.

- El proceso es adiabático y el trabajo necesario para mover el pistón es suministrado por un sistema eléctrico. En este caso calcular la exergía destruida.
- El proceso es consecuencia de un calentamiento del agua por parte de un sistema que existen pérdidas de calor al exterior. En este caso calcular la exergía destruida y el calor aportado al sistema.

Condiciones ambientales $T_0 = 25\text{ °C}$ y $P_0 = 361,3\text{ kPa}$.

22. Objetivo: Calcular las variaciones de exergía en un sistema abierto

En una turbina que opera en estado estacionario, el vapor de agua entra a una presión de 1000 kPa, una temperatura de 400°C y una velocidad de 100 m/s. El vapor sale a una presión de 100 kPa, una temperatura de 100°C y una velocidad de 100 m/s. La transferencia de calor de la turbina al ambiente a razón de 100 kJ/s. La temperatura media de la turbina es de 400 K. Tomando como condiciones ambientales $T_0 = 25\text{ °C}$ y $P_0 = 361,3\text{ kPa}$, determinar para la turbina:

- el trabajo producido,
- la magnitud y dirección de la transferencia de calor, y
- la irreversibilidad.

Datos y notas:

La turbina de vapor está instalada en una industria a una temperatura ambiente de 27°C. Respóndase a los apartados anteriores con respecto a la turbina y una porción de los alrededores tal que en su interior no se produzca calor. El calor indicado ocurre a 27°C. Compárense los resultados.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 - - -
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



23. Objetivo: Calcular las variaciones de exergía en un sistema abierto

A un mezclador se alimentan dos corrientes, una de agua líquida a 300 kPa y 80°C y otra de vapor sobrecalentado a 300 kPa y 320 °C. El agua líquida y el vapor sobrecalentado entran en el mezclador a 1.5 y 2 kg/s, respectivamente. Se tiene estimado que las pérdidas de calor a los alrededores es de 1200 kJ/min ($T_0=25^\circ\text{C}$). La mezcla deja el mezclador a 300 kPa. Suponer: a) que trabaja en estado estacionario, b) que la temperatura externa de la pared del mezclador es constante e igual a la temperatura del mezclador, c) que las condiciones de salida son las mismas que en el mezclador, etc. Determinar:

- El estado del agua a la salida del mezclador (presión, temperatura y título (con 3 cifras decimales)).
- La exergía destruida en el proceso de mezcla.
- Calcular la eficiencia exergética del proceso de mezcla.

Realizar las suposiciones necesarias y justificarlas.

24 Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de vapor

Una central térmica de vapor de agua funciona según un ciclo de Rankine ideal. El vapor sale de la caldera como vapor saturado seco a una presión de 8 MPa y a la salida del condensador se encuentra como líquido saturado a una presión de 0,008 MPa. Si la potencia neta obtenida es de 100 MW, calcular:

- rendimiento térmico del ciclo,
- relación de trabajos,
- caudal másico de vapor,
- caudal de calor que es necesario aportar en la caldera,
- caudal de calor que ha de cederse en el condensador, y
- caudal másico de agua de refrigeración si entra a 15°C y sale a 35°C.

25. Objetivo: Calcular el rendimiento térmico en un ciclo de potencia mediante turbina de vapor con recalentamiento intermedio

Una turbina que utiliza vapor de agua como agente de transformación tiene una potencia efectiva neta de 100 MW. La producción de trabajo se realiza mediante un ciclo de Rankine con recalentamiento y recalentamiento intermedio. El vapor entra en la primera etapa de la turbina a 8 MPa y 480°C, expandiéndose isoentrópicamente hasta una presión de 0,7 MPa. El agua que sale de la primera etapa de la turbina se recalienta en la caldera hasta 440°C antes de entrar en la segunda etapa de la turbina, en la que se expande también adiabáticamente hasta la presión del condensador, que es 0,008 MPa. Calcular:

- rendimiento térmico del ciclo,
- caudal másico de vapor que recorre la turbina,
- caudal de calor cedido en el condensador, y
- repetir el apartado a) suponiendo que el rendimiento de cada etapa de la turbina es del 85%.

Datos y notas: El funcionamiento de la bomba es isoentrópico y no existen pérdidas de presión por rozamiento en toda la instalación.

26. Objetivo: Calcular el rendimiento térmico en un ciclo de potencia mediante turbina de vapor con recalentamiento intermedio

Vapor de agua a 3 MPa y 320°C se alimenta a una turbina de alta presión, expandiéndose en una primera etapa hasta 300 kPa. A continuación, el vapor se recalienta hasta 320°C y se expande en una segunda etapa hasta 4 kPa. Calcular el rendimiento térmico del ciclo, suponiendo procesos reversibles.

27. Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de vapor regenerativo

Se dispone de un ciclo de potencia que se puede modelar como un ciclo de Rankine regenerativo con un cambiador de calor abierto. El vapor de agua sale de la caldera a 8 MPa y 480°C, y se expande hasta 0,7 MPa donde pasa al cambiador de calor abierto que opera a 0,7 MPa. El vapor de agua sale del cambiador de calor abierto a 0,7 MPa y 320°C y se expande en la segunda turbina hasta la presión del condensador de 0,008 MPa. El líquido saturado a 0,7 MPa. El rendimiento de las turbinas es del 85%. Si la potencia del ciclo es de 100 MW, calcular:

- el rendimiento térmico del ciclo.
- el caudal másico de vapor que entra en la primera turbina.

28. Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de vapor regenerativo

Una planta de potencia que emplea vapor de agua como fluido de trabajo puede modelarse como un ciclo de Rankine regenerativo con un cambiador de calor abierto. El vapor de agua sale de la caldera a 4 MPa y 480°C y se expande de forma adiabática en la primera etapa de la turbina (corriente 1) extrayéndose una parte del vapor (y) para el cambiador de calor abierto. El vapor de agua sale del cambiador de calor abierto a 0,3 MPa (corriente 2) y se expande en la segunda turbina hasta la presión del condensador (corriente 4) que es de 20 kPa.

La corriente extraída de la primera etapa de expansión (corriente 10) y se recircula desde el cambiador de calor abierto (corriente 11) al cambiador abierto cuya presión es de 0,3 MPa.

En el cambiador cerrado la corriente que va de la caldera a la turbina tiene una temperatura de saturación. En el cambiador abierto se opera a 0,3 MPa.

- Dibujar el esquema del proceso y el diagrama T-s.
- Calcular el estado del agua y la entalpía en todas las corrientes.
- Calcular las fracciones de vapor respecto de la corriente de vapor extraído hacia los dos cambiadores (cerrado y abierto).
- Calcular el trabajo en las bombas y turbinas de la planta.
- Calcular el rendimiento térmico del ciclo.
- Calcular la potencia neta de la planta para un caudal másico de vapor de 1 kg/s en la caldera.

NOTAS: z e y son tanto por uno de la corriente de vapor de las turbinas del 100%. Títulos con 3 cifras decimales.

29. Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de vapor regenerativos

En un ciclo de potencia, que se puede modelar como un ciclo de Rankine regenerativo mediante cambiador cerrado y recalentamiento, el vapor de agua sale de la caldera (corriente 1) se recalienta en el cambiador de calor cerrado y se expande en la primera turbina hasta 30 MPa. En este cambiador cerrado todas las corrientes que salen de la turbina y el resto del vapor continúa la expansión en una segunda turbina. Después de la cual se recalienta hasta 320 °C (corriente 2) y se expande en la tercera turbina hasta 100 kPa (corriente 3) se ajusta su presión y se envía a 100°C al cambiador cerrado donde se aumenta su temperatura hasta 320°C.

Por otro lado, el condensado que abandona el cambiador de calor cerrado se recalienta en el cambiador de calor abierto hasta 320°C y se expande en la cuarta turbina hasta 100 kPa.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



- a) expandir en una válvula de estrangulamiento (isoentálpicamente) hasta un vapor húmedo ($x_{11a}=0,262$) a la presión de 35 kPa (corriente 11a), enviándose al condensador.
- b) ajustar su presión y enviarlo a la caldera (corriente 11b, $h_{11b}=1019,35$ kJ/kg).

1- Dibujar el esquema del proceso, indicando claramente las dos opciones y todos los datos que conoces, y el diagrama T-s para las dos opciones.

2- Determinar el estado y la entalpía de todas las corrientes (indicando claramente los intervalos de las interpolaciones), el trabajo en bombas y turbinas y el calor aportado al ciclo.

3- ¿Cuál de las dos opciones a o b es la mejor según el rendimiento térmico del ciclo? Comentar a qué se debe la diferencia en el rendimiento térmico.

Notas: El rendimiento en las turbinas 1 y 3 y en las bombas es del 100% (expansión isoentrópica). Suponer que todas las transformaciones ocurren sin pérdidas de calor al exterior.

30. Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de gas

Una central térmica de gas se ha modelado utilizando un ciclo Brayton ideal de aire estándar. El aire entra al compresor a 100 kPa y 300 K con un caudal volumétrico de $5 \text{ m}^3/\text{s}$. La relación de compresión en el compresor es 10 y la temperatura de entrada a la turbina es 1400 K. Calcular:

- a) El rendimiento térmico del ciclo y la relación de trabajos, y
- b) potencia neta desarrollada.

31. Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de gas con sistema regenerativo

Un ciclo de Brayton de aire estándar que opera entre 100 y 500 kPa utiliza un regenerador con una eficacia de 75%. Teniendo en cuenta que las temperaturas máximas y mínima son 950 y 350 K, respectivamente, y el caudal de aire es de 10 kg/s, calcular el calor consumido, la potencia y el rendimiento térmico del ciclo.

32. Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de gas con sistema regenerativo

En una instalación de producción de potencia que opera según un ciclo de Brayton de aire estándar, el aire ($M = 28$) entra al compresor a 120 kPa y 300 K y se comprime hasta 1200 kPa ($\eta_C=100\%$). Se sabe que la temperatura de entrada a la turbina está en el intervalo 1250-1300 K y que se obtiene un trabajo de 640 kJ/kg, siendo el rendimiento en la turbina del 100%. Calcular la temperatura de entrada a la turbina (con una variación en el trabajo de ± 1 kJ/kg) y la temperatura de salida. Calcular el rendimiento térmico del ciclo.

En la instalación anterior debido a un problema de funcionamiento en la turbina su rendimiento baja al 90%. ¿A qué temperatura sale el aire de la turbina? Calcular el rendimiento térmico del ciclo.

Para intentar mejorar el sistema anterior se emplea un regenerador con un rendimiento del 77%. Calcular el rendimiento térmico del ciclo manteniendo las condiciones de entrada al compresor y la turbina. En este caso ¿cuál es la eficiencia exergética de la turbina y del compresor?

Dibujar el diagrama T-s del ciclo con regenerador.

Notas: a) Considerar el aire como gas ideal (utilizar la tabla C1) y rendimiento del compresor 100% en todos los casos. b) Indicar claramente los intervalos de interpolación y las suposiciones que se hagan. c) $R = 8,31$ kJ/kmolK.

33. Objetivo: Estudiar un ciclo de potencia mediante turbina de gas con sistema regenerativo y recalentamiento

En una central térmica de gas que funciona según un ciclo de Brayton de aire estándar con recalentamiento y regeneración el aire entra al compresor a 100 kPa y 300 K y se comprime hasta 1000 kPa. La temperatura de entrada a la primera etapa de la turbina es 1400 K. La expansión es isoentrópica en ambas etapas de turbina, recalentándose el gas, que sale

de la primera etapa a presión de 300 kPa, hasta 1400 K. La expansión es isoentrópica en ambas etapas de turbina, recalentándose el gas, que sale de la segunda etapa de la turbina. El gas que sale de la segunda etapa de la turbina a 100 kPa y se utiliza en un regenerador para calentar el fluido de trabajo. Calcular el rendimiento térmico del ciclo suponiendo que el regenerador opera con una eficacia del 75%.

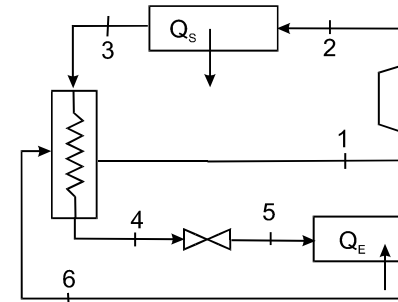
34. Objetivo: Estudiar un sistema de refrigeración por compresión de vapor

Un sistema de aire acondicionado funciona con un ciclo de refrigeración por compresión de vapor. El refrigerante es el Freón R-134a que entra en el compresor a 100 kPa y 10°C. El condensador opera a 48°C y 1,4 MPa. Si el caudal de refrigerante es $0,1 \text{ kg/s}$ y el rendimiento del compresor es 80%, calcular

- a) potencia consumida por el compresor, y
- b) capacidad de refrigeración, y
- c) coeficiente de operación.

35. Objetivo: Estudiar un sistema de refrigeración por compresión de vapor intermedia

Un sistema de refrigeración opera con Freón R-134a. El refrigerante entra en el compresor como vapor saturado a 100 kPa. A continuación, se condensa totalmente en un condensador a 1,4 MPa. El fluido de trabajo funciona reversiblemente, representar los diferentes estados del ciclo y calcular el coeficiente de operación.



36. Objetivo: Estudiar un sistema de refrigeración por compresión de vapor intermedia

Un sistema de refrigeración por compresión de vapor intermedia entre ambas etapas de refrigeración utiliza un refrigerante R-134a. El refrigerante entra en el compresor como vapor saturado a 100 kPa. Para la refrigeración intermedia se emplea un cambiador de calor. El fluido de trabajo se mezcla el vapor que abandona la primera etapa de compresión con el líquido que sale del evaporador intermedio. El fluido de trabajo opera a 800 kPa. El líquido del separador líquido-vapor es evaporado (140 kPa). Posteriormente, el agente de trabajo se condensa totalmente en un condensador a 1,4 MPa. Calcular:

- a) Dibujar el esquema del proceso y las transformaciones del ciclo de refrigeración.
- b) Calcular la entalpía, la temperatura y el coeficiente de operación en los puntos del ciclo.
- c) Calcular el caudal de refrigerante R-134a que entra en el compresor y el coeficiente de operación del ciclo de refrigeración y el coeficiente de operación del condensador del ciclo de refrigeración y el coeficiente de operación del evaporador intermedio.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Datos y notas:

- Rendimiento de compresión de cada etapa: 0,9.
- Tablas del refrigerante R-134a.
- Todas las corrientes que entran o salen del cambiador abierto se encuentran a la presión de trabajo del cambiador abierto.

37. Objetivo: Estudiar un sistema de refrigeración de ciclo combinado en cascada de dos etapas por compresión de vapor.

Un sistema de refrigeración se puede modelar como un ciclo combinado en cascada de dos etapas por compresión de vapor utilizando en el ciclo de baja temperatura el refrigerante R12 y en el de alta temperatura el refrigerante R134a. El sistema de refrigeración opera entre las presiones de 700 y 100 kPa, con temperaturas máxima y mínima de 40°C y -30°C. El intercambio de calor desde el ciclo de baja presión al de alta presión tiene lugar en contracorriente en un cambiador de calor cerrado donde el refrigerante R12 entra a 260 kPa (corriente 2) y el R134a a 200 kPa (corriente 8). En este cambiador de calor cerrado se obtiene un líquido saturado en el ciclo de baja presión (corriente 3) y el refrigerante con una entropía de 0,9386 kJ/kgK en el ciclo de alta presión (corriente 5).

En el ciclo de baja presión a la salida del evaporador se obtiene un vapor saturado seco (corriente 1) y el compresor tiene un rendimiento del 90 %. En el ciclo de alta presión a la salida del condensador se obtiene un líquido saturado (corriente 7).

- a) Dibujar el esquema del proceso.
- b) Calcular el estado del refrigerante, entalpía, temperatura y título (con tres cifras) de todas las corrientes y el rendimiento del compresor del ciclo de alta presión. Señalar claramente entre que valores se hacen las interpolaciones.
- c) Calcular el coeficiente de operación del ciclo.
- d) Calcular la eficiencia exergética del compresor del ciclo de alta presión.

$T_0 = 25^\circ\text{C}$ y $P_0 = 100$ kPa.

38. Objetivo: Calcular el coeficiente de operación de un sistema de refrigeración por gas

En una planta de refrigeración con aire, éste se comprime desde 100 kPa y 22°C hasta una presión de 500 kPa en un compresor que tiene un rendimiento del 78%. El aire se enfría hasta -3°C y a continuación se expande hasta 100 kPa en una turbina cuyo rendimiento es del 82%. Utilizando las tablas del aire como gas ideal, calcular la temperatura a la salida de la turbina y el compresor, el coeficiente de operación y la capacidad de refrigeración.

39. Objetivo: Calcular el coeficiente de operación de un sistema de refrigeración por gas con regeneración.

Un sistema de refrigeración que utiliza aire como agente refrigerante opera según un ciclo de Brayton inverso con regeneración en el que la relación de presiones es de 4. El aire sale del compresor a 520 K (corriente 2) y se enfría en primer lugar hasta 390 K (corriente A), cediendo calor al medio ambiente, y posteriormente hasta 300 K (corriente 3) por enfriamiento regenerativo, temperatura a la cual entra en la turbina. A la salida de la turbina (corriente 4) el aire se encuentra a 220 K, aumentándose la temperatura hasta 250 K (corriente B) después de la extracción de 12 kW del foco frío.

- a) Representa el esquema del proceso y los diferentes puntos del ciclo de refrigeración en un diagrama T-s.
- b) Calcular la temperatura del aire en la corriente de entrada al compresor.
- c) Calcular los rendimientos del compresor, el regenerador y la turbina del ciclo.
- d) ¿Qué coeficiente de operación tiene el ciclo? Comentar el resultado.
- e) ¿Qué caudal másico de aire es necesario?

Datos y notas: Utilizar las tablas del aire como gas ideal para resolver el problema.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70