

EJERCICIO 1

Una torre de enfriamiento húmedo va a enfriar 60 kg/s de agua de 40 a 26 °C. En la torre entra aire atmosférico a 1 atm con temperaturas de bulbo seco y húmedo de 22 y 16 °C, respectivamente, y sale a 34 °C con humedad relativa de 90%.

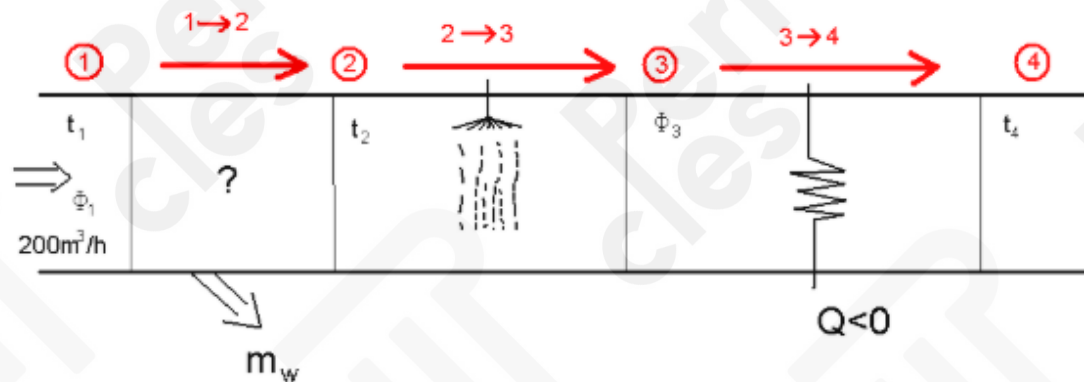
Determine

- la tasa de flujo volumétrico del aire dentro de la torre de enfriamiento
- la tasa de flujo másico del agua de reemplazo requerida.

EJERCICIO 2

Se emplea un proceso de enfriamiento evaporativo indirecto para extraer 20 kJ/min a una determinada corriente de aire. Para ello se parte de 200 m³/h de aire exterior a 30 °C y 60% de humedad relativa, al que en primer lugar se le somete a un proceso de secado, extrayéndole una cierta cantidad de agua y del que el aire sale a 32 °C. Seguidamente tiene lugar un proceso de humidificación adiabática que termina cuando el aire alcanza una humedad relativa del 90%. Y por último el aire así tratado es mandado a un intercambiador de calor sin mezcla en el que se calienta hasta los 25 °C al extraer la susodicha cantidad de calor. Calcular las variables que definen cada estado y la cantidad de agua extraída en el primer proceso en kg/min.

NOTA: Presión atmosférica = 1 atm



EJERCICIO 3

Una corriente de aire caliente con una temperatura de bulbo seco de 40°C y una temperatura de bulbo húmedo de 32°C se mezcla adiabáticamente con una corriente de aire frío saturado a 18°C . Las tasas de flujo másico de aire seco de las corrientes de aire caliente y fría son 8 y 6 kg/s, respectivamente. Suponga una presión total de 1 atm.

Determine:

- la temperatura.
- la humedad específica.
- la humedad relativa de la mezcla.

EJERCICIO 4

En un enfriador evaporativo entra aire a 1 atm, 36 °C y 20% de humedad relativa a una tasa de 4 m³/min, y sale con una humedad relativa de 90%.

Determine:

- a) la temperatura de salida del aire.
- b) la tasa requerida de suministro de agua al enfriador evaporativo.

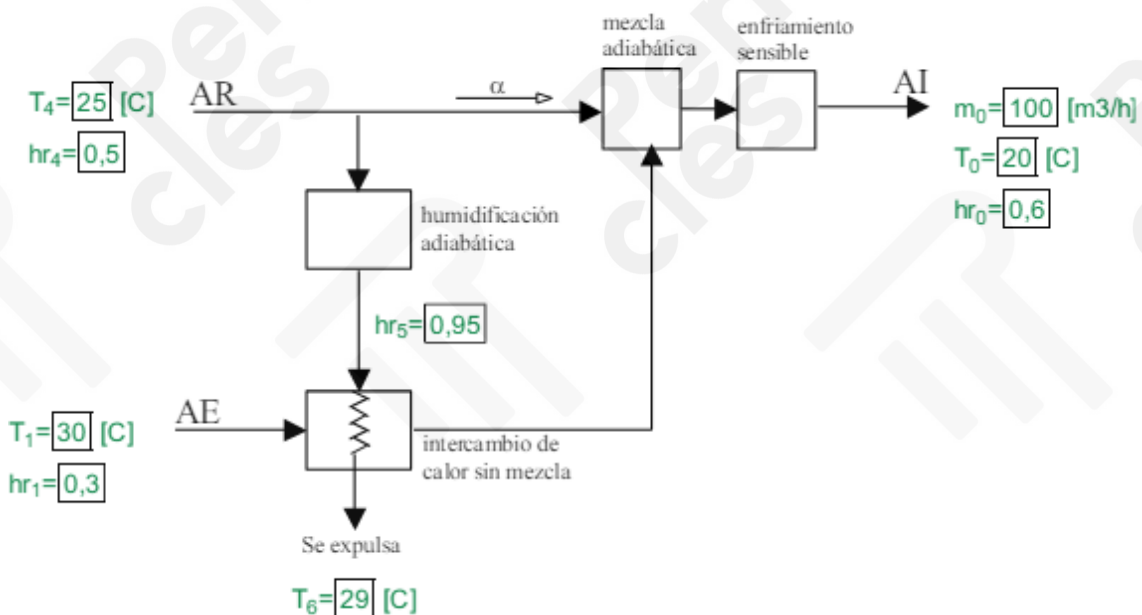
EJERCICIO 5

Se necesitan $100 \text{ m}^3/\text{h}$ de aire de impulsión a 20°C y 60% de humedad relativa, para el acondicionamiento de un local que se quiere mantener a 25°C y 50% de humedad relativa. Para obtener este aire de impulsión se parte de aire de retorno (AR) en las mismas condiciones que el aire del local, y de aire exterior (AE) a 30°C y 30% de humedad relativa. Los procesos que se realizan son los indicados en la figura:

1. El aire de retorno se divide en dos corrientes, un porcentaje se dirige a una caja de mezcla adiabática, y el resto a un proceso de humidificación adiabática, del que sale con una humedad relativa del 95%.
2. El aire exterior intercambia calor con el resultado de la humidificación adiabática, y posteriormente es enviado a la caja de mezcla adiabática. Por su parte la fracción de aire de retorno empleada en este proceso se expulsa con una temperatura de 29°C .
3. Por último el aire saliente de la mezcla es sometido a un proceso de enfriamiento sensible.

Sabiendo que el 75% del aire de impulsión vuelve al principio del ciclo como aire de retorno, calcular:

- a) La fracción de aire de retorno enviada a la mezcla adiabática.
- b) El caudal volumétrico de aire exterior en m^3/h .
- c) El calor extraído en el proceso de enfriamiento sensible, y en el intercambiador de calor en kW.



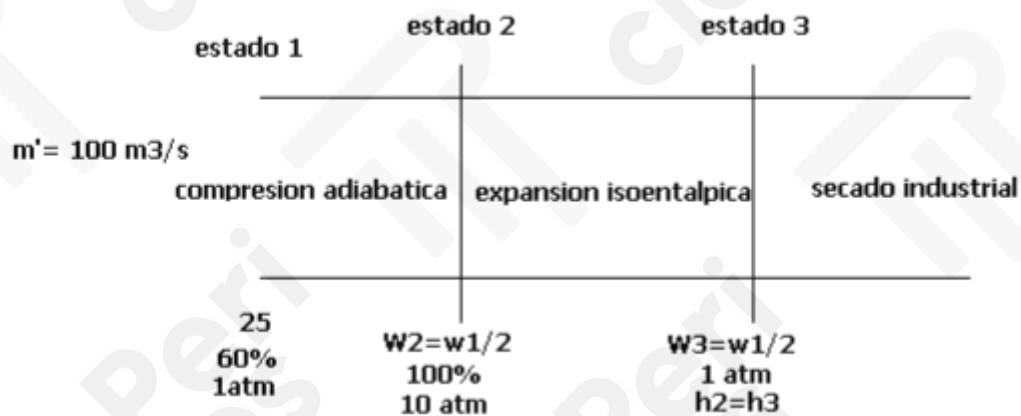
EJERCICIO 6

Para disminuir la humedad del aire de entrada a un proceso de secado industrial, se realiza el siguiente proceso:

1. se comprime adiabáticamente aire a 25°C, 60% y 1 atm, hasta 10 atm,
2. se expande isoentálpicamente hasta la presión inicial. Con este proceso se elimina la mitad del contenido inicial de agua en el aire. Sabiendo que el caudal inicial de aire es de 100 m³/s.

Calcular:

- a) la potencia del compresor en kW.
- b) las condiciones iniciales y finales de cada proceso.
- c) la cantidad de agua en m³/s capaz de eliminar en el posterior proceso de secado.



EJERCICIO 7

En un proceso de secado industrial se han de extraer del material a secar 20 kg/h de vapor. Para ello se emplea aire atmosférico a 25°C y 60% de humedad relativa. Sabiendo que la humedad relativa a la salida es del 90%, calcular:

- Temperatura final del aire.
- Caudal de aire necesario.
- Suponiendo que previamente al proceso de secado se somete el aire a un calentamiento hasta 50°C, repetir los apartados anteriores, y calcular el calor necesario en el proceso de calentamiento.

DATOS:

$$T_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$\phi_1 = 60\%$$

$$\phi_2 = 90\%$$

$$\dot{m}_1 = 20 \text{ Kg/h}$$

EJERCICIO 8

En un humidificador con inyección de vapor entra aire húmedo a una temperatura de 22°C y con una temperatura de bulbo húmedo de 9°C . El flujo másico de aire seco es de 90 kg/min . El vapor de agua se inyecta saturado a 110°C . No hay intercambio de calor con el entorno, y la presión es constante e igual a 1 atm a lo largo del proceso. Calcular el flujo másico de vapor inyectado sabiendo que la temperatura del aire a la salida es de 23°C , calcular también su humedad absoluta.

EJERCICIO 9

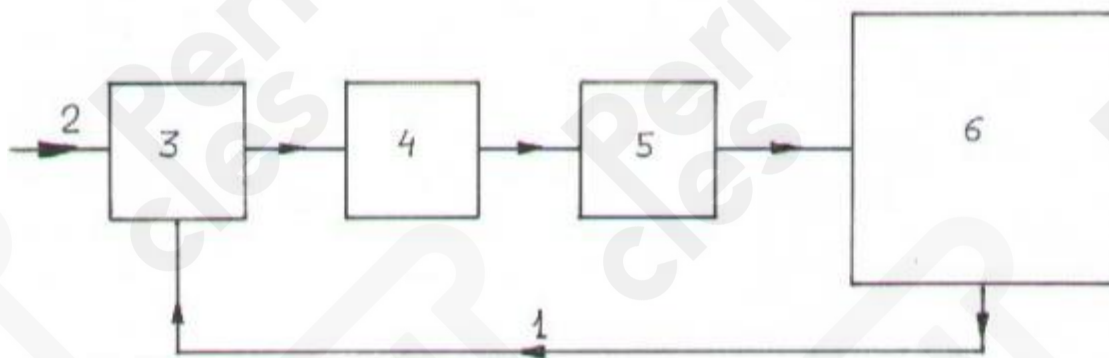
Para la climatización de un local en régimen de calefacción se emplea un aire de impulsión tal que combata las cargas sensible y latente del local manteniendo así las condiciones de temperatura y humedad impuestas para éste. A su vez el aire de impulsión se obtiene siguiendo los siguientes procesos:

1. El aire exterior se mezcla adiabáticamente con aire de retorno que podemos suponer en las mismas condiciones que el aire del local.
2. El aire de mezcla anterior se somete a un proceso de humidificación adiabática.
3. Por último, se somete a un calentamiento sensible.

Determinar las condiciones de temperatura y humedad absoluta a las que se encuentra el aire a la salida de cada uno de los procesos descritos.

DATOS:

- Aire del local: Temperatura seca = 21°C , y humedad relativa = 50%
- Aire exterior: Temperatura seca = 10°C , y humedad relativa = 40%
- La entalpía del aire de impulsión supera a la del aire del local en 1 kcal/kg
- Suponer que la proporción en la mezcla entre aire exterior y aire de retorno es de 3 a 1 respectivamente, y que el aire de salida del proceso de humidificación adiabática tiene una humedad relativa del 95%.



NOTA: Resolver el problema mediante el uso de ecuaciones y no con el diagrama psicrométrico.

EJERCICIO 10

El condensador de una central térmica es refrigerado con un caudal de agua de unos $750 \text{ m}^3/\text{min}$, al que entra a una temperatura de 30°C , y del cual se extrae un calor de $3,6 \cdot 10^8 \text{ kcal/h}$. Con ello, esta corriente de agua se calienta y antes de devolverla al condensador en sus condiciones iniciales es enviada a una torre de refrigeración. La torre opera estacionariamente con un caudal de aire de $2,9 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{min}$ a unas temperaturas de bulbo seco y húmedo de 25°C y 15°C , respectivamente. Calcular el caudal de agua de reposición utilizado, si su temperatura es de 20°C , y la temperatura del aire que abandona la torre, si lo hace con una humedad relativa del 90%.

DATOS:

$$P_{atm} = 1 \text{ atm}$$

$$C_p (\text{agua}) = 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\rho (\text{agua}) = 1000 \text{ kg/m}^3$$

EJERCICIO 11

Para realizar un proceso de enfriamiento evaporativo indirecto de una corriente de aire de $50 \text{ m}^3/\text{h}$ inicialmente a 35°C de temperatura seca, y 17°C de temperatura húmeda, se realizan los siguientes procesos: Primero se toma una corriente igual y en las mismas condiciones y se somete a una humidificación adiabática, y a continuación a la corriente de aire resultante se le hace intercambiar calor con la corriente a enfriar, alcanzando una temperatura de 30°C . Por su parte, la corriente a enfriar alcanza 25°C .

Determine:

- a) Dibujar el proceso en un diagrama T -s y otro h-s
- b) Condiciones de la corriente primaria
- c) Condiciones de la corriente secundaria
- d) Condiciones de la mezcla 5. Gasto másico

EJERCICIO 12

Se quiere enfriar agua líquida desde 40°C hasta 28°C. En una torre de refrigeración entran 900 m³/min de aire atmosférico a 1 bar, con temperaturas de bulbo seco y húmedo de 29 y 22°C, respectivamente. El flujo másico de agua a la salida es de 1250 kg/min y la humedad relativa del aire a la salida es del 100%.

Determinése:

- la temperatura del aire a la salida en °C
- el flujo másico del agua que se evapora, en kg/min
- Dibujar el esquema del proceso y representarlo en el diagrama psicrométrico.

EJERCICIO 13

Se quiere enfriar una corriente de aire húmedo de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ utilizando un recuperador de calor sensible y dos humidificadores adiabáticos. Para ello se toma una corriente auxiliar con un caudal doble al de la corriente a enfriar, ambas en las mismas condiciones iniciales de 40°C y 40% de humedad relativa.

A esta corriente auxiliar se le somete a una humidificación adiabática de la que sale al 90% de humedad relativa, para posteriormente enviarla al recuperador de calor sensible del que sale a 32°C . Por otra parte, la corriente a enfriar entra primero en el recuperador de calor sensible y posteriormente en el otro humidificador adiabático saliendo al 90% de humedad relativa. Considerar una presión de 1 atm.

Calcula:

1. Dibujar las transformaciones en un diagrama psicrométrico
2. Calcular las condiciones de cada punto
3. Calcular el caudal de agua aportado en cada humidificador adiabático
4. Calcular el flujo de calor intercambiado en el recuperador de calor sensible

EJERCICIO 14

En un determinado proceso industrial se necesitan $100 \text{ m}^3/\text{h}$ de aire a 35°C y 30%. Para ello, se somete esta cantidad de aire a un proceso de deshumidificación en una batería real de enfriamiento con un factor de bypass de 0.25, para a continuación calentarlo. Sabiendo que las condiciones iniciales son 32°C y 50%, calcular las condiciones del aire en el estado inicial y después de cada proceso, la cantidad de agua condensada en kg/h , el calor retirado en el primer proceso y el calor aportado en el segundo, ambos en kW . ¿A qué temperatura deben estar los tubos de la batería de enfriamiento?

NOTA: En una batería real de enfriamiento se puede considerar que el aire de salida es una mezcla de aire que se enfría hasta la temperatura de los tubos y aire que sale igual que entró. El factor de bypass (FBP) se define como el salto de temperaturas entre la salida y la mínima, dividido por el máximo salto de temperaturas.

La presión exterior es de 1 bar.

EJERCICIO 15

Dos corrientes de aire antes de ser mezcladas adiabáticamente, son sometidas a sendos procesos de enfriamiento tal como se muestra en la figura.

Calcule las temperaturas y humedades relativas de cada una de las corrientes mostradas.

