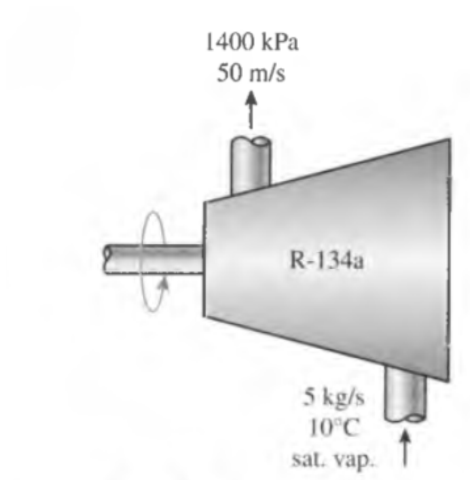
Pontificia Universidad Católica de Chile
FIS1523 - Termodinámica

Ayudantía Termodinámica n.10

Profesor: Francisco Castillo
Ayudante: Alessandro Santoni - asantoni@uc.cl
Viernes 3 de Junio de 2022

Problema 1

En un compresor fluye refrigerante 134a con un rate de $5\,kg/s$ y velocidad trascurable. El refrigerante ingresa al compresor como vapor saturado a la temperatura de $10°C$ y sale a la presión $1400\,kPa$ con un entalpia de $281.39\,kJ/kg$ y una velocidad de $50\,m/s$. El rate de trabajo hecho sobre el refrigerante es de $132.4\,kW$. Despreciando la diferencia de potencial entre ingreso y salida, determinar el rate de transmisión de calor asociado al proceso, in kW.



Problema 2

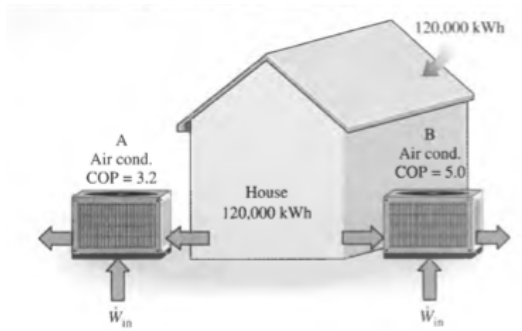
Una central energetica a carbón produce $300\,MW$ con una eficiencia termica del 32%. La proporción entre aire y combustible es de 12. Por cada kg de carbón la central genera $28000\,kJ$ de energía. Determinar:

a) La cantidad de carbón consumado en un día

b) El rate de aire fluyendo por el horno de la central

Problema 3

Consideramos una casa con un sistema de aire condicionado de $120000\,kWh$ in una area donde el costo de la electricidad es de $0.10\$/kWh$.



Por el sistema se considera la compra de dos condicionadores distintos: el condicionador A tiene un COP promedio de 3.2 y un costo 5500$ de compra e instalación. El condicionador B tiene un COP promedio de 5.0 y un costo de 7000$. Determinar cual de los dos condicionadores es más conveniente.

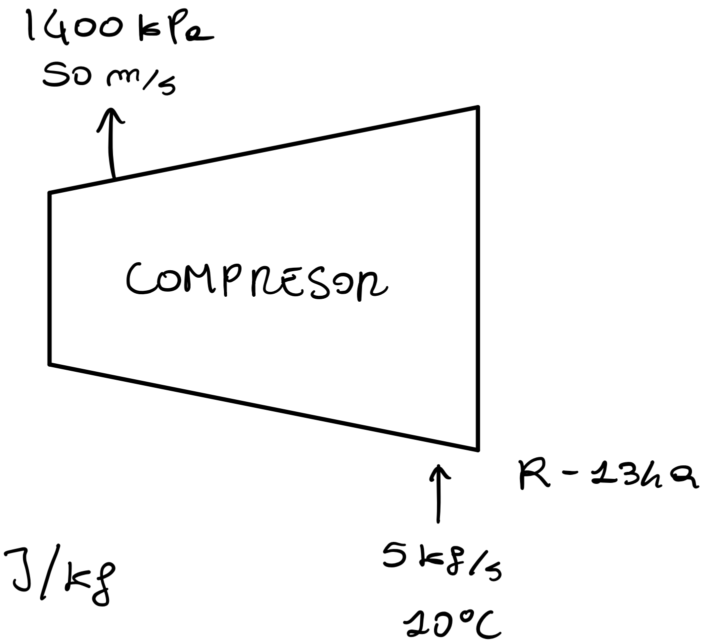
Problema 4

Una maquina termica opera con un ciclo de Carnot y una eficiencia del 75%. El calor residual termina en un lago cercano a la temperatura de $15°C$ a un rate de $14\,kW$. Determinar:

A) La potencia de output de la maquina

B) La temperatura de la fuente

P1) Asumimos que todo sea estacionario, no hay cambios en los flujos en el tiempo, y despreciamos variaciones de energía potencial



Desde la tabla (A-11)

$$\left.\begin{array}{l} T_1 = 10°C \\ x_1 = 1 \end{array}\right\} h_1 = 256.16 \text{ kJ/kg}$$

Existiendo solo un ingreso y una salida tenemos que $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$. Además como el proceso es estacionario

$$\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = 0 \quad \text{donde}$$

$$\dot{E}_{in} = \dot{W}_{in} + \dot{m}h_1 + \dot{m}\frac{\cancel{u_1^2}^{\sim 0}}{2}$$

$$\text{y} \quad \dot{E}_{out} = \dot{m}h_2 + \dot{m}\frac{u_2^2}{2} + \dot{Q}_{out}$$

Entonces: $\dot{W}_{in} + \dot{m} h_1 = \dot{m} h_2 + \dot{m} \frac{u_2^2}{2} + \dot{Q}_{out}$

$$\Rightarrow \dot{Q}_{out} = \dot{W}_{in} + \dot{m}(h_1 - h_2) - \dot{m}\frac{u_2^2}{2} =$$

$$= 132.4\ kW + 5\ kg/s\,(256.116 - 281.39)\ kJ/kg$$

$$- \frac{(50\ m/s)^2}{2} \cdot 5\ kg/s =$$

$$= 132.4\ kW - 126.37\ kW - 6.250\ kW =$$

$$= -0.02\ kW \ll 132.4\ kW$$

Que es un valor muy pequeño respecto al trabajo hecho sobre el sistema por ejemplo

$\Downarrow$

El proceso es prácticamente adiabático.

P2) Suponemos que la central trabaje continuamente y que los cambios en energía cinética y potencial sean despreciables.

a) El rate de calor generado por la central

$$\dot{Q}_{in} = \frac{\dot{W}_{neto}}{\eta} = \frac{300\,MW}{0.32} = 937.5\,MW$$

Desde el cual podemos encontrar el calor total en un día

$$Q_{in} = \dot{Q}_{in}\,\Delta t = 937.5\,MW \cdot (24 \cdot 60 \cdot 60\,s) = 8{,}1 \times 10^{7}\,MJ$$

Entonces el total de carbón quemado en un día

$$m = \frac{Q_{in}}{q} = \frac{8.1 \times 10^{7}\,MJ}{28\,MJ/Kg} = 2.893 \times 10^{6}\,Kg$$

y el rate

$$\dot{m} = \frac{m}{\Delta t} = \frac{2.893 \times 10^{6}\,Kg}{24 \times 60 \times 60\,s} = 33.48\,Kg/s$$

b) Notando que la proporción de aire y combustible es de 12, el rate de aire fluyendo por el horno de la central es simplemente:

$$\dot{m}_{aire} = (AF) \cdot \dot{m}_{carbón} = 12 \times (33.48 \text{ kg/s}) = 401.8 \text{ kg/s}$$

P3) Obviamente para juzgar cual condicionador es más conveniente hoy que ver cual de los dos costará meno en su tiempo de vida, o una alternativa es mirar al tiempo necesario para recuperar la inversión de uno respecto al otro

Ahorro de energía = (uso de energía anual A) −

− (Uso de energía anual B) =

= (energía necesaria anual) ×

$$\times \left(\frac{1}{COP_A} - \frac{1}{COP_B} \right) =$$

$$= (120000 \text{ kWh/año}) \times \left(\frac{1}{3.2} - \frac{1}{5.0} \right) =$$

$$= 13\,500 \text{ kWh/año}$$

Ahorro de dinero = (Ahorro de energía) × (precio energía) =

$$= (13500 \text{ kWh/año})(0.10 \$/\text{kWh}) = 1350 \$/\text{año}$$

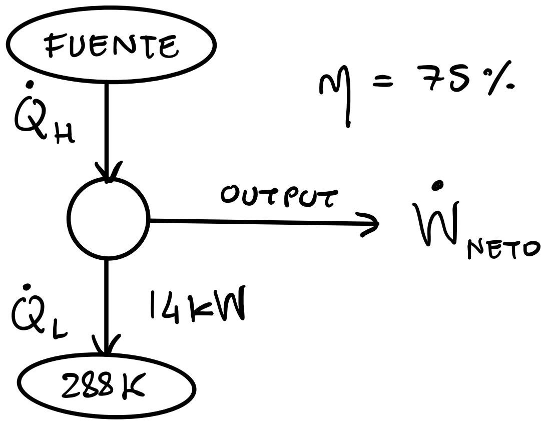
La diferencia de precio inicial es de:

PRECIO A − PRECIO B = −1500 $

Entonces vemos que es más conveniente el condicionador B porque recupera la diferencia de precio inicial con poco más de un año de ahorro de energía.

P4) Supongamos que la maquina termica opera de manera continua, y que las perdidas de calor a lo largo del sistema sea despreciable.

El diagrama de la maquina es:



a) Aplicando las definiciones de eficiencia termica y de balance energetico, podemos determinar la potencia en output

$$\eta = 1 - \frac{\dot{Q}_L}{\dot{Q}_H} \rightarrow \dot{Q}_H = \frac{\dot{Q}_L}{1-\eta} = \frac{14\,kW}{1-0.75} = 56\,kW$$

Entonces:

$$\dot{W}_{neto} = \eta\,\dot{Q}_H = 0.75 \cdot (56\,kW) = 42\,kW$$

b) Siendo un ciclo de Carnot la eficiencia se puede escribir también como:

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} \longrightarrow T_H = \frac{T_L}{1-\eta} = \frac{(15+273)\,K}{1-0.75} = 1152\ K =$$

$$= 879\,°C$$