

Ejemplos de temas V, VI, y VII

1. Un sistema de aire acondicionado que emplea refrigerante R-134a como fluido de trabajo es usado para mantener una habitación a 23°C al intercambiar calor con aire exterior a 34°C . La habitación gana calor a través de las paredes y las ventanas a una tasa de 250 kJ/min mientras que el calor generado por la computadora, el TV, y las luces es de 900 W . 80 L/min de refrigerante entra al compresor a 400 kPa como vapor saturado y lo deja a 1200 kPa y a 70°C . Determine:

a. El COP real del refrigerador.

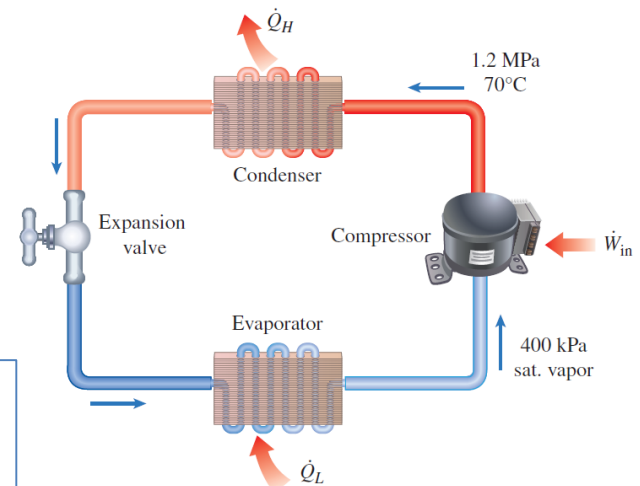
b. El COP máximo del refrigerador.

c. El flujo volumétrico mínimo de refrigerante que puede presentarse en el compresor para las mismas condiciones de entrada y de salida.

Suposiciones: Todos los dispositivos que operan en el ciclo de refrigeración presentan condiciones de estado estable, los cambios de energía cinética y potencial pueden ser despreciados, la válvula de estrangulación y el compresor son dispositivos adiabáticos, la única interacción de trabajo en el ciclo es el trabajo de entrada al compresor, todo el calor que entra a la habitación es removido el sistema de refrigeración.

Ecuaciones básicas:

$$E_e = E_s, \quad m_e = m_s, \quad COP_R = \frac{Q_L}{W_{neto}}, \quad COP_{R,rev} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1}$$



Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:

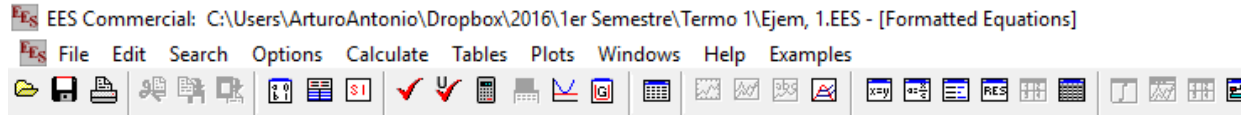
Este problema será desarrollado a través del programa EES con cuenta con funciones termodinámicas integradas en su librería. A continuación se muestra la ventana de ecuaciones, la ventana de formato de ecuaciones, y la de respuestas.

```
EES Commercial: C:\Users\ArturoAntonio\Dropbox\2016\1er Semestre\Termo 1\Ejem, 1.EES - [Equations Window]
File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples
"Problema de ejemplo # 1"
"En primer lugar se determinará la tasa de calor removido a través del evaporador, Q_dot_L"
Q_dot_1=250 [kJ/min]
Q_dot_2=900 [W]
Q_dot_L=Q_dot_1+Q_dot_2*convert(W,kJ/min)
"Ahora se analizará el compresor para determinar el trabajo de entrada al ciclo, y la consecuente potencia de entrada W_dot_in."
"E, e=E, s"
"Estado 1, a la entrada del compresor"
x_1=1
P_1=400 [kPa]
h_1=Enthalpy(R134a,x=x_1,P=P_1)
v_1=Volume(R134a,x=x_1,P=P_1)
V_dot_1=80 [L/min]
v_1=(V_dot_1*convert(L/min,m^3/min))/m_dot
"Estado 2, a la salida del compresor"
P_2=1.2 [MPa]
T_1=70 [°C]
h_2=Enthalpy(R134a,T=T_1,P=P_2*convert(MPa,kPa))
m_dot*h_1+W_dot_in=m_dot*h_2
"Se terminará de definir el resto de los estados del ciclo. Esto último para este problema en particular no es estrictamente necesario."
"Estado 4, a la entrada del evaporador"
h_4*m_dot+Q_dot_L=h_1*m_dot
"Estado 3, a la entrada de la válvula de expansión/salida del condensador."
h_3=h_4

"a. COP_real: Para calcularlo se requiere del calor que sale de condensador."
m_dot*h_2=Q_dot_H+m_dot*h_3
"Alternativamente Q_dot_H podría ser calculado recordando que Q_dot_L+W_dot_in=Q_dot_H."
COP_real=(Q_dot_L/W_dot_in)
"b. COP_rev."
T_H=34+273.15
T_L=23+273.15
COP_rev=1/((T_H/T_L)-1)
"c. V_dot_min."
"El flujo volumétrico mínimo será aquel que se tenga cuando la potencia de entrada al compresor sea mínima W_dot_rev (trabajo correspondiente a COP_rev)"
COP_rev=(Q_dot_L/W_dot_rev)
m_dot_min*h_1+W_dot_rev=m_dot_min*h_2
v_1*convert(m^3/kg,L/kg)=(V_dot_min)/m_dot_min
```

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:



Problema de ejemplo # 1

En primer lugar se determinará la tasa de calor removido a través del evaporador, \dot{Q}_L

$$\dot{Q}_1 = 250 \text{ [kJ/min]}$$

$$\dot{Q}_2 = 900 \text{ [W]}$$

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 \cdot \left| 0.06 \cdot \frac{\text{kJ/min}}{\text{W}} \right|$$

Ahora se analizará el compresor para determinar el trabajo de entrada al ciclo, y la consecuente potencia de entrada \dot{W}_{in} :

E,e=E,s

Estado 1, a la entrada del compresor

$$x_1 = 1$$

$$P_1 = 400 \text{ [kPa]}$$

$$h_1 = h(\text{R134a}, x = x_1, P = P_1)$$

$$v_1 = v(\text{R134a}, x = x_1, P = P_1)$$

$$\dot{V}_1 = 80 \text{ [L/min]}$$

$$v_1 = \frac{\dot{V}_1 \cdot \left| 0.001 \cdot \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{L/min}} \right|}{\text{m}}$$

Estado 2, a la salida del compresor

$$P_2 = 1.2 \text{ [MPa]}$$

$$T_1 = 70 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$h_2 = h \left[\text{R134a}, T = T_1, P = P_2 \cdot \left| 1000 \cdot \frac{\text{kPa}}{\text{MPa}} \right| \right]$$

$$\dot{m} \cdot h_1 + \dot{W}_{in} = \dot{m} \cdot h_2$$

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:

Se terminará de definir el resto de los estados del ciclo. Esto último para este problema en particular no es estrictamente necesario.

Estado 4, a la entrada del evaporador

$$h_4 \cdot \dot{m} + \dot{Q}_L = h_1 \cdot \dot{m}$$

Estado 3, a la entrada de la válvula de expansión/salida del condensador.

$$h_3 = h_4$$

a. COP_{real} : Para calcularlo se requiere del calor que sale de condensador.

$$\dot{m} \cdot h_2 = \dot{Q}_H + \dot{m} \cdot h_3$$

Alternativamente \dot{Q}_H podría ser calculado recordando que $\dot{Q}_L + \dot{W}_{in} = \dot{Q}_H$.

$$COP_{real} = \frac{\dot{Q}_L}{W_{in}}$$

b. COP_{rev} .

$$T_H = 34 + 273.15$$

$$T_L = 23 + 273.15$$

$$COP_{rev} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1}$$

c. \dot{V}_{min} :

El flujo volumétrico mínimo será aquel que se tenga cuando la potencia de entrada al compresor sea mínima \dot{W}_{rev} (trabajo correspondiente a COP_{rev})

$$COP_{rev} = \frac{\dot{Q}_L}{W_{rev}}$$

$$\dot{m}_{min} \cdot h_1 + \dot{W}_{rev} = \dot{m}_{min} \cdot h_2$$

$$v_1 \cdot \left| 1000 \cdot \frac{L/kg}{m^3/kg} \right| = \frac{\dot{V}_{min}}{\dot{m}_{min}}$$

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:

EES Commercial: C:\Users\ArturoAntonio\Dropbox\2016\1er Semestre\Termo 1\Ejem, 1.EES

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

Solution

Main

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$\text{COP}_{\text{real}} = 4.318$	$\text{COP}_{\text{rev}} = 26.92$	$h_1 = 255.6 \text{ [kJ/kg]}$	$h_2 = 300.6 \text{ [kJ/kg]}$
$h_3 = 60.99 \text{ [kJ/kg]}$	$h_4 = 60.99 \text{ [kJ/kg]}$	$\dot{m} = 1.562 \text{ [kg/min]}$	$\dot{m}_{\text{min}} = 0.2506 \text{ [kg/min]}$
$P_1 = 400 \text{ [kPa]}$	$P_2 = 1.2 \text{ [MPa]}$	$\dot{Q}_1 = 250 \text{ [kJ/min]}$	$\dot{Q}_2 = 900 \text{ [W]}$
$\dot{Q}_H = 374.4 \text{ [kJ/min]}$	$\dot{Q}_L = 304 \text{ [kJ/min]}$	$T_1 = 70 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$T_H = 307.2 \text{ [K]}$
$T_L = 296.2 \text{ [K]}$	$v_1 = 0.0512 \text{ [(m}^3\text{m}^3\text{)/kg]}$	$\dot{V}_1 = 80 \text{ [L/min]}$	$\dot{V}_{\text{min}} = 12.83 \text{ [L/min]}$
$\dot{W}_{\text{in}} = 70.4 \text{ [kJ/min]}$	$\dot{W}_{\text{rev}} = 11.29 \text{ [kJ/min]}$	$x_1 = 1$	

No unit problems were detected.

Calculation time = .0 sec.

Ejemplos de temas V, VI, y VII

2. Un compresor adiabático de aire es energizado por una turbina de vapor directamente acoplada que también impulsa un generador. Vapor entra a la turbina a 12.5 MPa y 500°C a una tasa de 25 kg/s y sale a 10 kPa y una calidad de 0.92. Aire entra al compresor a 98 kPa y 295 K y a una tasa de 10 kg/s y sale a 1 MPa y 620 K. Determine:

- La potencia neta entregada al generador por la turbina.
- La tasa de generación de entropía en la turbina y en el compresor durante este proceso.

Suposiciones: Tanto el compresor como la turbina son dispositivos que operan en condiciones de estado estable, el aire se comporta como gas ideal, los cambios de energía cinética y potencial se considerarán despreciables, ambos dispositivos son adiabáticos.

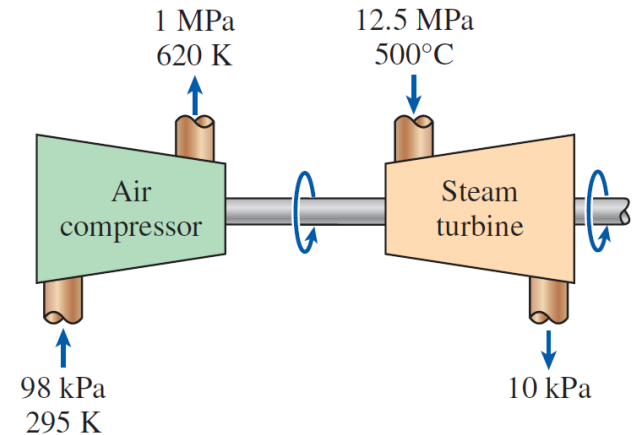
Ecuaciones básicas:

$$E_e = E_s, \quad m_e = m_s, \quad s_s - s_e = s_s^0 - s_e^0 + R \ln \left(\frac{P_s}{P_e} \right)$$

Desarrollo:

Este problema será desarrollado a través del programa EES con cuenta con funciones termodinámicas integradas en su librería.

A continuación se muestra la ventana de ecuaciones, la ventana de formato de ecuaciones, y la de respuestas.



Ejemplos de temas V, VI, y VII

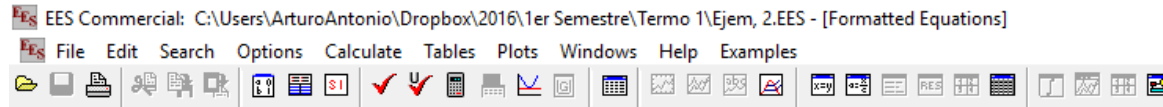
Desarrollo:

```
EES Commercial: C:\Users\ArturoAntonio\Dropbox\2016\1er Semestre\Termo 1\Ejem, 2.EES - [Equations Window]
File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples
"Problema de ejemplo # 2"
"Los estados 1 y 2 corresponderán a la entrada y salida de la turbina. Los estados 3 y 4 a la entrada y salida del compresor."
"Estado 1, a la entrada de la turbina."
T_1=500[C]
P_1=12.5 [MPa]
h_1=Enthalpy(Water,T=T_1,P=P_1*convert(MPa, kPa))
s_1=Entropy(Water,T=T_1,P=P_1*convert(MPa, kPa))
"Estado 2, a la salida de la turbina."
P_2=10[kPa]
x_2=0.92
h_2=Enthalpy(Water,x=x_2,P=P_2)
s_2=Entropy(Water,x=x_2,P=P_2)
"Estado 3, a la entrada del compresor"
T_3=295-273.15
P_3=98 [kPa]
h_3=Enthalpy(Air,T=T_3)
s_3=Entropy(Air,T=T_3,P=P_3)
"Estado 4, a la salida del compresor."
P_4=1 [MPa]
T_4=620-273.15
h_4=Enthalpy(Air,T=T_4)
s_4=Entropy(Air,T=T_4,P=P_4*convert(MPa, kPa))

"a. Potencia neta entregada al generador, W_dot_gen=W_dot_turb-W_dot_comp"
m_dot_1=25 [kg/s]
m_dot_3=10 [kg/s]
m_dot_1*h_1=W_dot_turb+m_dot_1*h_2
m_dot_3*h_3+W_dot_comp=m_dot_3*h_4
W_dot_turb=W_dot_comp+W_dot_gen
"b. Tasa de entropía generada S_dot_gen"
"En vista de que ambos dispositivos son adiabáticos y operan en condiciones de estado estable, del balance general de entropía,
...se deduce que la entropía generada producto de las irreversibilidades será igual a la diferencia de entropía entre la salida y entrada del dispositivo correspondiente."
m_dot_3*(s_3-s_4)+S_dot_gencomp=0
m_dot_1*(s_1-s_2)+S_dot_genturb=0
S_dot_gentotal=S_dot_gencomp+S_dot_genturb
```

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:



Problema de ejemplo # 2

Los estados 1 y 2 corresponderán a la entrada y salida de la turbina. Los estados 3 y 4 a la entrada y salida del compresor.

Estado 1, a la entrada de la turbina.

$$T_1 = 500 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$P_1 = 12.5 \text{ [MPa]}$$

$$h_1 = h \left[\text{water}, T = T_1, P = P_1 \cdot \left| 1000 \cdot \frac{\text{kPa}}{\text{MPa}} \right| \right]$$

$$s_1 = s \left[\text{water}, T = T_1, P = P_1 \cdot \left| 1000 \cdot \frac{\text{kPa}}{\text{MPa}} \right| \right]$$

Estado 2, a la salida de la turbina.

$$P_2 = 10 \text{ [kPa]}$$

$$x_2 = 0.92$$

$$h_2 = h (\text{water}, x = x_2, P = P_2)$$

$$s_2 = s (\text{water}, x = x_2, P = P_2)$$

Estado 3, a la entrada del compresor

$$T_3 = 295 - 273.15$$

$$P_3 = 98 \text{ [kPa]}$$

$$h_3 = h (\text{Air}, T = T_3)$$

$$s_3 = s (\text{Air}, T = T_3, P = P_3)$$

Estado 4, a la salida del compresor.

$$P_4 = 1 \text{ [MPa]}$$

$$T_4 = 620 - 273.15$$

$$h_4 = h (\text{Air}, T = T_4)$$

$$s_4 = s \left[\text{Air}, T = T_4, P = P_4 \cdot \left| 1000 \cdot \frac{\text{kPa}}{\text{MPa}} \right| \right]$$

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:

a. Potencia neta entregada al generador, $\dot{W}_{gen} = \dot{W}_{turb} - \dot{W}_{comp}$

$$\dot{m}_1 = 25 \text{ [kg/s]}$$

$$\dot{m}_3 = 10 \text{ [kg/s]}$$

$$\dot{m}_1 \cdot h_1 = \dot{W}_{turb} + \dot{m}_1 \cdot h_2$$

$$\dot{m}_3 \cdot h_3 + \dot{W}_{comp} = \dot{m}_3 \cdot h_4$$

$$\dot{W}_{turb} = \dot{W}_{comp} + \dot{W}_{gen}$$

b. Tasa de entropía generada \dot{S}_{gen}

En vista de que ambos dispositivos son adiabáticos y operan en condiciones ...de estado estable, del balance general de entropía, se deduce que la ...entropía generada producto de las irreversibilidades será igual a la diferencia ...de entropía entre la salida y entrada del dispositivo correspondiente.

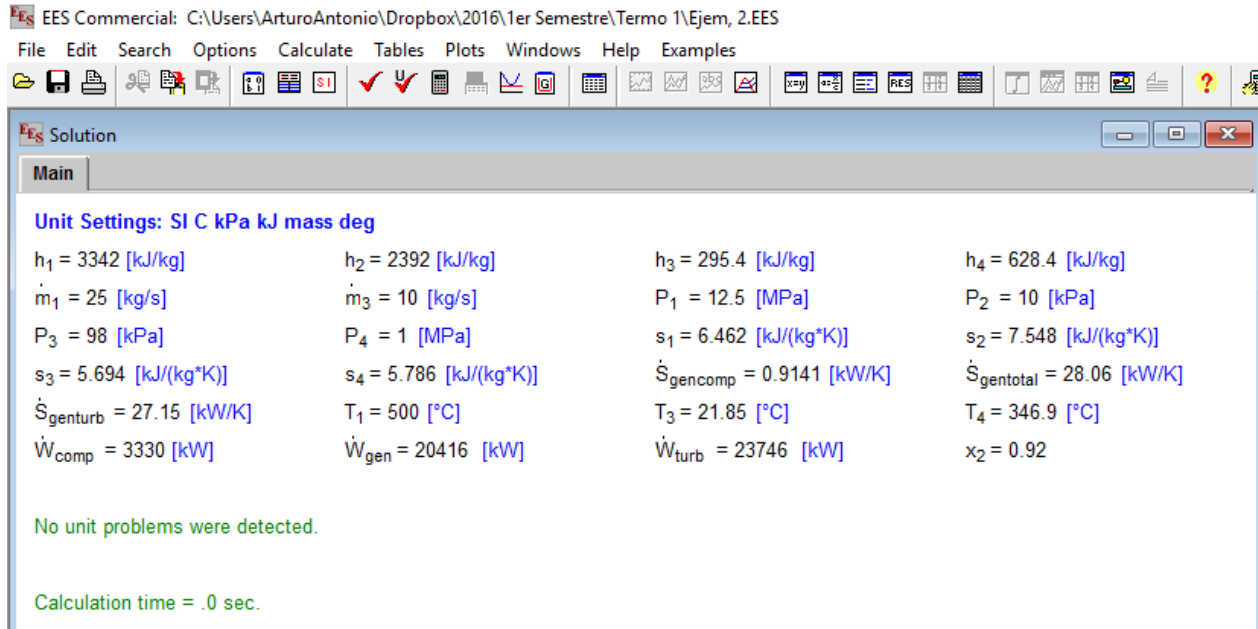
$$\dot{m}_3 \cdot (s_3 - s_4) + \dot{S}_{gencomp} = 0$$

$$\dot{m}_1 \cdot (s_1 - s_2) + \dot{S}_{genturb} = 0$$

$$\dot{S}_{gentotal} = \dot{S}_{gencomp} + \dot{S}_{genturb}$$

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:



EES Commercial: C:\Users\ArturoAntonio\Dropbox\2016\1er Semestre\Termo 1\Ejem, 2.EES

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$h_1 = 3342$ [kJ/kg]	$h_2 = 2392$ [kJ/kg]	$h_3 = 295.4$ [kJ/kg]	$h_4 = 628.4$ [kJ/kg]
$\dot{m}_1 = 25$ [kg/s]	$\dot{m}_3 = 10$ [kg/s]	$P_1 = 12.5$ [MPa]	$P_2 = 10$ [kPa]
$P_3 = 98$ [kPa]	$P_4 = 1$ [MPa]	$s_1 = 6.462$ [kJ/(kg*K)]	$s_2 = 7.548$ [kJ/(kg*K)]
$s_3 = 5.694$ [kJ/(kg*K)]	$s_4 = 5.786$ [kJ/(kg*K)]	$\dot{S}_{\text{gencomp}} = 0.9141$ [kW/K]	$\dot{S}_{\text{gentotal}} = 28.06$ [kW/K]
$\dot{S}_{\text{genturb}} = 27.15$ [kW/K]	$T_1 = 500$ [°C]	$T_3 = 21.85$ [°C]	$T_4 = 346.9$ [°C]
$\dot{W}_{\text{comp}} = 3330$ [kW]	$\dot{W}_{\text{gen}} = 20416$ [kW]	$\dot{W}_{\text{turb}} = 23746$ [kW]	$x_2 = 0.92$

No unit problems were detected.

Calculation time = .0 sec.

Ejemplos de temas V, VI, y VII

3. Considere el turbocompresor de un motor de combustión interna. 0.02kg/s de gases de escape entran a la turbina a 450°C y salen a 400°C. Aire entra al compresor a 70°C y 95 kPa a una tasa de 0.018 kg/s y salen a 135 kPa. La eficiencia mecánica entre la turbina y el compresor es de 95 por ciento (5 por ciento del trabajo de la turbina se pierde durante su transmisión al compresor). Considerando que los gases de escape pueden ser modelados como si fueran aire, determine:

- La temperatura del aire a la salida del compresor.
- La eficiencia isoentrópica del compresor.

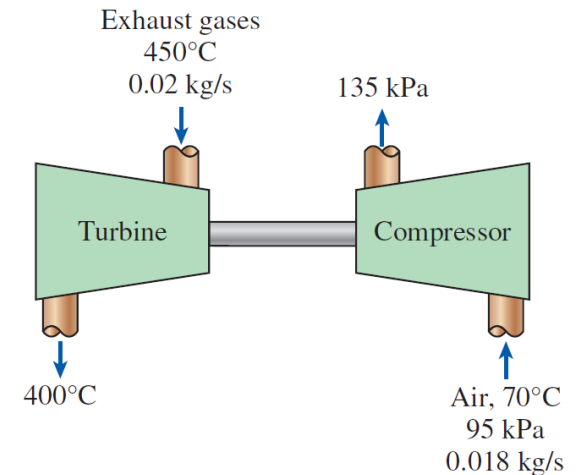
También considere que el aire es un gas ideal con calores específicos que pueden ser tomados como constante en un rango pequeño de temperatura.

Suposiciones: ambos dispositivos operan en condiciones de estado estable, los cambios de energía cinética y potencia son despreciables, el cambio de temperatura entre la entrada y la salida del compresor es pequeño.

Ecuaciones básicas:

$$E_e = E_s, \quad m_e = m_s, \quad \eta_{turbo-comp} = \frac{\dot{W}_{compresor}}{\dot{W}_{turbina}},$$

$$\left(\frac{T_s}{T_e}\right)_{s=const.} = \left(\frac{P_s}{P_e}\right)^{(k-1)/k}, \quad \eta_c \cong \frac{h_{ss} - h_e}{h_{sa} - h_e}$$



Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:

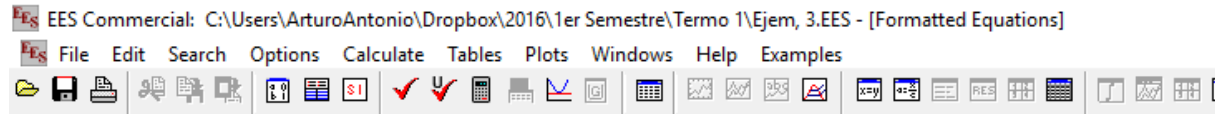
Este problema será desarrollado a través del programa EES con cuenta con funciones termodinámicas integradas en su librería. A continuación se muestra la ventana de ecuaciones, la ventana de formato de ecuaciones, y la de respuestas.

```
EES Commercial: C:\Users\ArturoAntonio\Dropbox\2016\1er Semestre\Termo 1\Ejem, 3.EES - [Equations Window]
File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples
"Problema de ejemplo # 3"
"Los estados 1 y 2 corresponderán a la entrada y salida de la turbina. Los estados 3 y 4 a la entrada y salida del compresor."
"Estado 1, a la entrada de la turbina."
T_1=450 [°C]
m_dot_1=0.02 [kg/s]
"Estado 2, a la salida de la turbina."
T_2=400 [°C]
T_prom1=(T_1+T_2)/2
cp_1=Cp(Air,T=T_prom1)
"A partir de lo anterior se puede determinar la potencia generada por la turbina, W_dot_turb"
W_dot_turb=m_dot_1*cp_1*(T_1-T_2)
"Conociendo la eficiencia mecánica, eff_mec de la transmisión se puede determinar la potencia entregada al compresor, W_dot_comp"
eff_mec=0.95
eff_mec=W_dot_comp/W_dot_turb
"Estado 3, a la entrada del compresor"
P_3=95 [kPa]
T_3=70 [°C]
m_dot_3=0.018 [kg/s]
"Sea T_prom2 aproximadamente igual a T_3"
cp_2=Cp(Air,T=T_3)
"Estado 4, a la salida del compresor"
P_4=135 [kPa]

"a. Temperatura a la salida del compresor, T_4"
W_dot_comp=m_dot_3*cp_1*(T_4-T_3)
"b. Eficiencia isoentrópica del compresor, eff_isocomp"
"De ser isoentrópico el proceso, la temperatura a la salida del compresor estaria dada por:"
A=T_3+273.15
B/A=(P_4/P_3)^((k-1)/k)
k=cp_2/cv_2
cv_2=Cv(Air,T=T_3)
T_4s=B-273.15
eff_isocomp=(cp_2*(T_4s-T_3))/(cp_2*(T_4-T_3))
```

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:



Problema de ejemplo # 3

Los estados 1 y 2 corresponderán a la entrada y salida de la turbina. Los estados 3 y 4 a la entrada y salida del compresor.

Estado 1, a la entrada de la turbina.

$$T_1 = 450 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\dot{m}_1 = 0.02 \text{ [kg/s]}$$

Estado 2, a la salida de la turbina.

$$T_2 = 400 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{prom1}} = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$cp_1 = Cp(\text{Air}, T = T_{\text{prom1}})$$

A partir de lo anterior se puede determinar la potencia generada por la turbina, \dot{W}_{turb}

$$\dot{W}_{\text{turb}} = \dot{m}_1 \cdot cp_1 \cdot (T_1 - T_2)$$

Conociendo la eficiencia mecánica, eff_{mec} de la transmisión se puede determinar la potencia entregada al compresor, \dot{W}_{comp}

$$eff_{\text{mec}} = 0.95$$

$$eff_{\text{mec}} = \frac{\dot{W}_{\text{comp}}}{\dot{W}_{\text{turb}}}$$

Estado 3, a la entrada del compresor

$$P_3 = 95 \text{ [kPa]}$$

$$T_3 = 70 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\dot{m}_3 = 0.018 \text{ [kg/s]}$$

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:

Sea T_{prom2} aproximadamente igual a T_3

$$cp_2 = Cp(\text{Air}, T = T_3)$$

Estado 4, a la salida del compresor

$$P_4 = 135 \text{ [kPa]}$$

a. Temperatura a la salida del compresor, T_4

$$\dot{W}_{comp} = \dot{m}_3 \cdot cp_1 \cdot (T_4 - T_3)$$

b. Eficiencia isoentrópica del compresor, $eff_{isocomp}$

De ser isoentrópico el proceso, la temperatura a la salida del compresor estaría dada por:

$$A = T_3 + 273.15$$

$$\frac{B}{A} = \left[\frac{P_4}{P_3} \right]^{\left[\frac{k-1}{k} \right]}$$

$$k = \frac{cp_2}{cv_2}$$

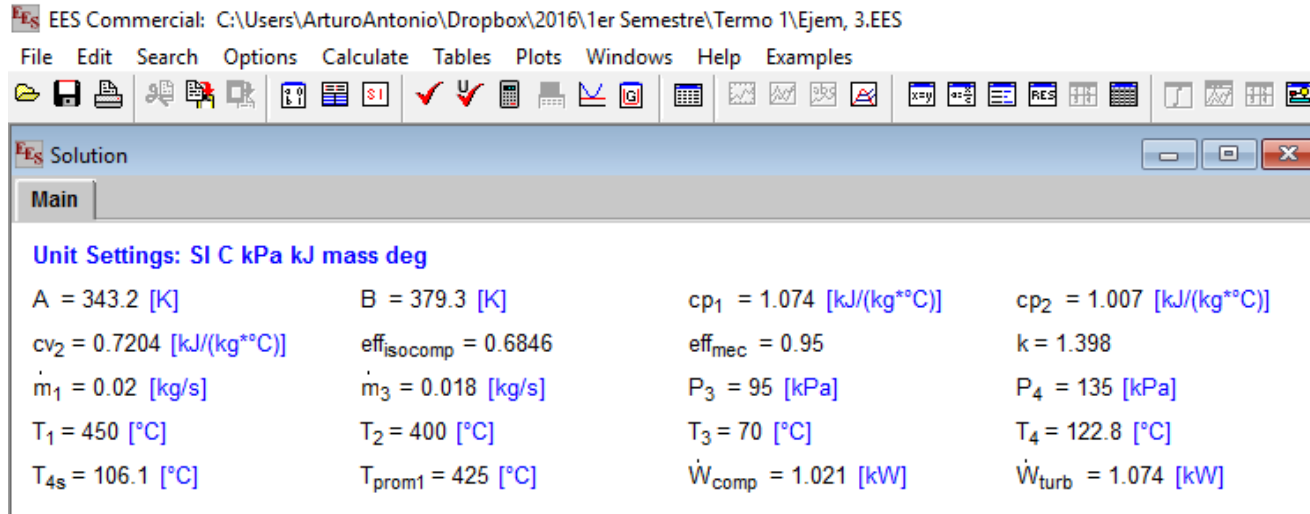
$$cv_2 = Cv(\text{Air}, T = T_3)$$

$$T_{4s} = B - 273.15$$

$$eff_{isocomp} = \frac{cp_2 \cdot (T_{4s} - T_3)}{cp_2 \cdot (T_4 - T_3)}$$

Ejemplos de temas V, VI, y VII

Desarrollo:



EES Commercial: C:\Users\ArturoAntonio\Dropbox\2016\1er Semestre\Termino 1\Ejem, 3.EES

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples

EES Solution

Main

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$A = 343.2 \text{ [K]}$	$B = 379.3 \text{ [K]}$	$cp_1 = 1.074 \text{ [kJ/(kg}^\circ\text{C)]}$	$cp_2 = 1.007 \text{ [kJ/(kg}^\circ\text{C)]}$
$cv_2 = 0.7204 \text{ [kJ/(kg}^\circ\text{C)]}$	$eff_{isocomp} = 0.6846$	$eff_{mec} = 0.95$	$k = 1.398$
$\dot{m}_1 = 0.02 \text{ [kg/s]}$	$\dot{m}_3 = 0.018 \text{ [kg/s]}$	$P_3 = 95 \text{ [kPa]}$	$P_4 = 135 \text{ [kPa]}$
$T_1 = 450 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$T_2 = 400 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$T_3 = 70 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$T_4 = 122.8 \text{ [}^\circ\text{C]}$
$T_{4s} = 106.1 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$T_{prom1} = 425 \text{ [}^\circ\text{C]}$	$\dot{W}_{comp} = 1.021 \text{ [kW]}$	$\dot{W}_{turb} = 1.074 \text{ [kW]}$