

Ejercicio 2

Se dispone de una instalación frigorífica de ciclo simple con R-717 (NH₃) trabajando en las siguientes condiciones: T^a evap: -30°C, T^a cond: 35°C, Recal: 0K, Subenf: 5K, Tasa recirculación: 4. La potencia frigorífica requerida es de 100 kW. Calcular:

- El caudal másico de refrigerante en el circuito y en los evaporadores.
- La potencia de compresión.
- La potencia de condensación.
- El COP del ciclo frigorífico.

Solución

En primer lugar se define el ciclo frigorífico en Coolpack:

CYCLE SPECIFICATION			
TEMPERATURE LEVELS	PRESSURE LOSSES	QUALITY OUT OF EVAPORATOR	REFRIGERANT
T _E [°C]: -30,0	Δp _{SL} [K]: 0,0	n _{circ} [-]: 4,00	R717
T _C [°C]: 35,0 ΔT _{SC} [K]: 5,0	Δp _{DL} [K]: 0		
CYCLE CAPACITY			
Cooling capacity Q _E [kW]: 100	Q _E : 100,0 [kW]	Q _C : 134,6 [kW]	ṁ: 0,093 [kg/s] V̇ _S : 321,7 [m ³ /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE			
Isentropic efficiency η _{is} [-]: 1	η _{is} : 1,000 [-]	Ẇ _{CP} : 34,6 [kW]	
COMPRESSOR HEAT LOSS			
Heat loss factor f _Q [%]: 0	f _Q : 0,0 [%]	T ₂ : 149,4 [°C]	Q̇ _{LOSS} : 0,00 [kW]
SUCTION LINE			
Unuseful superheat ΔT _{SH,SL} [K]: 0,0	Q̇ _{SL} : -0 [W]	T ₈ : -30,0 [°C]	ΔT _{SH,SL} : 0,0 [K]

El programa proporciona los resultados. Vamos a comprobarlos realizando el cálculo manualmente:

- El caudal másico de refrigerante en el circuito y en los evaporadores.

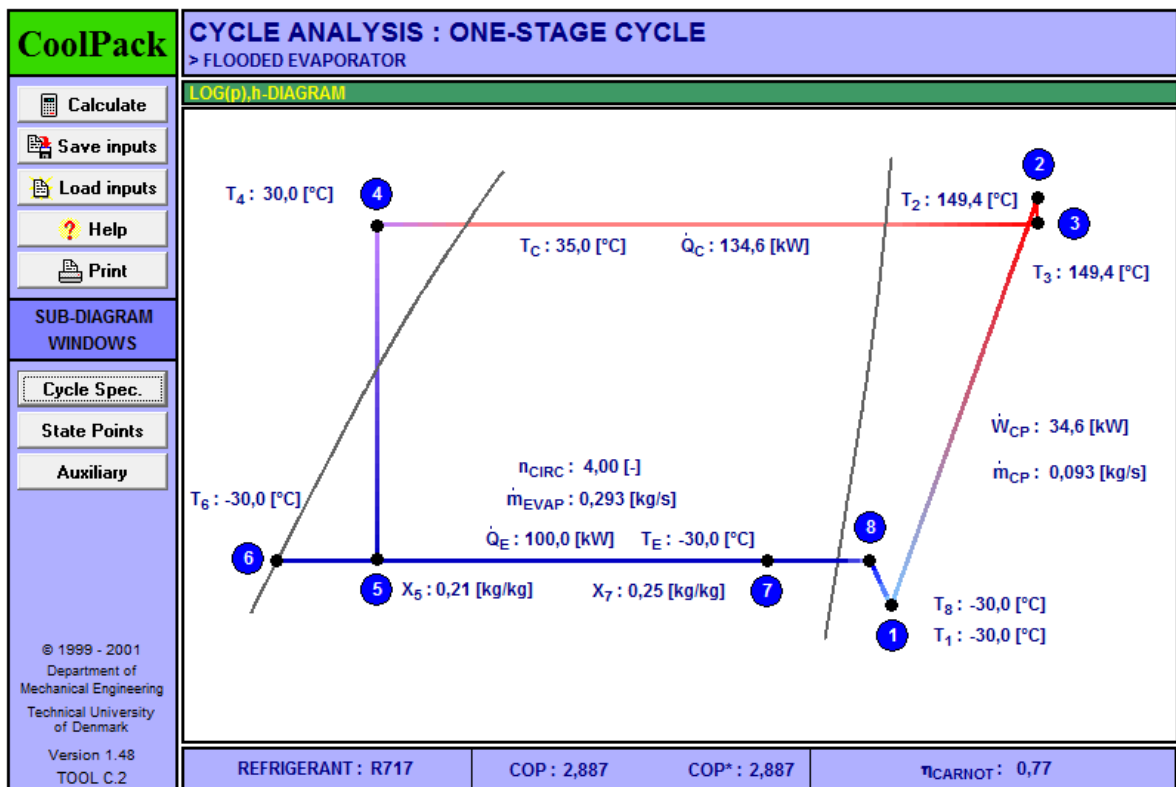
Primero es necesario calcular el caudal másico recirculado en los evaporadores:

$$\dot{m}_{rEV} = n \cdot \frac{\dot{Q}_f}{(h_1 - h_6)} = 4 \cdot \frac{100}{(1406,60 - 43,10)} = 0,2934 \text{ kg/s} = 1056,11 \text{ kg/h}$$

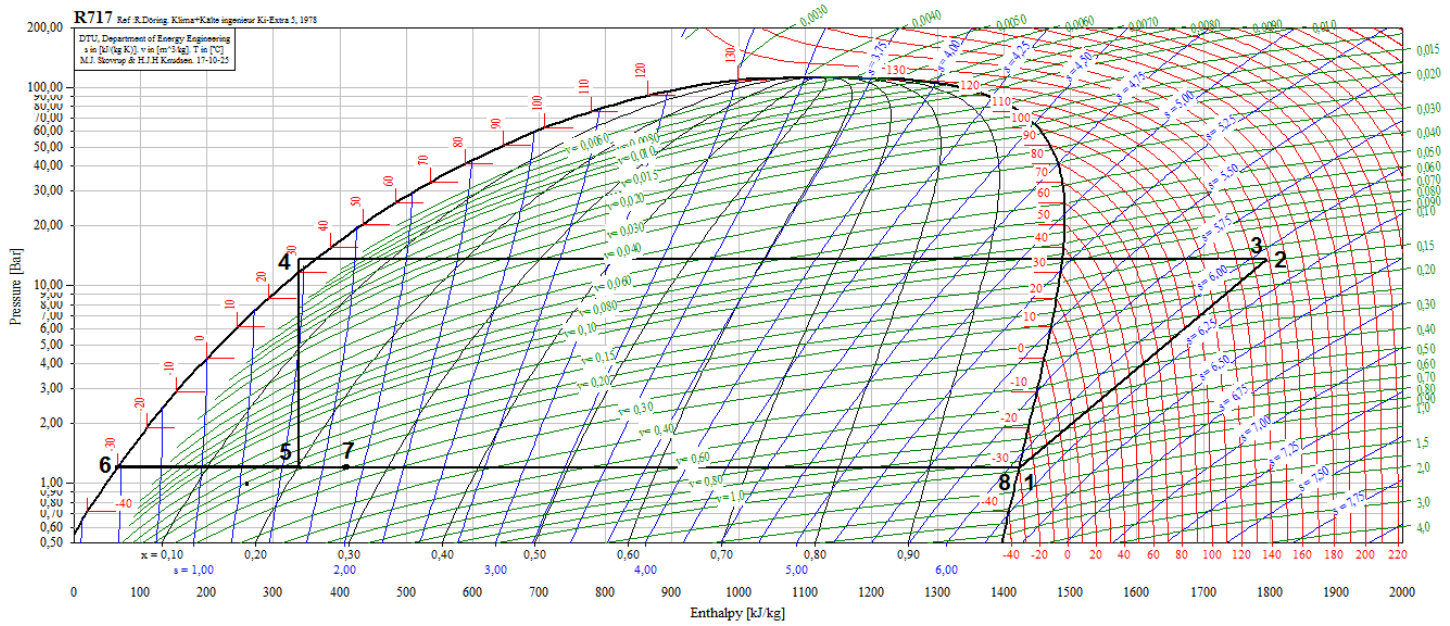
Para obtener el caudal másico en el circuito, hay que realizar el balance de energía en el separador de líquido:

$$\dot{m}_r \cdot h_5 + \dot{m}_{rEV} \cdot h_7 = \dot{m}_r \cdot h_1 + \dot{m}_{rEV} \cdot h_6$$

$$\dot{m}_r = \dot{m}_{rEV} \cdot \frac{(h_6 - h_7)}{(h_5 - h_1)} = 0,2934 \cdot \frac{(43,10 - 384,00)}{(325,70 - 1406,60)} = 0,0925 \text{ kg/s} = 333,12 \text{ kg/h}$$



STATE POINTS				
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY
	[$^{\circ}\text{C}$]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m ³]
1	-30,0	119,3	1406,6	1,0
2	149,4	1353,9	1780,9	6,8
3	149,4	1353,9	1780,9	6,8
4	30,0	1353,9	325,7	595,1
5	-30,0	119,3	325,7	-----
6	-30,0	119,3	43,1	677,3
7	-30,0	119,3	384,0	-----
8	-30,0	119,3	1406,6	1,0



b) La potencia de compresión.

$$\dot{W}_c = \dot{m}_r \cdot (h_3 - h_1) = 0,0925 \cdot (1780,90 - 1406,60) = 34,62 \text{ kW}$$

c) La potencia de condensación.

$$\dot{Q}_c = \dot{m}_r \cdot (h_3 - h_4) = 0,0925 \cdot (1780,90 - 325,70) = 134,61 \text{ kW}$$

d) El COP del ciclo frigorífico.

$$COP = \frac{\dot{Q}_f}{\dot{W}_c} = \frac{100}{34,62} = 2,89$$