

Treball autònom 8

Dibuja el ciclo frigorífico en el diagrama p h.

Indica las presiones de evaporación y condensación.

Calcula la relación de compresión, la eficiencia del ciclo, el caudal de masa, caudal de volumen en aspiración y descarga.

Diámetro interior de las tuberías de aspiración y descarga, si la velocidad del refrigerante en la

aspiración debe ser de $15 \frac{m}{s}$ y en la descarga de $5 \frac{m}{s}$.

a) R134a

$$v_E = 10^\circ C$$

$$v_C = 40^\circ C$$

$$SC = 10^\circ C$$

$$SE = 0 K$$

$$\dot{Q}_E = 1000 W$$

$$P_{comp} = 160 W$$

$$p_E = 4,1 \text{ bar}$$

$$p_C = 10,05 \text{ bar} \rightarrow r_C = 2,45 \text{ relación de compresión}$$

$$EER_{ciclo} = \frac{\dot{Q}_E}{P_{comp}} = \frac{1000 W}{160 W} = 6,25$$

Caudal de masa

$$h_1 = 413 \frac{kJ}{kg} \quad h_3/4 = 258 \frac{kJ}{kg} \rightarrow Q_E = 155 \frac{kJ}{kg}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{1 kW}{155 \frac{kJ}{kg}} = 0,00645 \frac{kg}{s}$$

Trabajo de compresión

$$W_C = \frac{P_{comp}}{\dot{m}} = \frac{0,16 kW}{0,00645 \frac{kg}{s}} = 24,8 \frac{kJ}{kg} \rightarrow h_2 = h_1 + W_C = 413 \frac{kJ}{kg} + 24,8 \frac{kJ}{kg} = 437,8 \frac{kJ}{kg}$$

Caudal de volmen en aspiración

$$v_1 = 0,052 \frac{m^3}{kg} \rightarrow \dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,00645 \frac{kg}{s} \cdot 0,052 \frac{m^3}{kg} = 3,35 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s} = 1,206 \frac{m^3}{h}$$

Caudal de volmen en descarga

$$v_2 = 0,0225 \frac{m^3}{kg} \rightarrow \dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,00645 \frac{kg}{s} \cdot 0,0225 \frac{m^3}{kg} = 1,45 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s} = 0,522 \frac{m^3}{h}$$

Área de la tubería de aspiración

$$A_1 = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{3,35 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{15 \frac{m}{s}} = 2,2 \cdot 10^{-5} m^2$$

Diámetro interior de la tubería de aspiración

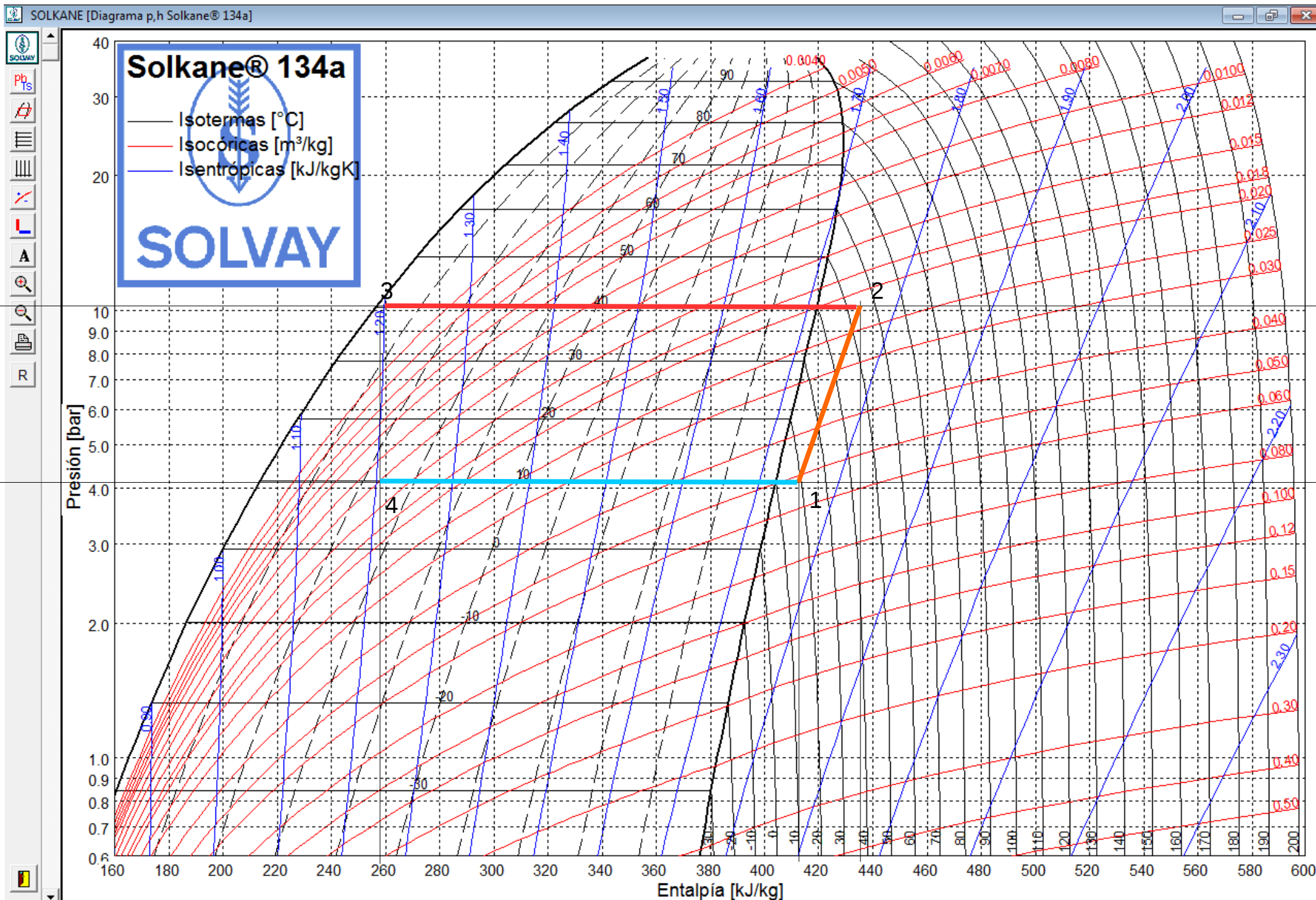
$$\rightarrow \Phi_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_1}{\pi}} = 5,29 \cdot 10^{-3} m = 5,23 mm$$

Área de la tubería de descarga

$$A_2 = \frac{\dot{V}_2}{v_2} = \frac{1,45 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{5 \frac{m}{s}} = 2,9 \cdot 10^{-5} m^2$$

Diámetro interior de la tubería de descarga

$$\rightarrow \Phi_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_1}{\pi}} = 6 \cdot 10^{-3} m = 6 mm$$



b) R407a

$$p_E = 8,2 \text{ bar}$$

$$p_C = 17 \text{ bar}$$

$$SC = 10^\circ\text{C}$$

$$SE = 0 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_E = 1000 \text{ W}$$

$$P_{comp} = 160 \text{ W}$$

$$p_E = 8,2 \text{ bar}$$

$$p_C = 17 \text{ bar} \rightarrow r_C = 2,07 \text{ relación de compresión}$$

deslizamiento evaporación $15^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 5 \text{ K}$

deslizamiento condensación $40^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C} = 5 \text{ K}$

$$EER_{ciclo} = \frac{\dot{Q}_E}{P_{comp}} = \frac{1000 \text{ W}}{160 \text{ W}} = 6,25$$

Caudal de masa

$$h_1 = 415 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad h_3/4 = 250 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow Q_E = 165 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{1 \text{ kW}}{165 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,00606 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Trabajo de compresión

$$W_C = \frac{P_{comp}}{\dot{m}} = \frac{0,16 \text{ kW}}{0,00606 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 26,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow h_2 = h_1 + W_C = 415 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 26,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 441,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Caudal de volmen en aspiración

$$v_1 = 0,028 \frac{m^3}{kg} \rightarrow \dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,00606 \frac{kg}{s} \cdot 0,028 \frac{m^3}{kg} = 1,7 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

Caudal de volmen en descarga

$$v_2 = 0,0155 \frac{m^3}{kg} \rightarrow \dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,00606 \frac{kg}{s} \cdot 0,0155 \frac{m^3}{kg} = 9,39 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Área de la tubería de aspiración

$$A_1 = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{1,7 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{15 \frac{m}{s}} = 1,1 \cdot 10^{-5} m^2$$

Diámetro interior de la tubería de aspiración

$$\rightarrow \Phi_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_1}{\pi}} = 3,7 \cdot 10^{-3} m = 3,7 mm$$

Área de la tubería de descarga

$$A_2 = \frac{\dot{V}_2}{v_2} = \frac{9,39 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}}{5 \frac{m}{s}} = 1,9 \cdot 10^{-5} m^2$$

Diámetro interior de la tubería de descarga

$$\rightarrow \Phi_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_1}{\pi}} = 4,9 \cdot 10^{-3} m = 4,9 mm$$

Solkane® 407A



— Isotermas [°C]
— Isocóricas [m³/kg]
— Isentrópicas [kJ/kgK]

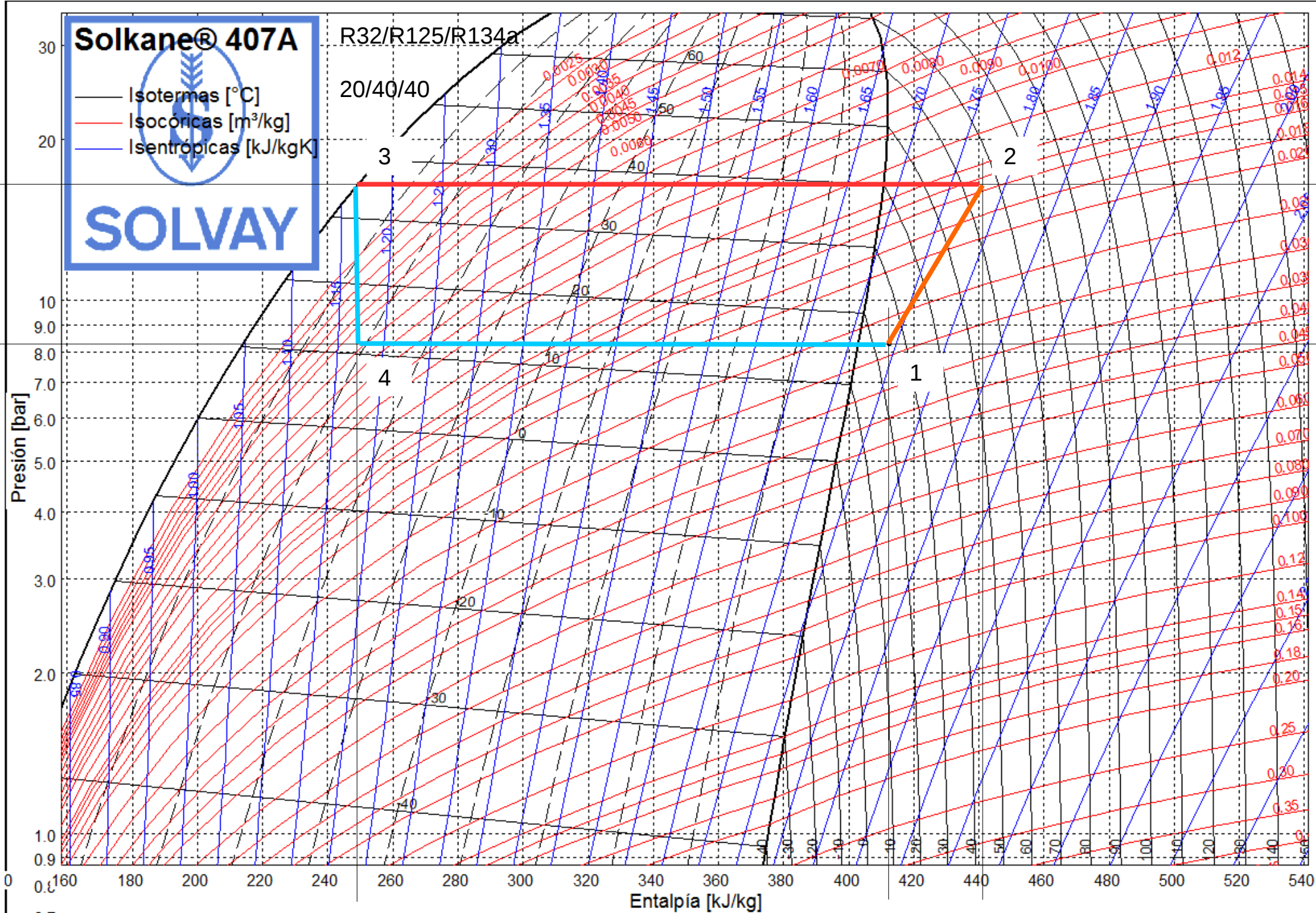
SOLVAY

R32/R125/R134a

20/40/40

Presión [bar]

Entalpía [kJ/kg]



c) R410a

$$v_E = 10^\circ\text{C}$$

$$v_C = 40^\circ\text{C}$$

$$SC = 10^\circ\text{C}$$

$$SE = 0\text{ K}$$

$$\dot{Q}_E = 1000\text{ W}$$

$$P_{comp} = 170\text{ W}$$

$$p_E = 11\text{ bar}$$

$$p_C = 25\text{ bar} \rightarrow r_C = 2,3\text{ relación de compresión}$$

$$EER_{ciclo} = \frac{\dot{Q}_E}{P_{comp}} \frac{1000\text{ W}}{160\text{ W}} = 6,25$$

Caudal de masa

$$h_1 = 435 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad h_3/4 = 267 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow Q_E = 168 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{1\text{ kW}}{168 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,00595 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Trabajo de compresión

$$W_C = \frac{P_{comp}}{\dot{m}} = \frac{0,16\text{ kW}}{0,00595 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 26,89 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow h_2 = h_1 + W_C = 435 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 26,89 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 461,89 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Caudal de volmen en aspiración

$$v_1 = 0,025 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \rightarrow \dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,00595 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 0,025 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 1,49 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Caudal de volmen en descarga

$$v_2 = 0,0125 \frac{m^3}{kg} \rightarrow \dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,00595 \frac{kg}{s} \cdot 0,0125 \frac{m^3}{kg} = 7,4 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Área de la tubería de aspiración

$$A_1 = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{1,49 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{15 \frac{m}{s}} = 9,9 \cdot 10^{-6} m^2$$

Diámetro interior de la tubería de aspiración

$$\rightarrow \Phi_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_1}{\pi}} = 3,56 \cdot 10^{-3} m = 3,56 mm$$

Área de la tubería de descarga

$$A_2 = \frac{\dot{V}_2}{v_2} = \frac{7,4 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s}}{5 \frac{m}{s}} = 1,48 \cdot 10^{-5} m^2$$

Diámetro interior de la tubería de descarga

$$\rightarrow \Phi_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_2}{\pi}} = 4,3 \cdot 10^{-3} m = 4,3 mm$$

