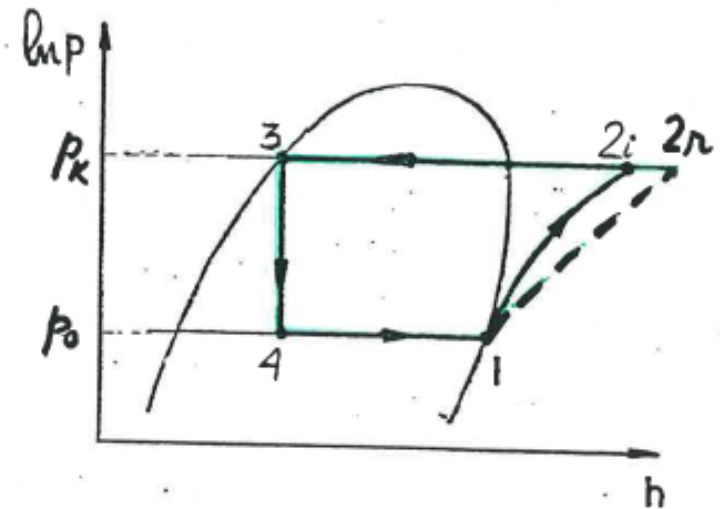
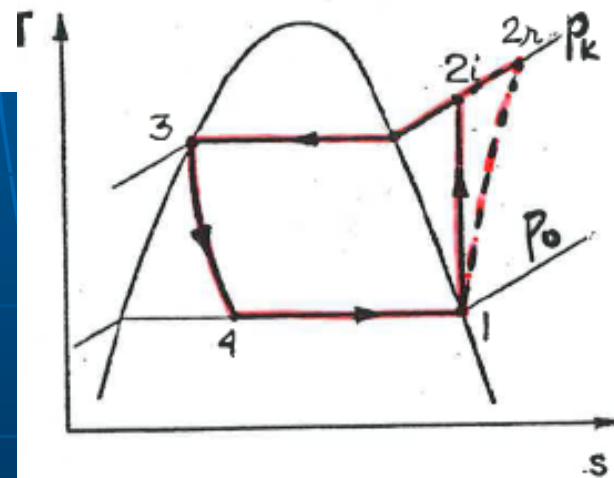
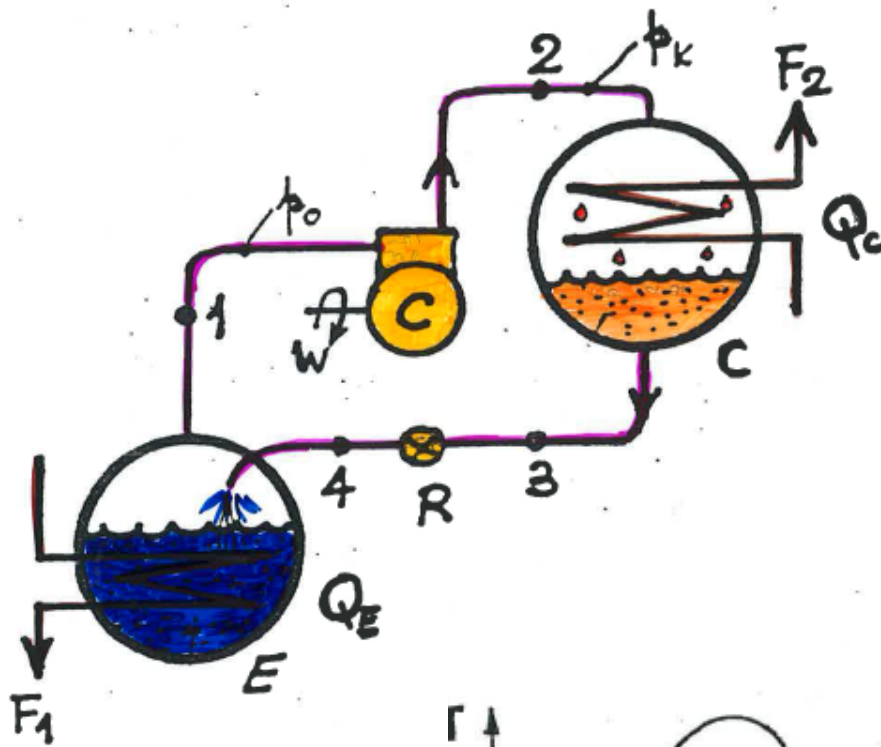
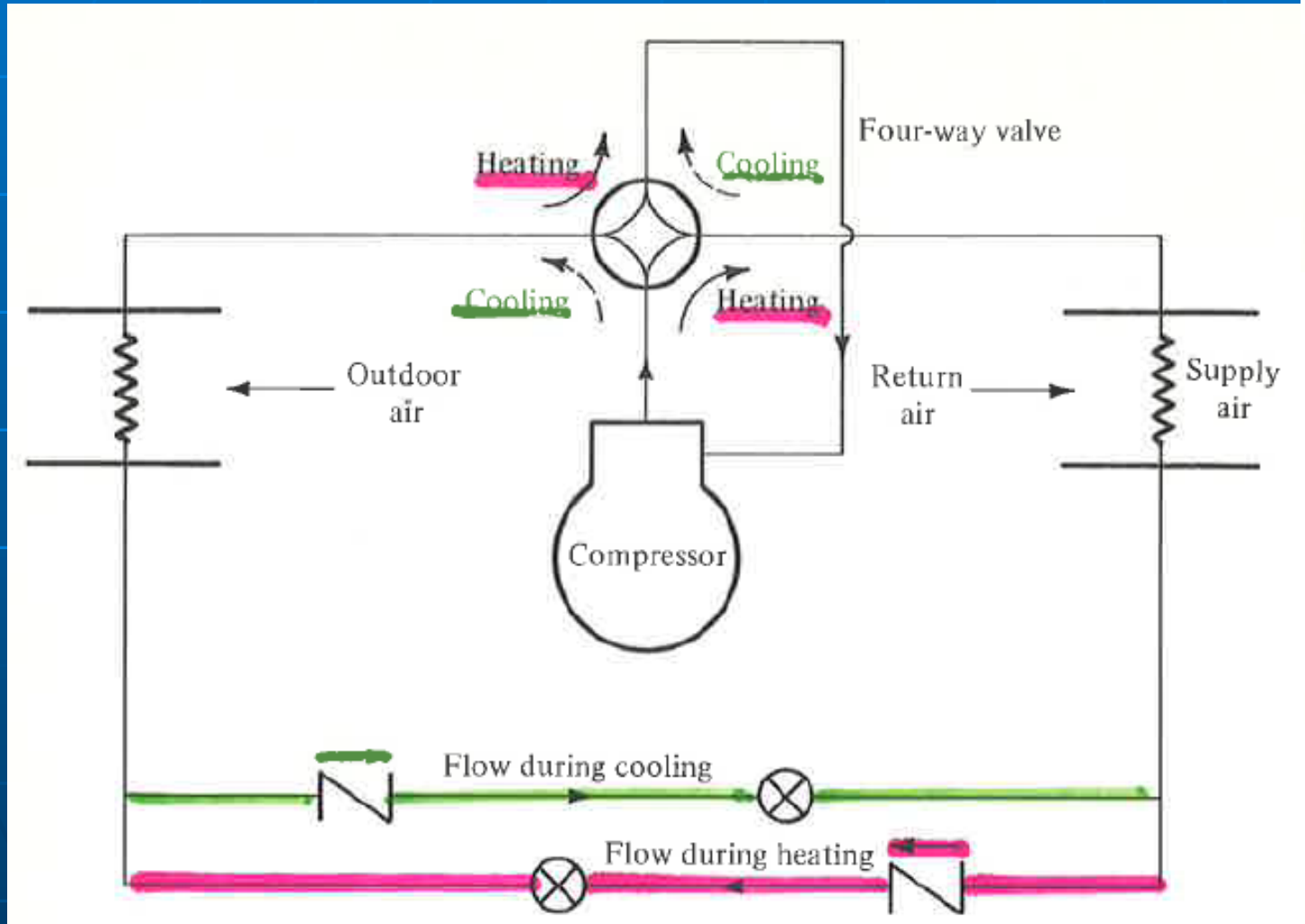


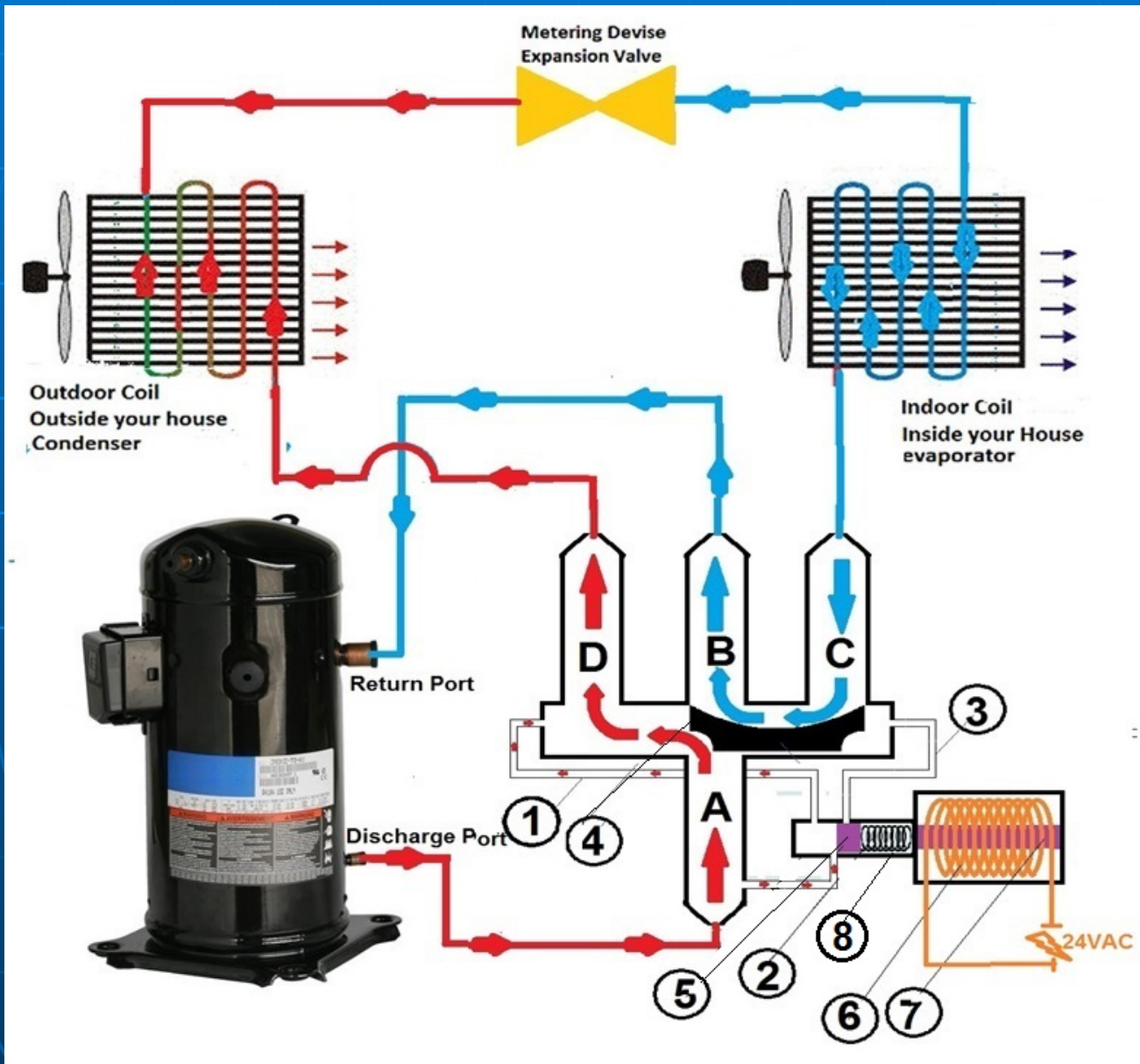
Ciclo de Refrigeração por Compressão de Vapor



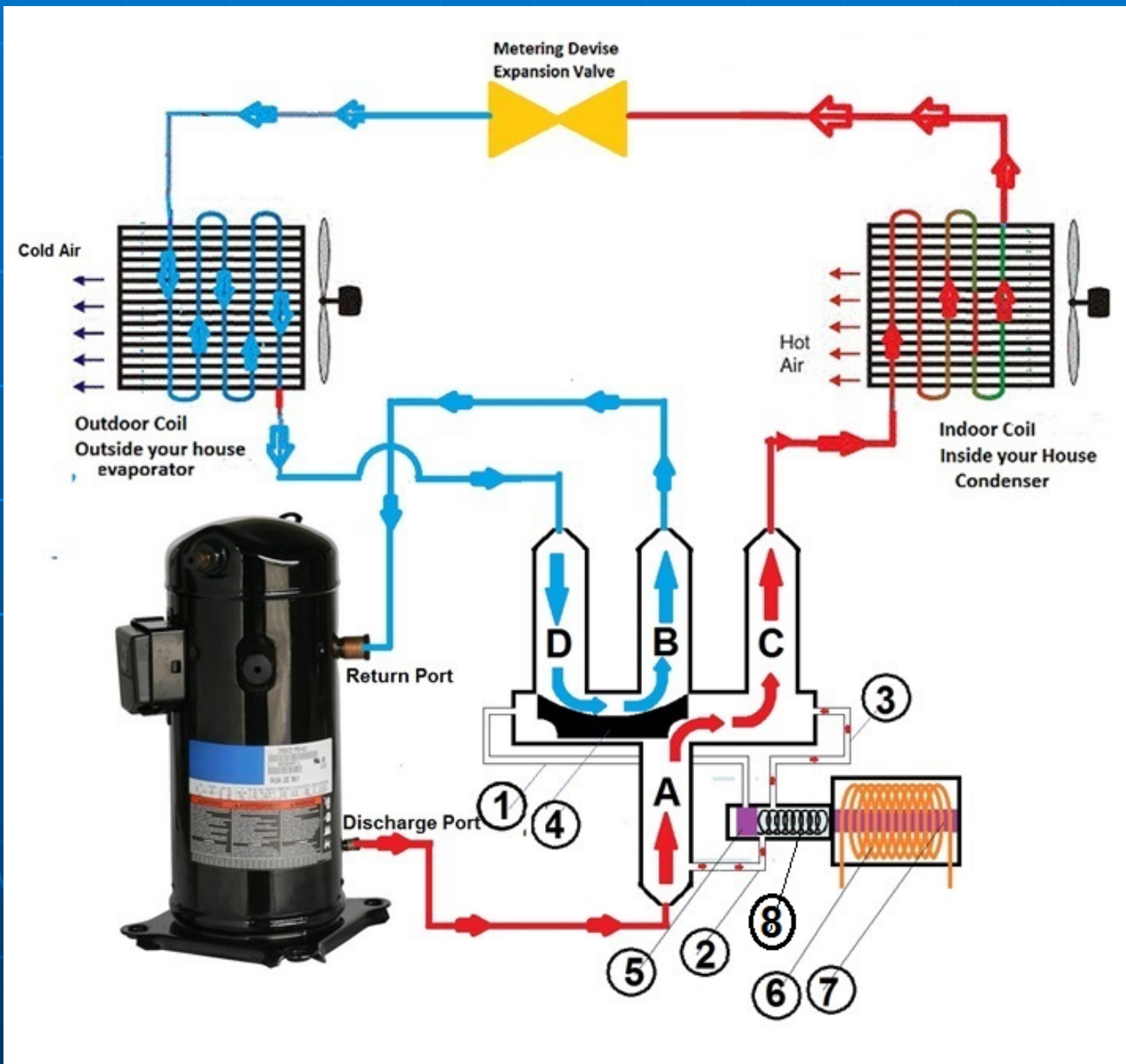
Ciclo de Refrigeração para Condicionamento de Ar: Aquecimento e Resfriamento



Modo Resfriamento

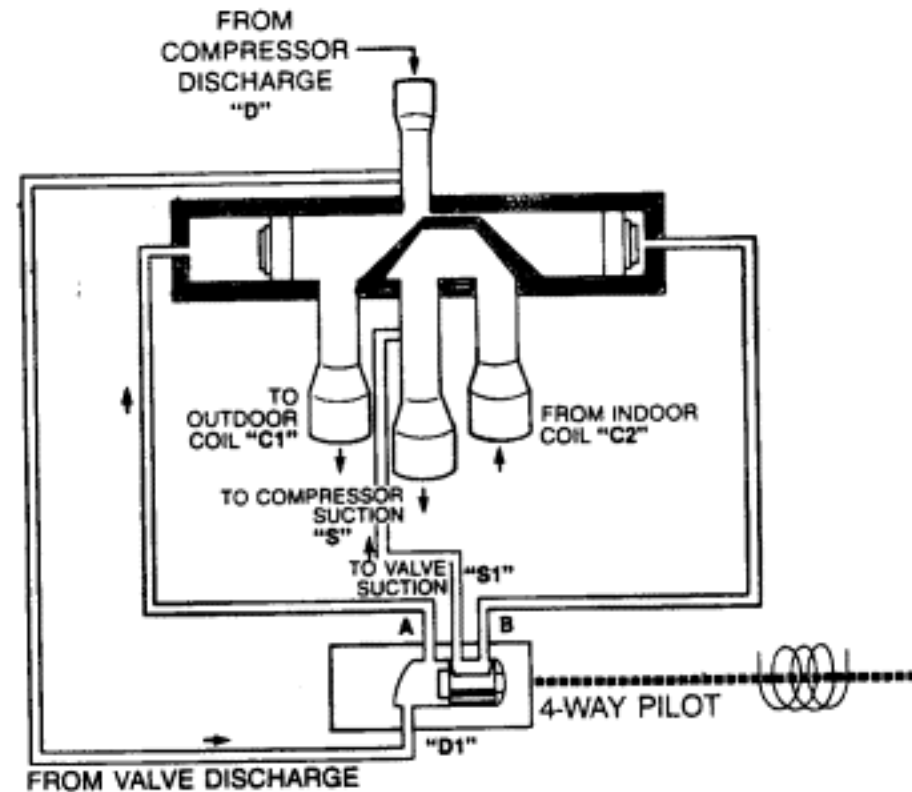
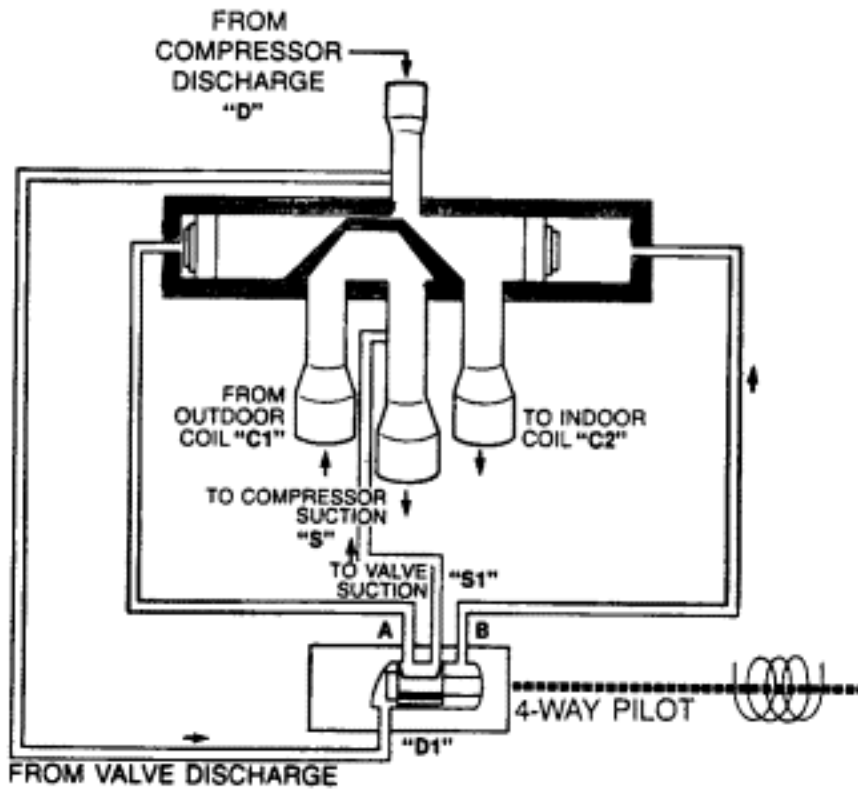


Modo Aquecimento



Válvula de Quatro Vias

The Heating Cycle



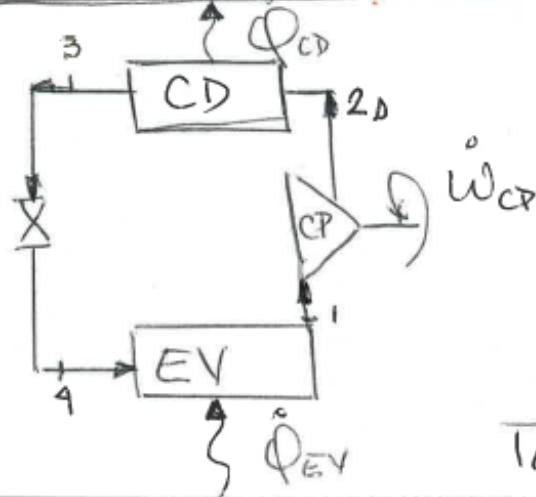
The Cooling Cycle

EXERCÍCIOS DE CICLOS DE REFRIGERAÇÃO

1) Considere um ciclo ideal de refrigeração por compressão de vapor em que R-12 é o fluido de trabalho. Vapor saturado entra no compressor a 20°C e líquido saturado deixa o condensador a 40°C . A vazão mássica de refrigerante é $0,008\text{ kg/s}$. Determine: a) a potência consumida pelo compressor, b) a capacidade de refrigeração, c) o coeficiente de eficácia, e d) o coeficiente de eficácia de um ciclo de refrigeração de Carnot operando entre 40 e 20°C , respectivamente. Altere as condições de operação do ciclo, admitindo que vapor saturado entra no compressor a 12°C e líquido saturado deixa o condensador a $1,4\text{ MPa}$. Determine para essas condições os novos valores de: e) potência do compressor, f) a capacidade de refrigeração e g) o coeficiente de eficácia. Qual o novo valor da potência do compressor, se seu rendimento isentrópico fosse 80% ?

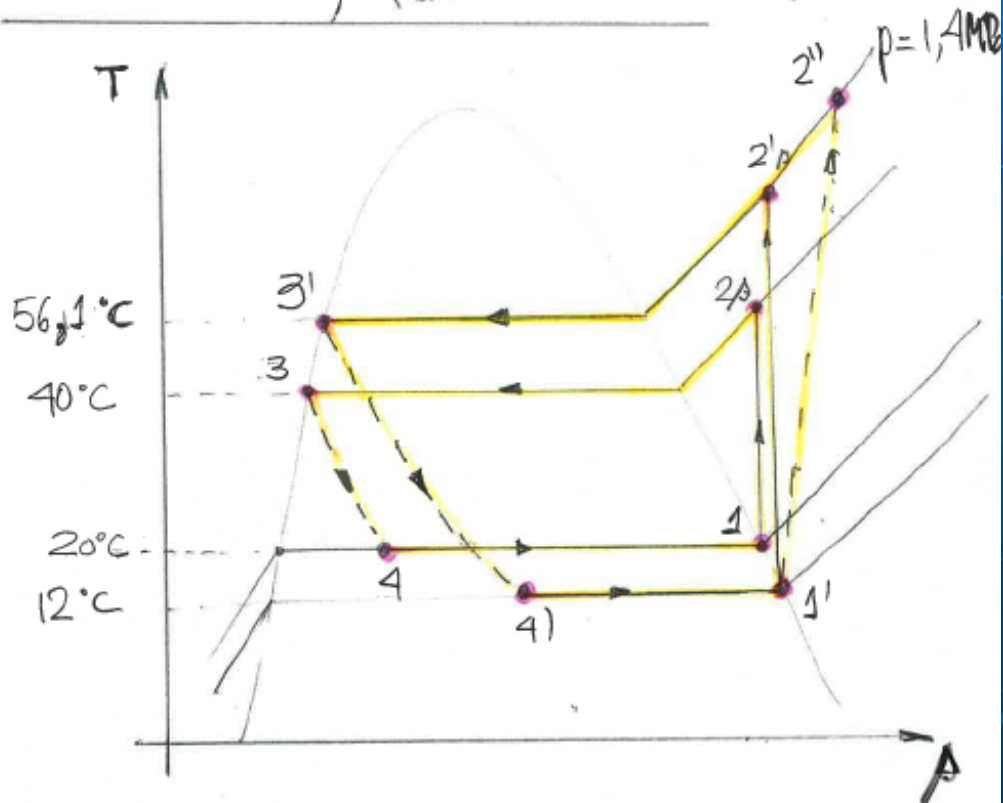
1

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



$$\dot{m} = 0,008 \text{ kg/s}$$

$$T_L = 20^\circ\text{C}$$



Determinação dos Estados

Seção	T (°C)	p (bar)	x	h ($\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)	s ($\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$)
1	20,0		1	195,78	0,6884
2 _s		9,61		205,10	0,6884
3	40,0	9,61	0	75,59	
4	20,0			75,59	
1')	12,0		1	192,56	0,6913
2' _s		14,0		212,71	0,6913
3)	56,1	14,0	0	91,46	
4)	12,0			91,46	

$$a) \dot{Q}_{cp} = \dot{m} (h_{2p} - h_1) + \dot{W}_{cp}$$

$$\dot{W}_{cp} = -0,075 \text{ kW}$$

$$b) \dot{Q}_{ev} = \dot{m} (h_1 - h_4) = 0,962 \text{ kW} = 0,276 \text{ T}$$

$$c) \beta = \frac{\dot{Q}_{ev}}{|\dot{W}_{cp}|} = \frac{h_1 - h_4}{h_{2p} - h_1} = 12,9$$

$$d) \beta_{\text{carrot}} = \frac{T_{ev}}{T_{cs} - T_{ev}} = 14,65$$

Novo Ciclo : 1' - 2' - 3' - 4'

$$e) \dot{W}'_{CP} = -0,161 \text{ kW}$$

$$f) \dot{Q}'_{des} = m_i (h_i - h_{4'}) = 0,809 \text{ kW}$$

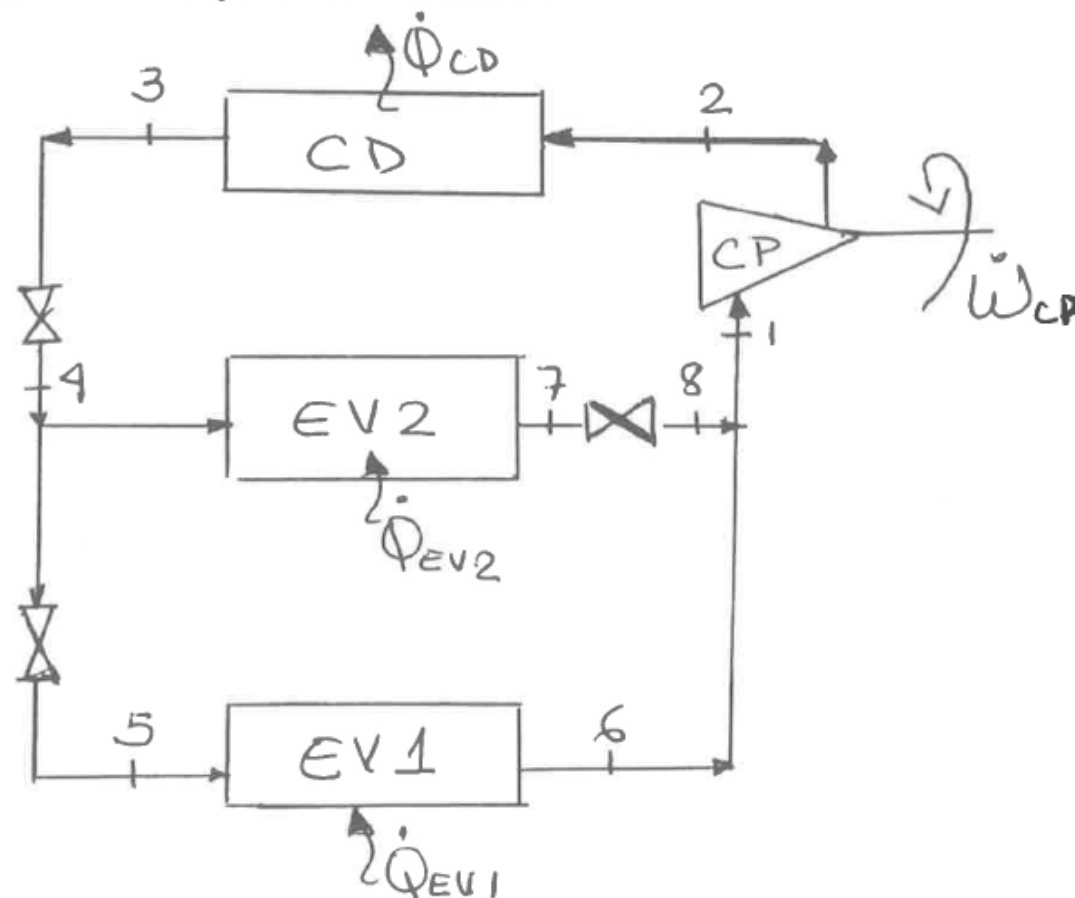
$$g) \beta' = \frac{\dot{\Phi}_{\text{ue}}'}{|\dot{W}_{\text{cp}}|} = 5,02$$

$$h) \eta_{\text{CP}} = \frac{|\dot{W}_{\text{ise}}|}{|\dot{W}_{\text{real}}|} = \frac{h_{210} - h_{31}}{h_{211} - h_{11}} = 0,80$$

$$\dot{W}_{\text{real}} = -0,202 \text{ kW}$$

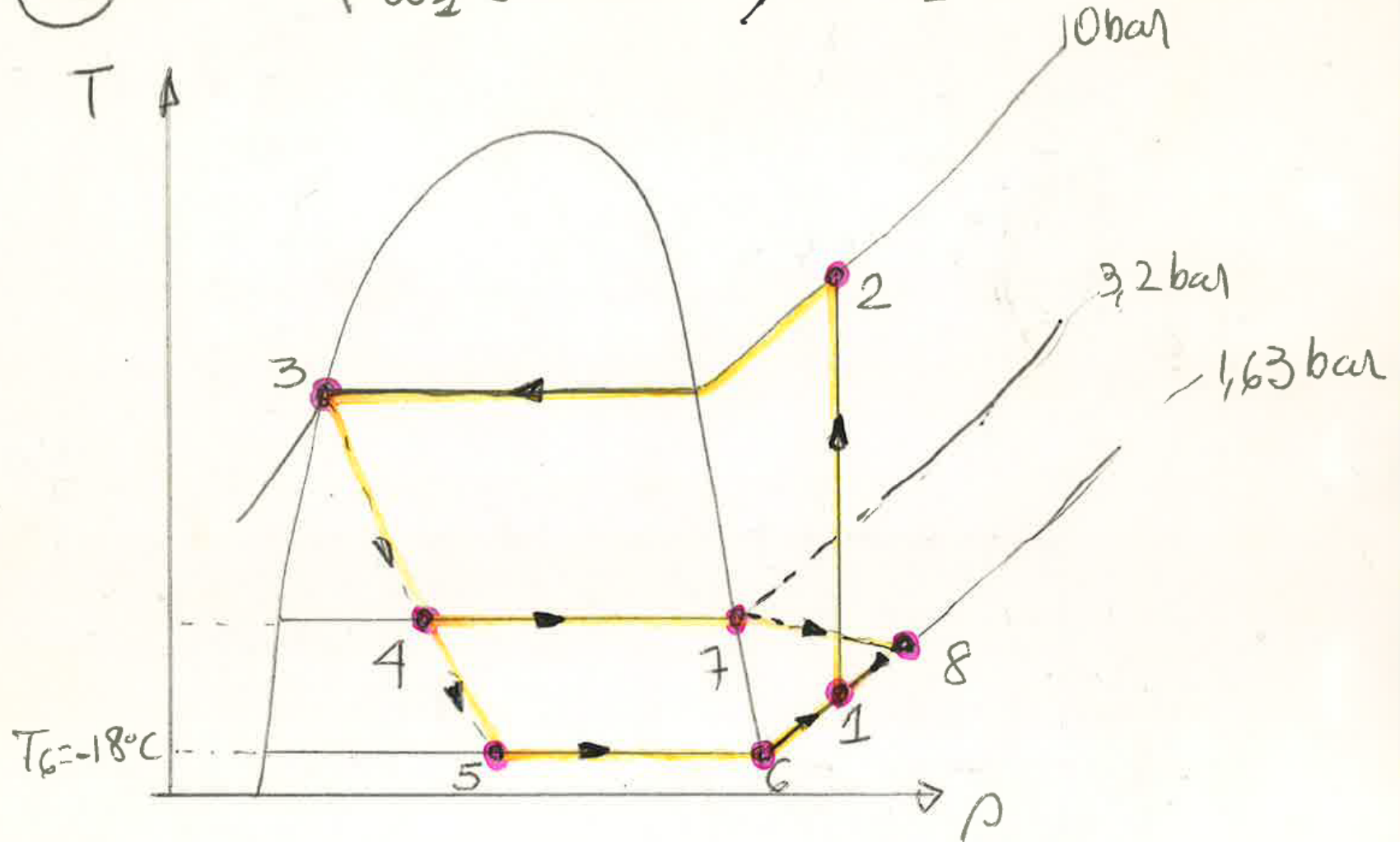
Considere um sistema de refrigeração por compressão de vapor com dois evaporadores, operando com R-12. O evaporador de baixa temperatura opera a -18°C com vapor saturado em sua saída e com uma capacidade de refrigeração de 3TR . O evaporador de temperatura mais alta gera vapor saturado a $3,2\text{ bar}$ em sua saída e tem capacidade de refrigeração de 2TR . A compressão é isentrópica, sendo a pressão de descarga do compressor de 10 bar . Desprezando a perda de carga nas linhas de refrigerante e sabendo que o refrigerante deixa o condensador como líquido saturado a 10 bar , determine:

- a vazão mássica de refrigerante em cada evaporador;
- a potência do compressor;
- a taxa de calor rejeitada no condensador.



②

$$\dot{\Phi}_{ev_1} = 3TR ; \dot{\Phi}_{ev_2} = 2TR \quad (1TR = 3.5kW)$$



Determinação dos estados

- $p_3 = 10 \text{ bar}$; $x_3 = 0 \rightarrow h_3 = 76,26 \text{ kJ/kg}$

- $h_4 = h_3 = h_5$

- $T_6 = -18^\circ\text{C}$; $x_6 = 1,0 \rightarrow h_6 = 179,63 \text{ kJ/kg}$

- $p_7 = 3,2 \text{ bar}$; $x_7 = 1,0 \rightarrow h_7 = 188,0 \text{ kJ/kg}$

- $h_8 = h_7$

$$\dot{Q}_{ev2} = \dot{m}_6 (h_6 - h_5) \Rightarrow \dot{m}_6 = 0,102 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\dot{Q}_{ev_2} = \dot{m}_7 (h_7 - h_4)$$

$$\dot{m}_7 = 0,063 \text{ kg/s}$$

- Balanço de energia na válvula 7 → 8 / misturador

$$\dot{m}_7 h_7 + \dot{m}_6 h_6 = (\dot{m}_7 + \dot{m}_6) h_1$$

$$h_1 = 182,82 \text{ kJ/kg}$$

• Determinação do estado 2:

$$p_2 = 10 \text{ bar} \quad \text{e} \quad p_2 = p_1 = 0,7268 \text{ kJ/kgK}$$

$$\therefore h_2 = 218,28 \text{ kJ/kg}$$

b) Potência do compressor

$$\dot{\Phi}_{CP} = (\dot{m}_7 + \dot{m}_6)(h_2 - h_1) + \dot{W}_{CP}$$

$$\dot{W}_{CP} = -5,85 \text{ kW}$$

$$c) \dot{\Phi}_{CD} = (\dot{m}_7 + \dot{m}_6)(h_3 - h_2)$$

$$\dot{\Phi}_{CD} = -23,44 \text{ kW}$$

$$COP = \frac{\dot{\Phi}_{ev1} + \dot{\Phi}_{ev2}}{|\dot{W}_{CP}|} = 2,99$$

Esquema de ar condicionado aeronáutico

