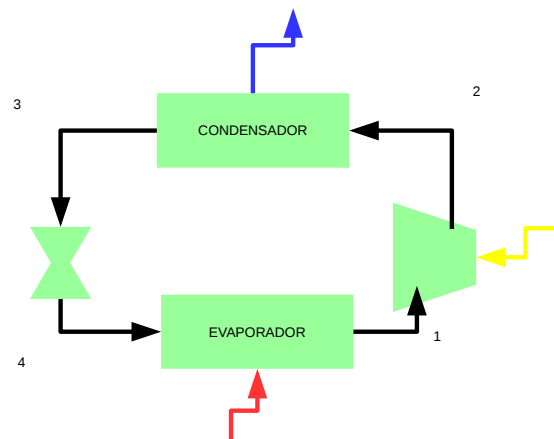


# 1 Enunciado

Num refrigerador por compressão de vapor operando em estado estacionário com vazão de 20 kg/min de HFC-134a, o evaporador fornece vapor saturado a  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o compressor tem eficiência de 75% e o condensador fornece um fluido a 1.0 MPa e  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . No diagrama PH do HFC-134a, identifique o ponto correspondente a cada corrente do refrigerador. Calcule as potências térmica e elétrica e o coeficiente de desempenho do refrigerador.



Dados:

- $F = 20\text{ kg/min}$
- Saída do evaporador => corrente 1
  - temperatura dada
    - $T_1 = -50^{\circ}\text{C}$
  - dado que é vapor saturado
    - $x^V = V^{\text{SAT}}(1)$
- Eficiência do compressor => processo 1-2
  - eficiência dada
    - $\eta_{1 \rightarrow 2} = 75\%$
- Saída do condensador => corrente 3
  - pressão dada
    - $P_3 = 1\text{ MPa}$
  - temperatura dada
    - $T_3 = 20^{\circ}\text{C}$

Resolução:

## 2 ideal

1. Marcar a corrente 1 da qual foram dadas propriedades
  1. de  $T_1 = -50^\circ\text{C} \Rightarrow$  Encontrar a isoterma de  $-50^\circ\text{C}$
  2. de  $x^V = V^{\text{SAT}}(1) \Rightarrow$  Marcar a interseção da isoterma  $T_1$  com a curva de ponto de orvalho
  3. é possível ler a pressão da corrente no eixo y
  4. é possível ler a entalpia da corrente no eixo x
  5. é possível ler a entropia da corrente procurando qual isopleta passa pelo ponto marcado
2. Marcar a corrente 3, da qual já foram dadas 2 propriedades
  1. de  $T_3 = 20 \Rightarrow$  procurar a isoterma
  2. de  $P_3 = 1000 \Rightarrow$  marcar a interseção da isoterma com a horizontal de pressão
  3. é possível ler a entalpia no eixo x
  4. é possível ler a entropia procurando a isopleta
  5. Note que o ponto fica à esquerda do envelope de fases, logo é líquido subresfriado
3. Calcular corrente 4
  1. Considerando evaporador isobárico
    1.  $P_4 = P_1$
  2. Considerando a válvula adiabática e sem trabalho  $\Rightarrow Q = 0, W = 0 : \Delta H_{4 \rightarrow 3} = 0 \Rightarrow$  isentálpica
    1.  $H_4 = H_3$
  3. a corrente 4 está na interseção entre a vertical de entalpia  $H_4 = H_3$  e a horizontal de pressão  $P_4 = P_1$ 
    1. é possível ler a temperatura procurando a isoterma
    2. é possível ler a entropia procurando a isopleta
    3. é possível ler a fração de vapor pois esse diagrama também possui isopletras de  $x^V$  dentro do envelope
4. Calcular corrente 2
  1. Considerando compressor adiabático e reversível  $\Rightarrow$  isoentrópico
    1.  $S_2 = S_1$
  2. Considerando o condensador isobárico
    1.  $P_3 = P_2$

3. marcar o ponto da corrente 2 na interseção entre a horizontal de  $P_3 = P_2$  com a isopleta de  $S_2 = S_1$ 
  1. é possível ler temperatura buscando as isotermas próximas
  2. é possível ler entalpia no eixo x
5. trabalho no compressor
  1.  $W_{\text{compressor}} = \Delta H_{1 \rightarrow 2}$
6. calor no condensador
  1.  $Q_{\text{condensador}} = \Delta H_{2 \rightarrow 3}$
7. calor no evaporador
  1.  $Q_{\text{evaporador}} = \Delta H_{4 \rightarrow 1}$
8. Potencia térmica (energia por tempo) = Calor retirado (por massa) x vazão mássica
  1.  $Q_{\text{evaporador}}/F$
9. Potencia elétrica (energia por tempo) = Trabalho gasto (por massa) x vazão mássica
  1.  $W_{\text{compressor}}/F$
10. Coeficiente de operação (desempenho) = calor removido / trabalho gasto
  1.  $Q_{\text{evaporador}}/W_{\text{compressor}}$

Corrente [i]	( item da resolução )   propriedades da corrente				
	T/degC	P/kPa	H_T	x_V	
[1]	(0) -50.00	(1) 3.00	(1) 370.00	(0) V_sat	(1)
[2]	(4) 60.00	(4) 1000.00	(4) 445.00	(4) V_sup	(1)
[3]	(0) 20.00	(0) 1000.00	(2) 230.00	(2) L_sub	(0)
[4]	(3) 50.00	(3) 3.00	(3) 230.00	(3) ELV	(0.4)

Cálculos de props. Intensivas		
W[1 → 2](compressor)	(5)	75.00 [kJ/kg]
Q[2 → 3](condensador)	(6)	-215.00 [kJ/kg]
Q[4 → 1](evaporador)	(7)	140.00 [kJ/kg]

Cálculos de prop. Extensivas		
vazão mássica	(0)	20.00 [kg/min]
Potencia termica	(8)	2.80E+03 [kJ/min]
Potencia eletrica	(9)	1.50E+03 [kJ/min]
Coeficiente desempenho	(10)	1.87 [kJ/min]

### 3 considerando a eficiência de 75%

1. Resolução idem à anteriormente
2. Resolução idem à anteriormente
3. Resolução idem à anteriormente
4. Calcular corrente 2 ideal
  1. Resolução idem à anteriormente
5. Calcular corrente 2 real
  1.  $\eta_{\text{compressor}}$  é definida por:  $W_{\text{mínimo\_isentropico}} / W_{\text{consumido\_real}}$   
 $\Delta H = W$   
 $\eta_{\text{compressor}} = (H'_2 - H_1) / (H_2 - H_1)$
  2. Resolver para descobrir  $H_2$ 
    1.  $H_2 = H_1 + (H'_2 - H_1) / (\eta_{\text{compressor}})$
  3. calcular trabalho no compressor não ideal
    1.  $\Delta H = W$
6. calcular potencia eletrica
  1. equação idem a anteriormente, resultado dá valor diferente
7. calcular potencia termica
  1. idem a anteriormente, as correntes envolvidas nessa parte não mudaram, resultado igual
8. calcular coeficiente de operação
  1. equação idem a anteriormente, resultado dá valor diferente

Corrente [i]	( item da resolução )   propriedades da corrente					Efici.[i-1 → i]
	T/degC	P/kPa	H_T	x_V		
[1]	(0) -50.00	(1) 3.00	(1) 370.00	(0) V_sat (1)	-	-
[2]	(4) 60.00	(4) 1000.00	(4) 445.00	(4) V_sup (1)	isentropico	-
[2]	(5) 90.00	(5) 1000.00	(5) 470.00	(5) V_sup (1)		0.75
[3]	(0) 20.00	(0) 1000.00	(2) 230.00	(2) L_sub (0)	-	-
[4]	(3) 50.00	(3) 3.00	(3) 230.00	(3) ELV (0.4)	-	-

Cálculos de props. Intensivas	
Dhideal	75.00 [kJ/kg]
eficiencia	0.75 [kJ/kg]
Dhreal	100.00 [kJ/kg]
W[1 → 2](compressor)	100.00 [kJ/kg]
H_2 real	470.00 [kJ/kg]
Q[2 → 3](condensador)	-240.00 [kJ/kg]
Q[4 → 1](evaporador)	140.00 [kJ/kg]

Cálculos de prop. Extensivas	
vazão mássica	(0) 20.00 [kg/min]
Potencia termica	(8) 2.80E+03 [kJ/min]
Potencia eletrica	(9) 2.00E+03 [kJ/min]
Coeficiente desempenho	(10) 1.40 [kJ/min]