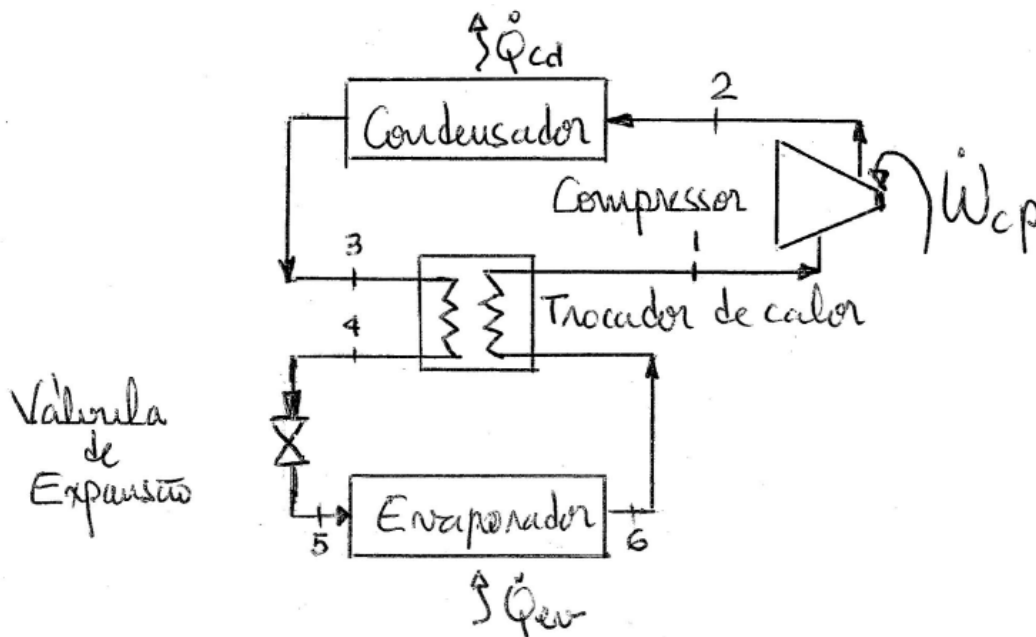


Nome: \_\_\_\_\_ NUSP: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

1ª Questão (5,0 pontos)

Um ciclo ideal de refrigeração por compressão de vapor é modificado para incluir um trocador de calor bem isolado, como mostrado no esquema abaixo. Nesse ciclo, refrigerante 12 (R-12) deixa o evaporador como vapor saturado a 1,5 bar sendo aquecido a pressão constante até 20°C antes de entrar no compressor. Após ser comprimido isentrópicamente até 12 bar, o refrigerante passa pelo condensador, deixando-o a 45 °C e 12 bar. O líquido que deixa o condensador passa pelo trocador de calor e entra na válvula de expansão a 12 bar. Considerando que a vazão mássica de refrigerante seja 6 kg/min, determine:

- a) o diagrama T-s do ciclo de refrigeração;
- b) a capacidade de refrigeração em kW ( $Q_{ev}$ );
- c) a taxa de calor rejeitado no condensador, em kW ( $Q_{cd}$ );;
- d) a potência consumida pelo compressor, em kW ( $W_{cp}$ );;
- e) o coeficiente de eficácia do ciclo de refrigeração.

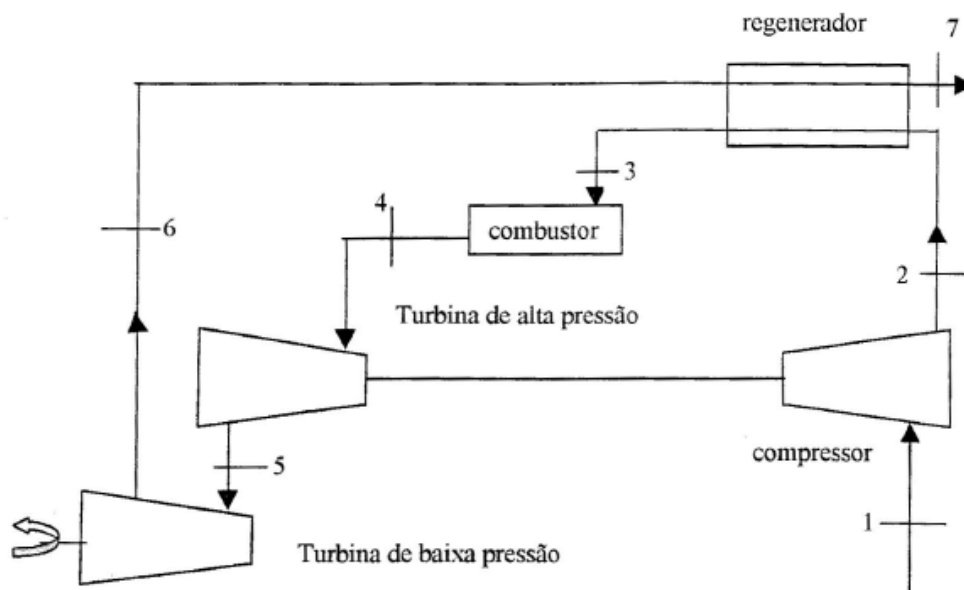


### 1ª Questão (5 pontos)

Considere a instalação representada na figura abaixo, com turbina a gás e regeneração. Ar entra no compressor a 1 bar e 27°C sendo comprimido até 4 bar. A eficiência isentrópica do compressor é 0,8 e a eficiência do regenerador é 0,9. Toda a potência desenvolvida pela turbina de alta pressão é utilizada para acionar o compressor enquanto que a turbina de baixa pressão desenvolve potência líquida de 97 kW. Cada turbina tem rendimento isentrópico de 0,87 e a temperatura do ar na entrada da turbina de alta pressão é 1200 K. Pede-se:

- representar os processos em um diagrama T-s.
- a vazão mássica de ar enviada ao compressor.
- o rendimento da instalação.
- A temperatura do ar na saída do regenerador.

Nota : o rendimento do regenerador é dado por:  $\eta_{reg} = (h_3 - h_2)/(h_6 - h_2)$



$p6=1,5$  {bar}

$x6=1$

$h6=Enthalpy(R12;x=1;P=P6)$

$p1=1,5$

$h1=Enthalpy(R12;T=T1;P=P1)$

$s1=Entropy(R12;T=T1;P=P1)$

$T1=20$  {C}

$p2=12$

$s2=s1$

$p3=12$

$T3=45$

$h3=Enthalpy(R12;T=T3;P=P3)$

$h2=Enthalpy(R12;s=s1;P=P2)$

$p4=12$

$h4=h3-h1+h6$

$h5=h4$

$Q_{ev}=m*(h6-h5)$

$Q_{cd}=m*(h2-h3)$

$W_{cp}=m*(h2-h1)$

$W=Q_{cd}-Q_{ev}$

$m=6/60$

$COP=Q_{ev}/W$

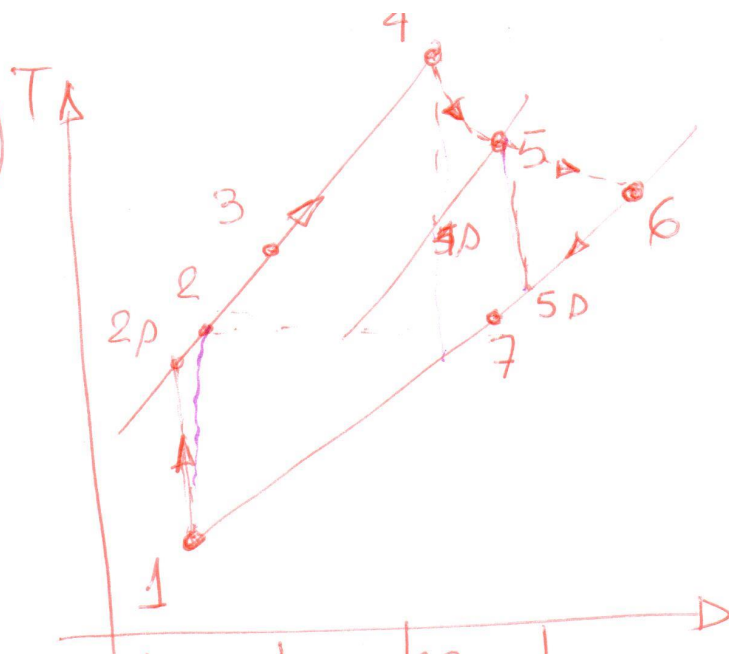
#### SOLUTION

Unit Settings: [kJ]/[C]/[bar]/[kg]/[degrees]

$COP = 2,779$	$h1 = 203,1$	$h2 = 247,4$	$h3 = 79,79$	$h4 = 55,39$	$h5 = 55,39$
$h6 = 178,7$	$m = 0,1$	$p1 = 1,5$	$p2 = 12$	$p3 = 12$	$p4 = 12$
$p6 = 1,5$	$Q_{cd} = 16,76$	$Q_{ev} = 12,33$	$s1 = 0,7983$	$s2 = 0,7983$	$T1 = 20$
$T3 = 45$	$W = 4,436$	$W_{cp} = 4,436$	$x6 = 1$		

5 potential unit problems were detected.

2a CP



Estado 2:  $h_2 = h_1 + \frac{h_{2p} - h_1}{\eta_c}$

Estado 5:  $h_2 - h_1 = h_4 - h_5$

Estado 6:  $h_6 = h_5 - \eta_e (h_5 - h_{6s})$

Estado 3:  $h_3 = \eta_{reg} (h_6 - h_2) + h_2$

Estado 7 (1ª lei ao regenerador)

$$h_6 - h_7 = h_3 - h_2$$

Vazão mássica:  $\dot{W}_e = \dot{m} (h_5 - h_6) \rightarrow \dot{m} = 0,562 \text{ kg/s}$

$$\eta = \frac{\dot{W}_e}{\dot{Q}} = \frac{h_5 - h_6}{h_4 - h_3} = 0,432$$

$h_7 = 526,97 \text{ kJ/kg} \rightarrow T_7 = 523,2 \text{ K}$

Enthalpien

(kJ/kg)

---

1 ————— 300,19

2 ————— 483,06

3 ————— 878,30

4 ————— 1277,79

5 ————— 1094,92

6 ————— 922,21

7 ————— 526,97

a)  $\dot{m} = 0,562 \text{ kg/s}$

c)  $\eta = 0,432$

d)  $T_7 = 523,2 \text{ K}$