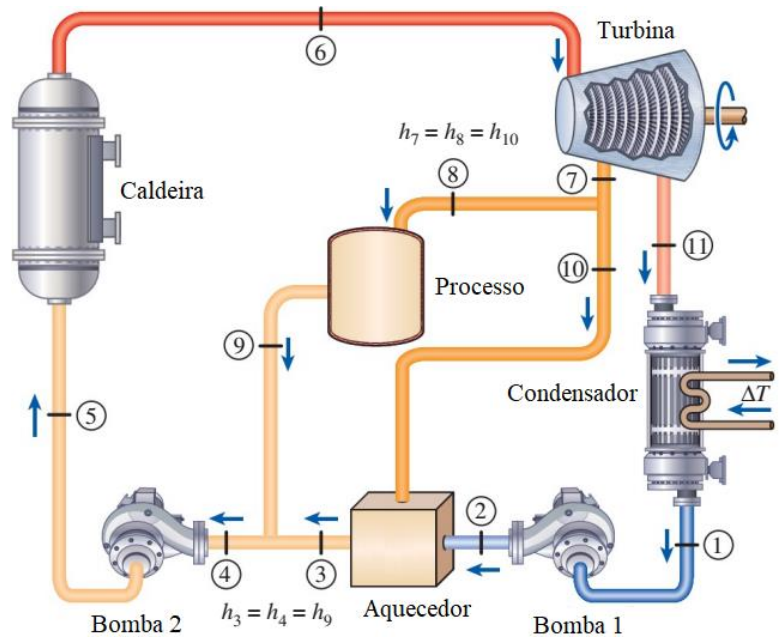


NOME: _____ PROFESSOR: _____

QUESTÃO 1 (5,0 pontos): Considere a planta de cogeração com regeneração mostrada na figura. 20 kg/s de vapor entram na turbina a 6 MPa e 450°C e são expandidos até a pressão de 0,4 MPa. Nessa pressão 60% do vapor é extraído da turbina, e os 40% restantes são expandidos até a pressão de 10 kPa. Parte do vapor extraído é utilizado para aquecer a água de alimentação da caldeira em um aquecedor de mistura, e parte é utilizado em um processo de aquecimento, deixando esse processo como líquido saturado a 0,4 MPa. Esse líquido é misturado à água de alimentação, e a mistura é bombeada até a pressão da caldeira. O vapor que passa pelo condensador adiabático é resfriado e condensado por 463 kg/s água de um rio próximo à planta. Considerando processos ideais, determine:



- a potência total produzida pela turbina;
- o aumento de temperatura da água de resfriamento do rio;
- a vazão mássica utilizada e o calor fornecido pelo vapor no processo de aquecimento;
- a quantidade de calor fornecida na caldeira;
- o rendimento global da instalação.

Solução:

A partir das equações apresentadas a seguir, as respostas aos diversos itens são:

- $W_{\text{turbina}} = 17,04 \text{ kW}$
- $T_{\text{aumento}} = 8,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $m_{\text{aquecedor}} = 1,6 \text{ kg/s}$; $Q_{\text{aquecedor}} = 0$
- $Q_{\text{caldeira}} = 53,844 \text{ kW}$
- $\eta_{\text{global}} = 0,7145$

Solução:

Equações utilizadas:

$$P_1 = 10 \text{ kPa}$$

$$P_{11} = P_1$$

$$P_2 = 400 \text{ kPa}$$

$$P_3 = P_2$$

$$P_4 = P_2$$

$$P_7 = P_2$$

$$P_8 = P_2$$

$$P_9 = P_2$$

$$P_{10} = P_2$$

$$P_6 = 6000 \text{ kPa}$$

$$P_6 = P_5$$

$$T_6 = 450 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{total}} = 20 \text{ kg/s}$$

$$m_7 = 0,6 \cdot m_{\text{total}}$$

$$m_{\text{cond}} = 0,4 \cdot m_{\text{total}}$$

$$C_{\text{água}} = 4,18 \text{ kJ/kg.K}$$

$$m_{\text{resfriamento}} = 463 \text{ kg/s}$$

$$s_7 = s_6$$

$$s_{11} = s_6$$

$$h_1 = h(\text{steam}_{\text{iapws}}; x = 0; P = P_1)$$

$$v_1 = v(\text{steam}_{\text{iapws}}; x = 0; P = P_1)$$

$$w_{\text{bomba1}} = v_1 \cdot (P_2 - P_1)$$

$$h_2 = h_1 + w_{\text{bomba1}}$$

$$h_3 = h(\text{steam}_{\text{iapws}}; x = 0; P = P_3)$$

$$h_4 = h_3$$

$$h_9 = h_3$$

$$v_4 = v(\text{steam}_{\text{iapws}}; x = 0; P = P_4)$$

$$w_{\text{bomba2}} = v_4 \cdot (P_5 - P_4)$$

$$h_5 = h_4 + w_{\text{bomba2}}$$

$$h_6 = h(\text{steam}_{\text{iapws}}; T = T_6; P = P_6)$$

$$s_6 = s(\text{steam}_{\text{iapws}}; T = T_6; P = P_6)$$

$$h_7 = h(\text{steam}_{\text{iapws}}; s = s_7; P = P_7)$$

$$h_8 = h_7$$

$$h_{10} = h_7$$

$$h_{11} = h(\text{steam}_{\text{iapws}}; s = s_{11}; P = P_{11})$$

$$W_{\text{turbina}} = m_{\text{total}} \cdot (h_6 - h_7) + m_{\text{cond}} \cdot (h_7 - h_1)$$

$$m_{\text{resfriamento}} \cdot C_{\text{água}} \cdot T_{\text{aumento}} = m_{\text{cond}} \cdot (h_{11} - h_1)$$

$$m_{\text{cond}} \cdot h_2 + m_{\text{aquecedor}} \cdot h_{10} = (m_{\text{cond}} + m_{\text{aquecedor}}) \cdot h_3$$

$$m_{\text{processo}} = m_7 - m_{\text{aquecedor}}$$

$$Q_{\text{processo}} = m_{\text{processo}} \cdot (h_8 - h_9)$$

$$Q_{\text{caldeira}} = m_{\text{total}} \cdot (h_6 - h_5)$$

$$\eta_{\text{global}} = \frac{W_{\text{turbina}} + Q_{\text{processo}}}{Q_{\text{caldeira}}}$$