

Questão 1

Um sistema de refrigeração deve atender a uma demanda de frio a -25°C em um local onde a temperatura externa é de 32°C . Nesse local está disponível um rejeito (reservatório) térmico à temperatura de 130°C . Assim, seria possível gerar potência por meio de um motor térmico operando entre esse reservatório e o ambiente externo, e essa potência poderia ser utilizada para acionar o sistema de refrigeração.

Você está encarregado das avaliações preliminares dos sistemas e o seu gerente solicitou:

- os desempenhos máximos que podem ser obtidos no ciclo motor e no sistema de refrigeração nessas condições;
- a relação entre a taxa de transferência de calor retirado do espaço refrigerado pelo sistema de refrigeração ($\dot{Q}_{L,ref}$) e taxa de transferência de calor do reservatório de alta temperatura para o motor térmico ($\dot{Q}_{H,motor}$) nessa configuração;
- o valor dessa relação para a condição de desempenhos máximos dos ciclos.

Obs: Admita para essa análise que todos os processos são reversíveis.

Solução:

a) Desempenhos máximos $\Rightarrow$ desempenhos de Carnot

$$\therefore \eta_{\max,motor} = 1 - (T_O/T_H) = 1 - (32+273/130+273) = \boxed{0,243}$$

$$\beta_{\max,ref} = T_L/(T_O - T_L) = 248/[32 - (-25)] = \boxed{4,35}$$

b) Lembrando que

$$\eta_{motor} = W_{motor}/Q_{H,motor} \Rightarrow W_{motor} = Q_{H,motor} * \eta_{motor}$$

$$\beta_{ref} = Q_{L,ref}/W_{ref}$$

$$W_{motor} = W_{ref}$$

Tem-se $\beta_{ref} = Q_{L,ref}/(Q_{H,motor} * \eta_{motor})$

e $\therefore \boxed{Q_{L,ref}/Q_{H,motor} = \beta_{ref} * \eta_{motor}}$

c) Com os valores de $\eta_{\max,motor}$ e $\beta_{\max,ref}$ do item (a) tem-se que

$$(Q_{L,ref}/Q_{H,motor})_{\max} = 4,35 * 0,243 = \boxed{1,06}$$

Questão 2

Ar entra em um compressor de uma turbina com regenerador com uma vazão de 0,7 m³/s, pressão de 100 kPa e temperatura de 300 K sendo comprimido a 500 kPa. O ar passa pelo regenerador e sai a uma temperatura de 590 K. A temperatura na entrada da é de 860 K. Assumindo um ciclo padrão, o ar como gás perfeito e a turbina e o compressor tem uma eficiência isoentrópica de 80%, calcule:

- a) A eficiência do ciclo;
- b) A efetividade do regenerador;
- c) A potência líquida produzida pelo ciclo;

Solução:

Estado 1: $p_1=100$ kPa; $T_1=300$ K $\rightarrow h_1=300,47$ kJ/kg; $p_{r1}=1,1146$

Estado 2s: $\frac{p_2}{p_1} = \frac{p_{r2}}{p_{r1}} \Rightarrow p_{r2} = p_{r1} \frac{p_2}{p_1} = 1,1146 * \frac{500}{100} = 5,573$; $T_{2s}=473,4$ K ; $h_{2s}=476,0$ kJ/kg

Estado 2: $\eta_{compressor} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \Rightarrow h_2 = h_1 + \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_{compressor}} = 300,47 + \frac{476 - 300,47}{0,8} = 519,88$ kJ/kg

Estado 3: $T_3=860$ K; $h_3=888,55$ kJ/kg; $p_{r3}=50,88$

Estado 4s: $\frac{p_4}{p_3} = \frac{p_{r4}}{p_{r3}} \Rightarrow p_{r4} = p_{r3} \frac{p_4}{p_3} = 50,88 * \frac{100}{500} = 10,18 \rightarrow h_{4s}=565,44$ kJ/kg; $T_4=559,97$ K

Estado 4: $\eta_{turbina} = \frac{h_3 - h_4}{h_3 - h_{4s}} \Rightarrow h_4 = h_3 - \eta_{turbina} (h_3 - h_{4s}) = 888,55 - 0,8 * (888,55 - 565,44) = 630,06$ kJ/kg

$\dot{m}_{ar} = \rho_{ar} (AV)_{ar} = \frac{p_1}{R_{ar} T_1} (AV)_{ar} = \frac{100 \times 10^3}{287 * 300} * 0,7 = 0,813$ kg/s

1ª Lei para o compressor: $\dot{W}_{compressor} = \dot{m}_{ar} (h_1 - h_2) = 0,813 * (300,47 - 519,88) = -178,4$ kW

1ª lei para a turbina: $\dot{W}_{turbina} = \dot{m}_{ar} (h_3 - h_4) = 0,813 * (888,55 - 630,06) = 210,2$ kW

Estado x: $T_x=590$ K; $h_x=596,84$ kJ/kg;

1ª Lei para o combustor: $\dot{Q}_{combustor} = \dot{m}_{ar} (h_3 - h_x) = 0,813 * (888,55 - 596,84) = 237,2$ kW

$\eta_{ciclo} = \frac{\dot{W}_{liquida}}{\dot{Q}_{combustor}} = \frac{210,2 - 178,4}{237,2} = 0,134$ (13,4%)

$\eta_{regenerador} = \frac{h_x - h_2}{h_4 - h_2} = \frac{596,84 - 519,88}{630,06 - 519,88} = 0,695$ (69,5%)