



# Termodinâmica e Fenómenos de Transporte

## 2º Teste (Repes.) - 4 de Julho de 2015

### Parte II - Consulta Limitada

1. (4,0 v.) A Figura 1 apresenta uma tubeira convergente-divergente a operar em regime estacionário com escoamento isentrópico de ar em toda a sua extensão. Na secção de entrada da tubeira (Secção 1) a velocidade, pressão e temperatura são iguais a  $112,5 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $0,5 \text{ MPa}$  e  $350 \text{ K}$ , respectivamente. A área da garganta da tubeira é igual a  $3,142 \text{ cm}^2$  e a área da secção de saída (Secção 2) é igual a  $6,284 \text{ cm}^2$ . Considere o ar como gás perfeito com  $k = 1,4$  e  $R = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

- (2,0 v.) Determine o caudal mássico máximo que pode ser escoado na tubeira nas condições referidas.
- (2,0 v.) Nas condições da alínea anterior (caudal mássico máximo) determine os valores de pressão possíveis à saída da tubeira ( $p_2$ ).

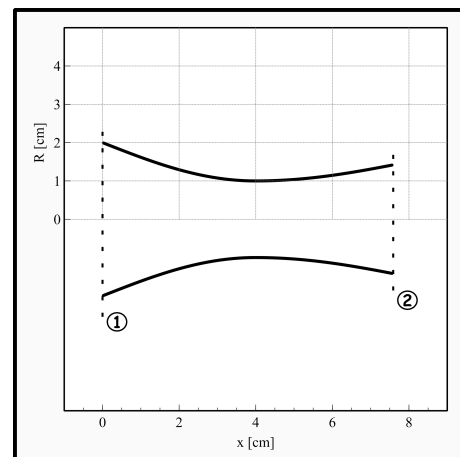


Figura 1

2. (8,0 v.) Considere o ciclo frigorífico de compressão de vapor apresentado na Figura 2 com uma câmara de flash e duas etapas de compressão de vapor com arrefecimento intermédio num permutador de calor de contacto directo. O ciclo utiliza o fluido frigorigénico R-134a. O condensador e a câmara de flash operam a  $1,0 \text{ MPa}$  e  $0,32 \text{ MPa}$ , respectivamente. A pressão de operação do evaporador é desconhecida. Ao compressor de baixa pressão é fornecido um trabalho específico ( $\dot{w}$ ) igual a  $20,214 \text{ kJ.kg}^{-1}$ . No total é fornecido aos dois compressores uma potência igual a  $9,094 \text{ kW}$ . Estados saturados são obtidos à saída do condensador e evaporador. O compressor de alta pressão opera com uma eficiência isentrópica igual a 80% enquanto que o compressor de baixa pressão opera com uma eficiência isentrópica desconhecida. Considere a entalpia específica do Estado 3 ( $h_3$ ) igual a  $255,65 \text{ kJ.kg}^{-1}$ .

- (1,0 v.) Determine  $y$  (percentagem do caudal mássico que sai da câmara de flash para o permutador de calor). (Se não determinou considere 26,6%)
- (3,0 v.) Determine o caudal mássico de fluido frigorigénico que é comprimido no compressor de alta pressão. Tenha em consideração o trabalho específico fornecido ao compressor de baixa pressão. (Se não determinou considere  $0,2 \text{ kg.s}^{-1}$ )
- (0,5 v.) Determine a taxa de calor removido no condensador. (Se não determinou considere  $36,2 \text{ kW}$ )
- (1,0 v.) Determine a taxa de remoção de calor do espaço refrigerado (potência frigorífica). Tenha em consideração a potência total fornecida aos compressores. (Se não determinou considere  $27,1 \text{ kW}$ )
- (2,5 v.) Determine a eficiência isentrópica do compressor de baixa pressão.

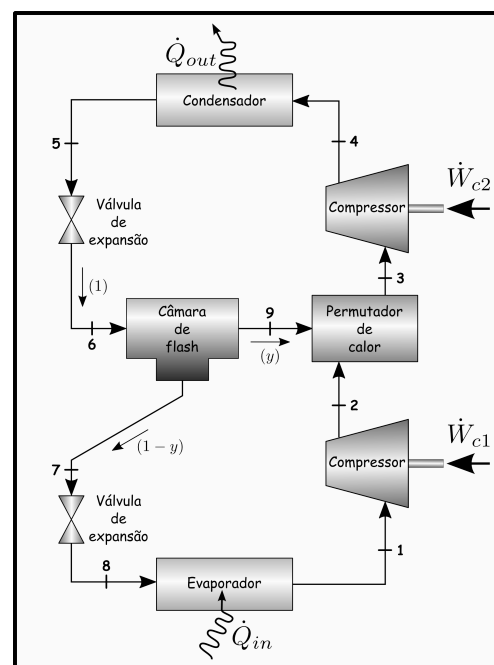


Figura 2