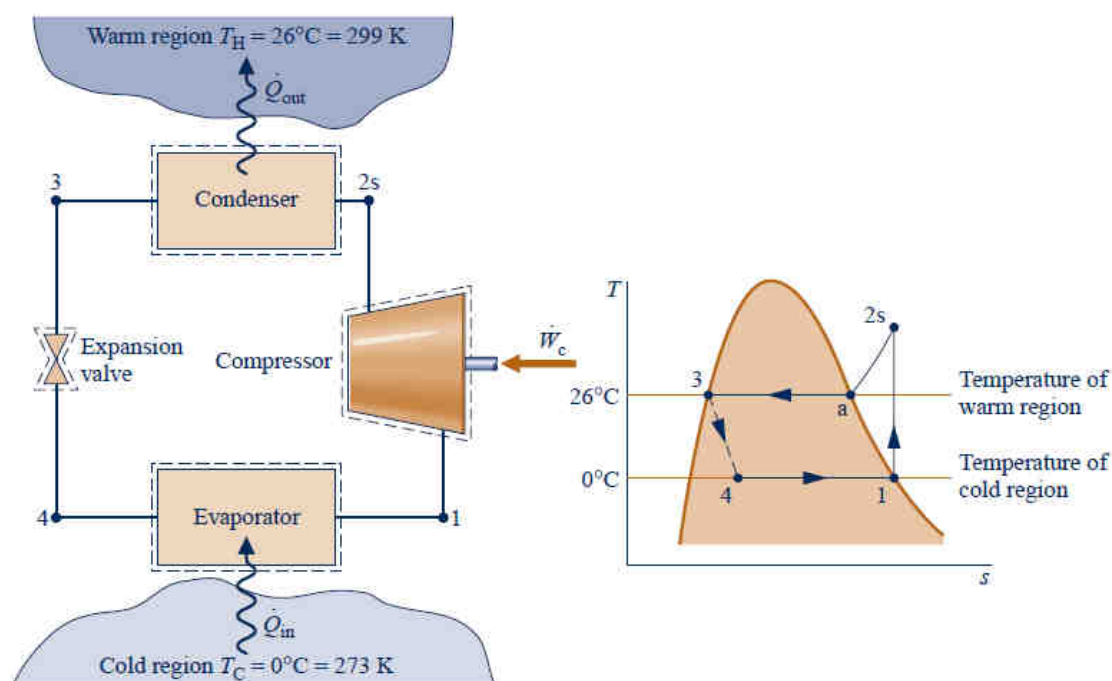


CAPÍTULO 10 - SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO E DE BOMBA DE CALOR

EXEMPLO 10.1 – RESOLVIDO PG. 471)

Um ciclo ideal de compressão de vapor se comunica termicamente com uma região fria a 0°C e com uma região quente a 26°C . Esse ciclo tem como fluido de trabalho o refrigerante 134a. O vapor saturado entra no compressor a 0°C e o líquido saturado deixa o condensador a 26°C . A vazão mássica do refrigerante é $0,08\text{ kg/s}$. Determine:

- a potência do compressor, em kW,
- a capacidade frigorífica, em TR,
- o coeficiente de desempenho e
- o coeficiente de desempenho de um ciclo de refrigeração de Carnot que opere entre as regiões quente e fria a 26°C e 0°C , respectivamente.

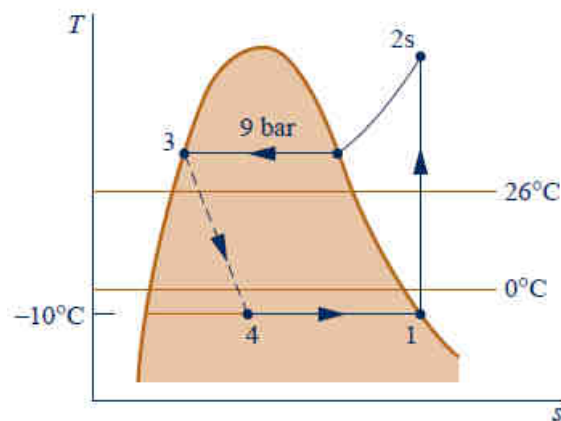


EXEMPLO 10.2 – RESOLVIDO PG. 473)

Modifique o Exemplo 10.1 de modo a permitir diferenças de temperatura entre o refrigerante e as regiões quente e fria, como se segue. O vapor saturado entra no compressor a -10°C . O líquido saturado sai do condensador a uma pressão de 9 bar ($9 \times 10^5\text{ Pa}$). Para esse ciclo de refrigeração por compressão de vapor modificado, determine:

- a potência do compressor em kW,
- a capacidade frigorífica em TR,
- o coeficiente de desempenho.

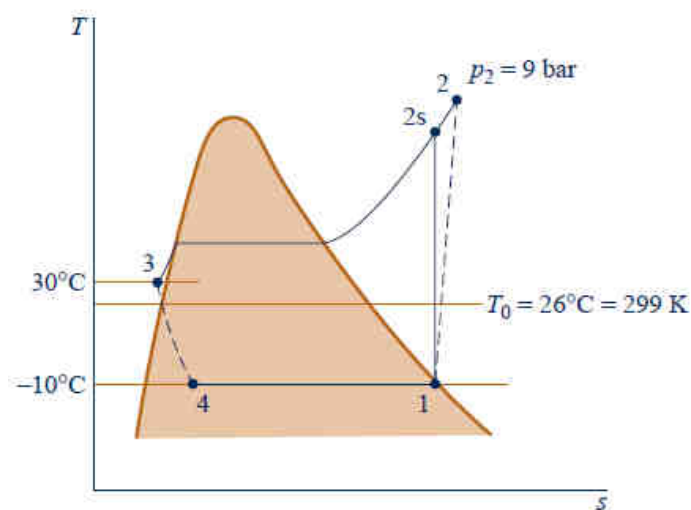
Compare os resultados com aqueles do Exemplo 10.1



EXEMPLO 10.3 – RESOLVIDO PG. 474)

Reconsidere o ciclo de refrigeração por compressão de vapor do Exemplo 10.2, mas inclua na análise o fato de que o compressor tem uma eficiência isoentrópica de 80%. Além disso, admita que a temperatura do líquido que deixa o compressor seja de 30 °C. Para esse ciclo modificado, determina:

- a) a potência do compressor em kW,
- b) a capacidade frigorífica em TR e
- c) o coeficiente de desempenho.

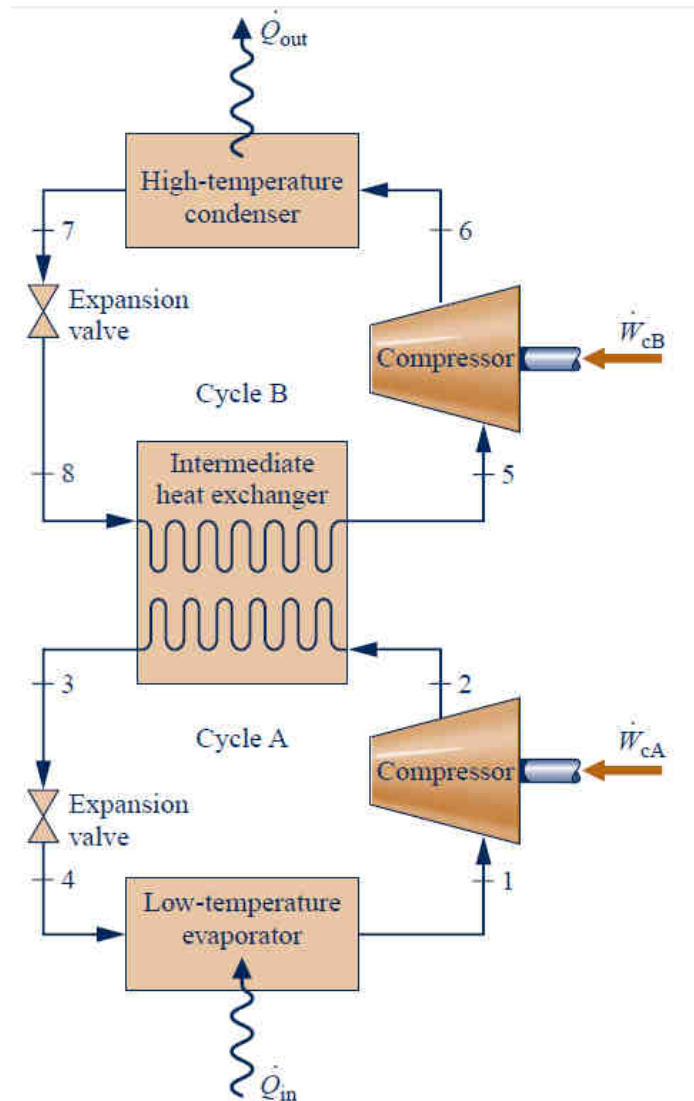


EXEMPLO 10.28 – PROPOSTO PG. 495)

Um sistema de refrigeração por compressão de vapor opera com o arranjo tipo cascata mostrado na Fig. 10.9. Refrigerante 22 é o fluido de trabalho para o ciclo de alta temperatura e Refrigerante 134a é usado no ciclo de baixa temperatura. Para o ciclo de Refrigerante 134a, o fluido de trabalho entra no compressor como vapor saturado a -34,4 °C e é comprimido isoentropicamente até 344,7 kPa. O líquido saturado deixa o trocador de calor intermediário a 344,7 kPa e entra na válvula de expansão. Para o ciclo do Refrigerante 22, o fluido de trabalho entra no compressor como vapor saturado a uma temperatura de -15 °C abaixo da temperatura de condensação do Refrigerante 134a no trocador de calor intermediário. O Refrigerante 22 é comprimido isoentropicamente

até 1723,7 kPa. Em seguida, o líquido saturado entra na válvula de expansão a 1723,7 kPa. A capacidade frigorífica do sistema em cascata é de 20 TR (70,3 kW). Determine:

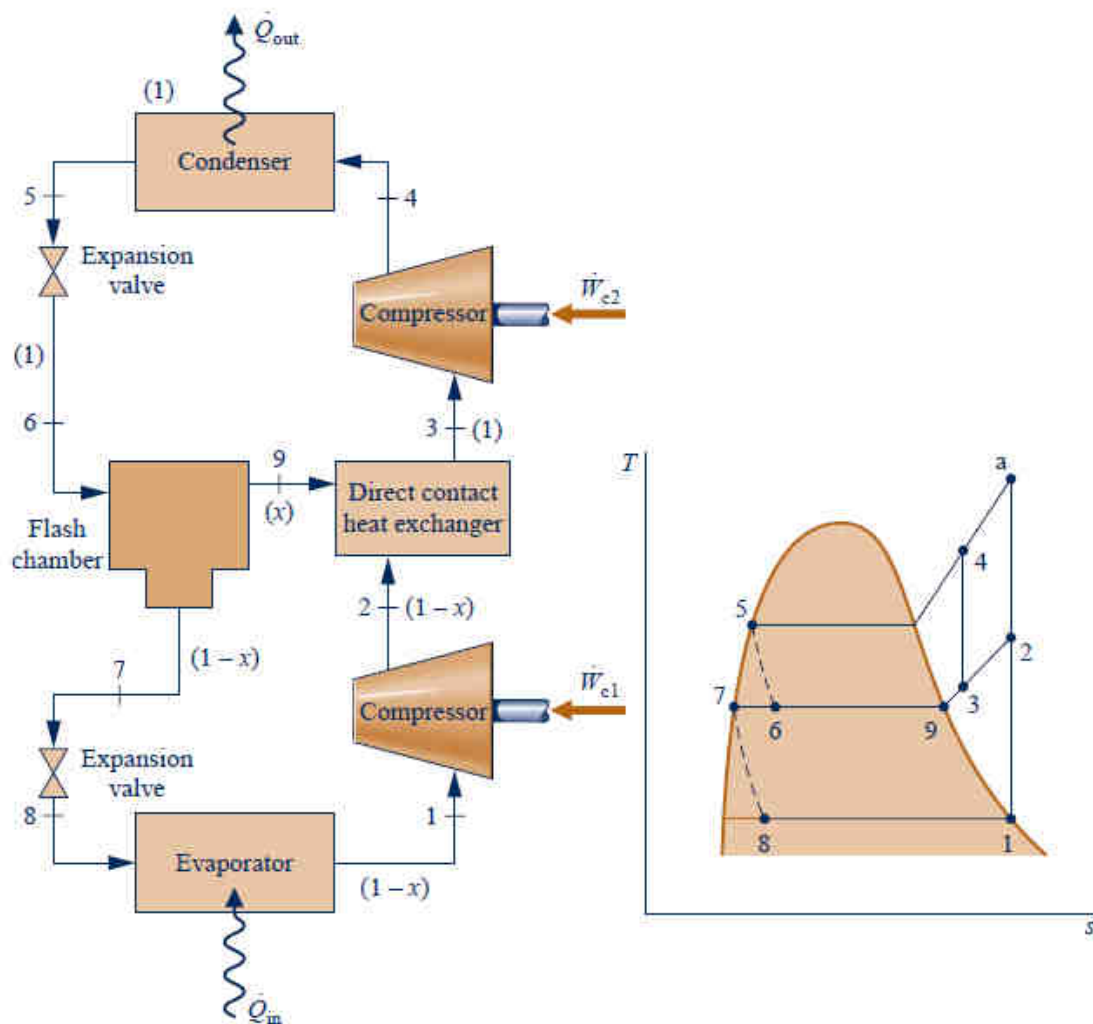
- a potência de acionamento de cada compressor, em kW.
- o coeficiente de desempenho geral do ciclo em cascata.



EXEMPLO 10.29 – PROPOSTO PG. 495)

Um sistema de refrigeração por compressão de vapor utiliza o arranjo mostrado na Fig. 10.10 para a compressão em dois estágios com inte-resfriamento entre os estágios. Refrigerante 134a é o fluido de trabalho. Vapor saturado a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ entra no compressor de primeiro estágio. A câmara de separação e o trocador de calor de contato direto operam a 4 bar, e a pressão no condensador é 12 bar. Correntes de líquido saturado a 12 bar e 4 bar entram, respectivamente, nas válvulas de expansão de alta e baixa pressões. Se cada compressor opera isoentropicamente e se a capacidade frigorífica do sistema é 10 TR (35,2 kW), determine:

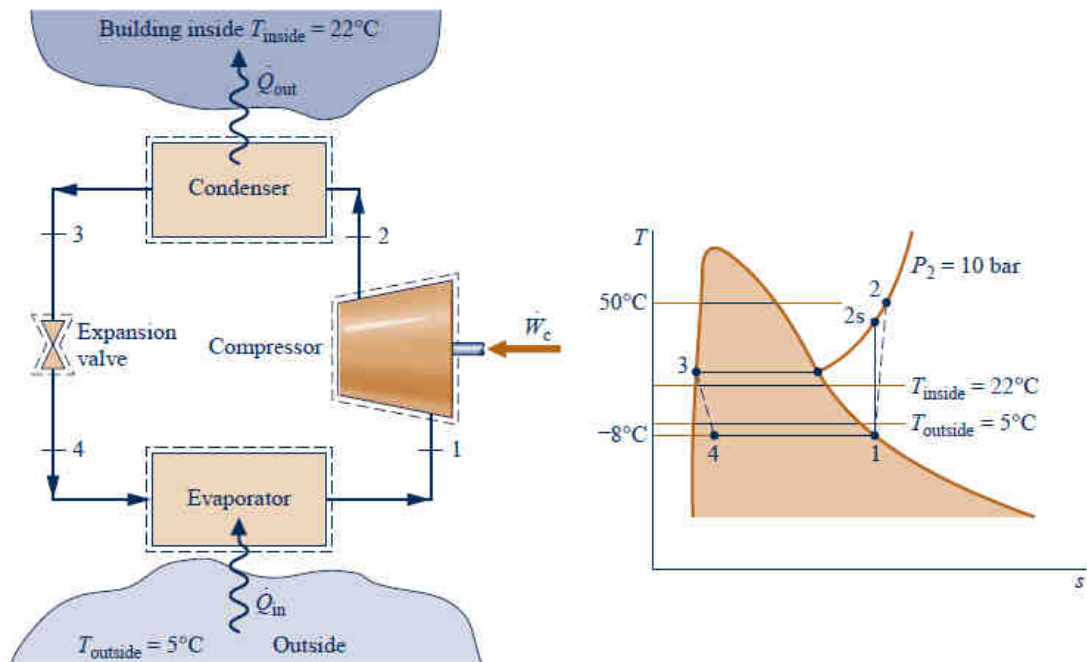
- a potência de acionamento de cada compressor, em kW.
- o coeficiente de desempenho.



EXEMPLO 10.4 – RESOLVIDO PG. 484)

Refrigerante 134a é o fluido de trabalho de uma bomba de calor com ar como fonte, alimentada eletricamente, que mantém a temperatura interna de um edifício a 22 °C por uma semana quando a temperatura média externa é de 5 °C. Vapor saturado entra no compressor a -8 °C e sai a 50 °C, 10 bar. Líquido saturado sai do condensador a 10 bar. A vazão mássica do refrigerante é 0,2 kg/s para a operação em regime permanente. Determine:

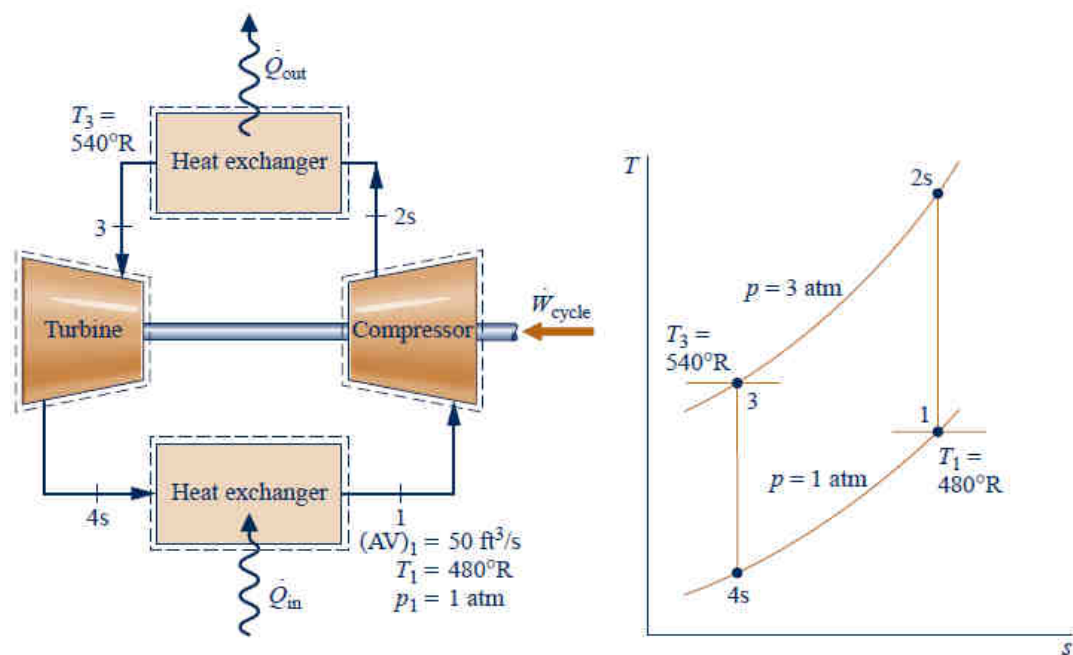
- a potência do compressor, em kW,
- a eficiência isoentrópica do compressor,
- a taxa de transferência de calor fornecida ao edifício, em kW,
- o coeficiente de desempenho e
- o custo total de eletricidade, em US\$, para 80 horas de operação durante essa semana, avaliando a eletricidade em 15 centavos por kW.h



EXEMPLO 10.5 – RESOLVIDO PG. 486)

Ar a 1 atm, $-6,5^\circ\text{C}$ e com uma vazão volumétrica de $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ é admitido no compressor de um ciclo ideal de refrigeração Brayton. Se a razão de pressão do compressor for igual a 3 e se a temperatura na entrada da turbina for $26,8^\circ\text{C}$, determine:

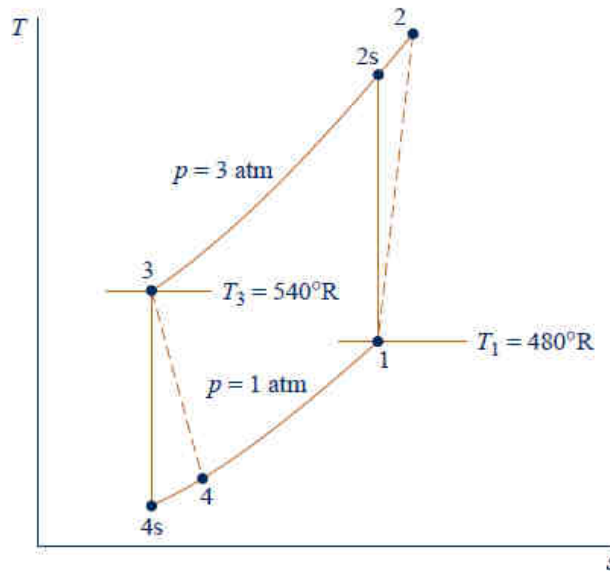
- a potência de acionamento líquida, em kW,
- a capacidade frigorífica em TR e
- o coeficiente de desempenho.



EXEMPLO 10.6 – RESOLVIDO PG. 488)

Reconsidere o Exemplo 10.5, mas inclua na análise o fato de que o compressor e a turbina têm uma eficiência de 80%. Para esse ciclo modificado, determine:

- a) a potência de acionamento líquido, em kW,
- b) a capacidade frigorífica em TR e
- c) o coeficiente de desempenho, e discuta seu valor.



EXERCÍCIO PROPOSTO – VAN WYLEN, SONNTAG E BORGNAKKE)

A figura abaixo mostra um ciclo ideal de refrigeração associado a um ciclo de potência. Os dois circuitos utilizam R-12 como fluido de trabalho. Vapor saturado a 105°C sai do gerador de vapor (caldeira) e expande na turbina até a pressão do condensador. Vapor saturado a -15°C sai do evaporador e é comprimido até a pressão do condensador. A relação das vazões em massa, através dos dois circuitos, é tal que a turbina produz a potência necessária para acionar o compressor. Os escoamentos efluentes da turbina e do compressor são misturados e entram no condensador. O refrigerante na seção de saída do condensador está no estado de líquido saturado a 45°C e o escoamento efluente do condensador é dividido, na proporção necessária, em duas correntes. Nestas condições, determine:

- a) a relação entre as vazões em massa dos circuitos de potência e de refrigeração.
- b) o desempenho do ciclo em função da relação $\dot{Q}_L/\dot{Q}_H$.

