Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos
IIQ1003 - Termodinámica 2023-1

Tarea 3

Fecha de entrega: 29 de junio a través de CANVAS.

La tarea debe ser trabajada en grupos de a 2 o 3 personas. Tiene que ser entregada con una portada la cual indique el nombre de los integrantes del grupo, el número de grupo, el curso y la fecha de entrega. **Se descontaran 2 décimas si no se cumple con el formato pedido.**

Pregunta 1 (1 pts)

La figura 1 muestra un ciclo de cogeneración que proporciona energía y calor. En el ciclo de vapor, el vapor sobrecalentado ingresa a la turbina a 40 bar y 440 °C y se expande isentrópicamente a 1 bar. El vapor pasa a través de un intercambiador de calor, que sirve como caldera del ciclo del Refrigerante 134a y condensador para el ciclo de vapor. La corriente condensada sale del intercambiador de calor como líquido saturado y se bombea isoentrópicamente. La tasa de transferencia de calor al fluido en la caldera es de 13 MW. Por otro lado, el ciclo Refrigerant 134a es un ciclo Rankine ideal con refrigerante que ingresa a la turbina a 16 bar y 100 °C. Luego, pasa por un condensador que opera a 9 bar. Coinsidere que la corriente de salida del condensador se encuentra como líquido saturado. Se pide determinar:

a) El flujo de agua que pasa por el ciclo de vapor de agua.

b) El flujo de refrigerante 134a que pasa por el ciclo de refrigerante.

c) El porcentaje de la potencia total proporcionada por cada ciclo.

d) La tasa de transferencia de calor proporcionada como calor de proceso.

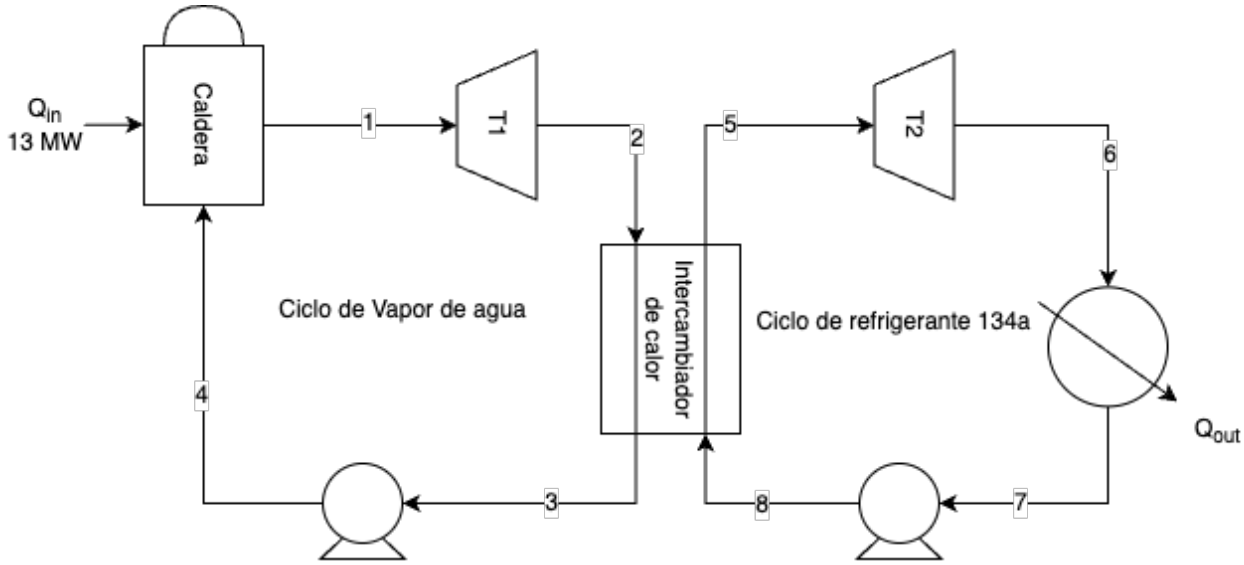


Figura 1: Ciclo de cogeneración

Pregunta 2 (2 pts)

El proceso de licuefacción de gases es una operación en estado estacionario cuyo fin es llevar un gas a fase liquida. Considere el proceso denotado en la figura 2 que corresponde a la licuefacción para formar nitrógeno liquido. Este proceso opera entre una alta presión de 64 bar y una baja presión de 1 bar. La corriente de entrada está a 1 bar y 300 K, la primera compresión es a 8 bar, las corriente 4, 6, 7 y 15 están a 135 K, HX3 trabaja como un enfriador, que utiliza agua para enfriar el gas proveniente del segundo intercambiador HX2. El caudal másico en la corriente 2 es 10 veces mayor que la corriente 1. La eficiencia del compresor y la turbina es del 85 %. Se sabe que se obtiene una corriente de 3 $\frac{\text{kg}}{\text{s}}$, como producto de la licuefacción.

Utilizando el diagrama entalpía presión de nitrógeno se le pide:

a) Obtener el flujo másico de la corriente 1, 2, 10, 9 y 15.

b) Obtener la entalpía de todas las corrientes

c) Obtener la potencia neta que consume el proceso en (kW).

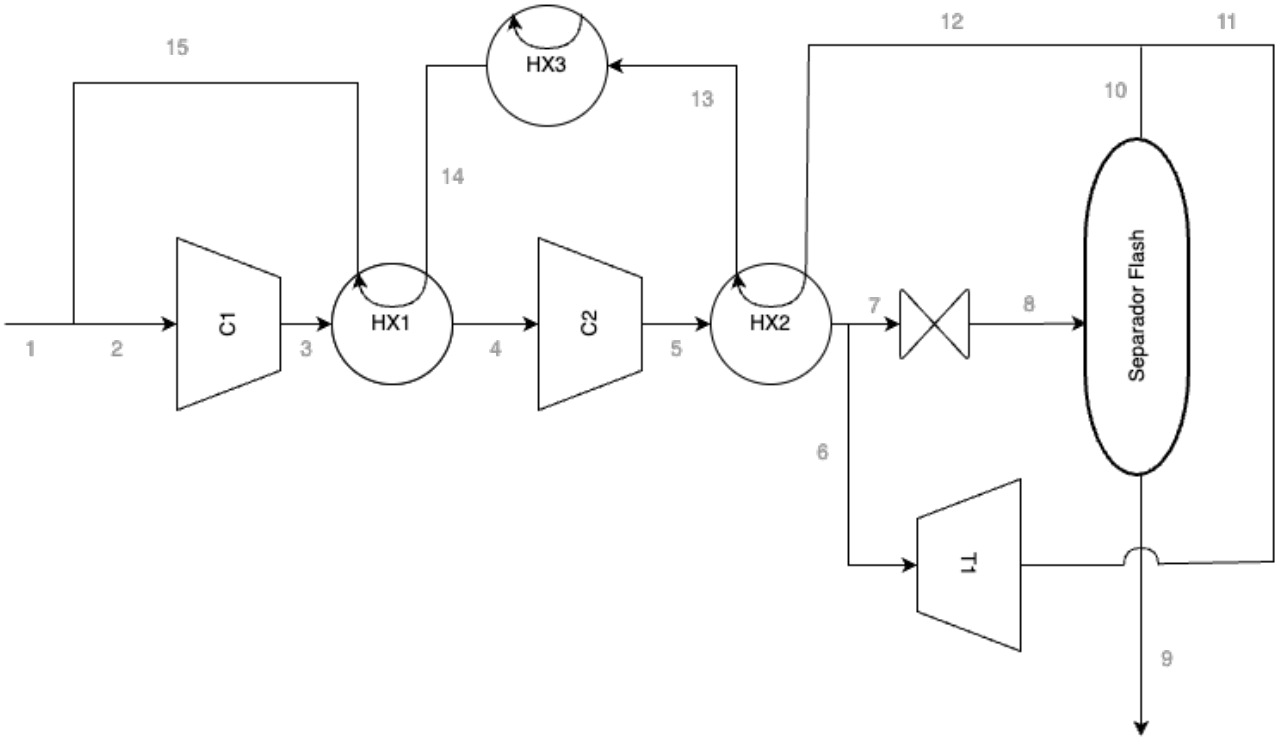


Figura 2: Licuefacción del nitrógeno

Pregunta 3 (3 pts)

Se tiene un ciclo Rankine con recalentamiento y regeneración. En este vapor a 160 bar y 600 °C entra a la primera turbina. En esta el vapor es expandido hasta 80 bar. Luego, una porción (y') de este flujo se dirige a un calentador cerrado, y la otra porción sigue hacia la segunda turbina, donde se expande hasta 40 bar. Después, una porción (y") del flujo se dirigue a un segundo calentador cerrado, y la otra porción se dirige a una tercera turbina, donde se expande hasta 20 bar. Luego de la tercera turbina, el flujo se recalienta hasta 560 °C antes de entrar a la cuarta turbina. De este flujo una porción (y"') se dirige a un calentador abierto que opera a 8 bar y la otra porción se expande en una quinta turbina hasta 2 bar. El flujo que sale de la quinta turbina se divide en dos partes, una parte (y"") se dirige a un calentador cerrado y el resto se expande en una sexta turbina hasta 0.1 bar. Se sabe que tanto como en el condensador como en el intercambiador abierto el flujo sale como liquido saturado. Además los flujos que se utilizan como medio calefactor para los calentadores cerrados salen como liquido saturado (flujos 15, 17 y 19). Considere que en todos los intercambiadores cerrados se alcanza el equilibrio térmico entre las corrientes. Considere que las turbinas tienen una eficiencia de 80 % y las bombas operan isoentropicamente. Se le pide:

a) Determinar la entalpía de todas las corrientes

b) Determinar la eficiencia del ciclo y compararla con la eficiencia de Carnot.

c) Calcular el flujo másico que entra a la primera turbina si la potencia neta de la planta es 500 MW.

d) Realizar un diagrama T-S para el ciclo.

Hint: Utilice una extrapolación pertinente para las corrientes de liquido sub-enfriado si es que el dato no se encuentra en la tabla.
Nota: El intercambiador cerrado 2 que recibe 5 corrientes funciona de la siguiente manera. La corriente horizontal (13 a 14) es un tubo que no se mezcla con las otras corrientes. Las corrientes 16 e y" se mezclan por fuera del tubo en una carcasa y salen por la corriente 17.

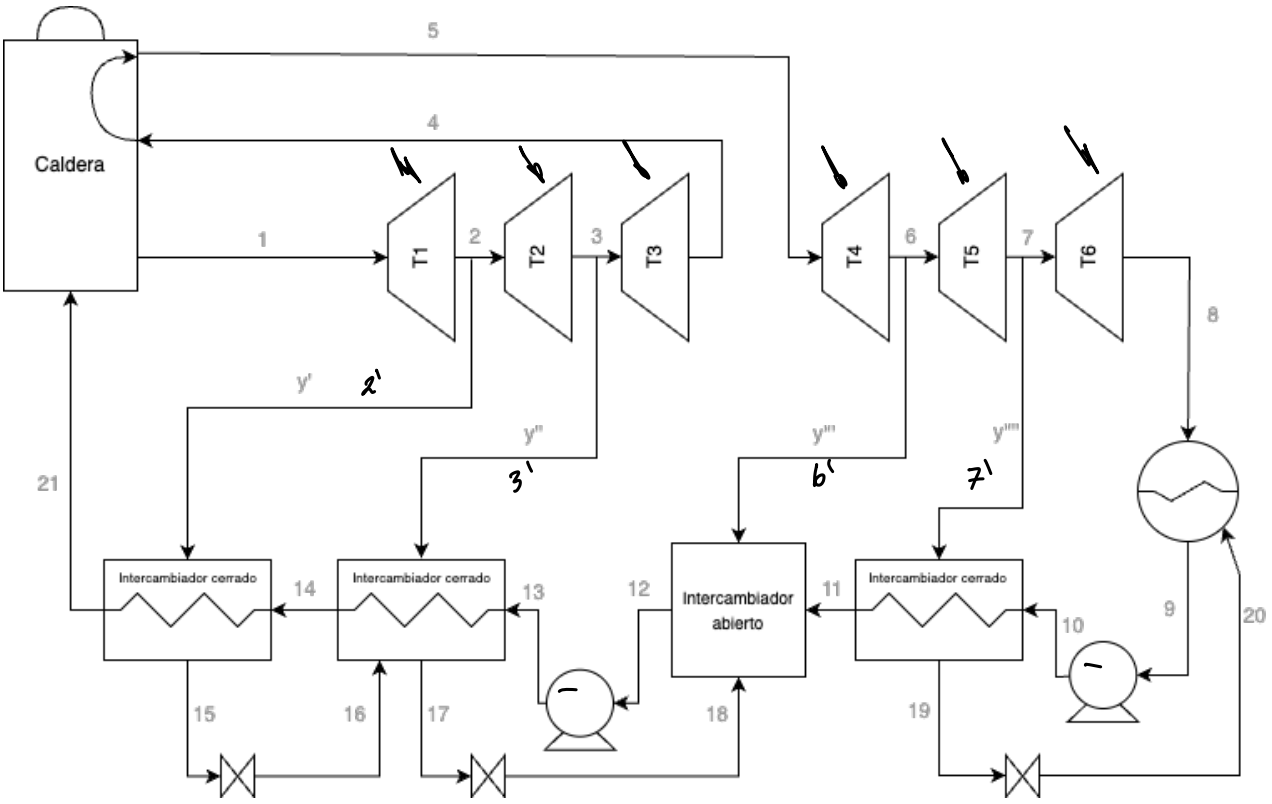


Figura 3: Ciclo Rankine con Regeneración y Recalentamiento