



---

## Problemas Tema 6

---

### TURBINAS DE VAPOR

---

#### **Problema 6.1**

Una instalación de producción de potencia opera según un ciclo de Rankine ideal con presiones de caldera y condensador de 70 y 0,06 bar, respectivamente. Si el caudal de vapor de agua es de 130 kg h<sup>-1</sup>:

- Calcular caudales de calor, trabajos y potencia neta implicados en el ciclo.
- Calcular el rendimiento térmico del ciclo y la relación de trabajos.
- Identificar el/los problemas del proceso y proponer diferentes vías para su resolución.
- Rendimiento del ciclo suponiendo que el rendimiento de la bomba y la turbina es del 90 y 85 %, respectivamente.

#### **Problema 6.2**

Un ciclo de Rankine con vapor, regenerativo y con recalentamiento intermedio tiene dos calentadores del agua de alimentación a la caldera, uno cerrado y otro abierto. El vapor entra en la primera turbina a 8,0 MPa, 480 °C y se expande hasta 0,7 MPa. Este vapor se recalienta hasta 440 °C antes de entrar en la segunda turbina, en la que se expande hasta la presión del condensador, que es de 0,008 MPa. Se extrae vapor de la primera turbina a 2 MPa para alimentar el calentador cerrado del agua de alimentación a la caldera. El agua de alimentación a la caldera abandona el calentador cerrado a 205 °C y 8 MPa y el condensado sale como líquido saturado a 2 MPa. El condensado se lleva a través de una válvula al calentador abierto. Puede considerarse que la estrangulación en la válvula es isoentálpica. Se extrae vapor de la segunda turbina a 0,3 MPa para alimentar al calentador abierto del agua de alimentación, que opera a 0,3 MPa. La corriente que sale del calentador abierto es líquido saturado a 0,3 MPa. La potencia neta obtenida en el ciclo es de 100 MW. Suponiendo que no existe transmisión de calor con el exterior, a excepción del condensador y la caldera y que el funcionamiento de la turbina y las bombas es isoentrópico, calcular:

- Rendimiento térmico del ciclo.
- Caudal másico de vapor que atraviesa la primera etapa de la turbina.

#### **Problema 6.3**

Considere la planta de cogeneración que se muestra en la figura. Dicha planta debe suministrar 6 kg/s de vapor de agua a 0,4 MPa para su uso en un proceso industrial, el cual se extrae después de la primera etapa de expansión en la turbina.

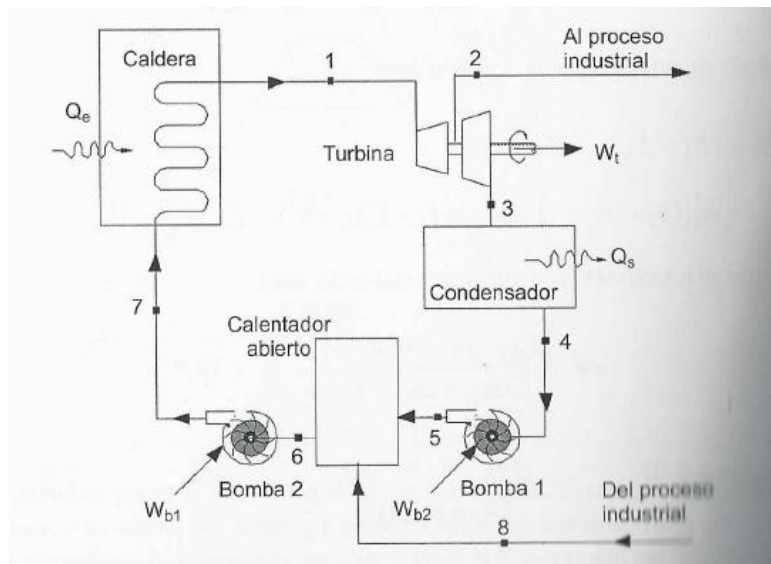
La caldera genera vapor de agua a 8 MPa y 520 °C con un flujo másico de 15 kg/s. La presión del condensador es de 20 kPa. El vapor que retorna del proceso industrial se encuentra como vapor húmedo a 0,4 MPa, y se mezcla con el agua de alimentación en un cambiador abierto del que la mezcla sale como líquido saturado, que después será bombeada a la caldera. Suponiendo que las turbinas operan con rendimientos del 85 %, calcular:

- Completar el diagrama de bloques con los datos disponibles

- b) El título del vapor de retorno del proceso industrial
- c) El calor cedido por el vapor en el proceso industrial
- d) La potencia neta y el rendimiento del ciclo real
- e) Representar el diagrama T-s del ciclo ideal y real.

Datos adicionales:

- $h_1 = 3.447,8 \text{ kJ/kg}$ ; Vapor sobrecalentado;  $s_1 = 6,7873 \text{ kJ/kgK}$
- $h_3 (\text{real}) = 2.396,7 \text{ kJ/kg}$ ;
- $h_5 = 272,4 \text{ kJ/kg}$ ,
- $h_6 = 604,9 \text{ kJ/kg}$
- $h_8 = 1.103,7 \text{ kJ/kg}$



## TURBINAS DE GAS

### Problema 6.4

En un ciclo de Brayton simple de aire normal se tiene una relación de presiones de 13, una temperatura y presión a la entrada del compresor de 290 K y 100 kPa, respectivamente, y una temperatura a la entrada de la turbina de 1000 K.

- a) Represente el diagrama de bloques y determine las entalpías y presiones de cada corriente suponiendo ciclo ideal.
- b) Determine el flujo másico de aire para una potencia neta de ciclo de 30 MW.
- c) Suponga que tanto el compresor como la turbina tienen un rendimiento del 80 %. ¿Sería posible aplicar regeneración en este ciclo? Explique y demuestre la respuesta.
- d) Represente el diagrama T-s de los ciclos ideal y real planteados en el problema..



### **Problema 6.5**

Considere una central térmica de gas, que funciona según un ciclo de Brayton de aire estándar modificado con compresión con refrigeración intermedio, regeneración y recalentamiento intermedio. El aire entra el compresor a 100 kPa y 295 K y se comprime en dos etapas hasta alcanzar una presión final de 1200 kPa. Tras la primera etapa de compresión la temperatura del aire es de 440 K y se enfría hasta 300 K. La temperatura de entrada a cada turbina es 1400 K. El gas que sale de la turbina se utiliza en un regenerador para precalentar el aire que entra al combustor.

- a) Relación de compresión correspondiente a la primera etapa de compresión
- b) Calcular el rendimiento térmico del ciclo suponiendo que el regenerador tiene una eficacia del 75 %.