

La Turbina de Vapor

Javier Pacheco Rodríguez

Breve historia de la turbina de vapor

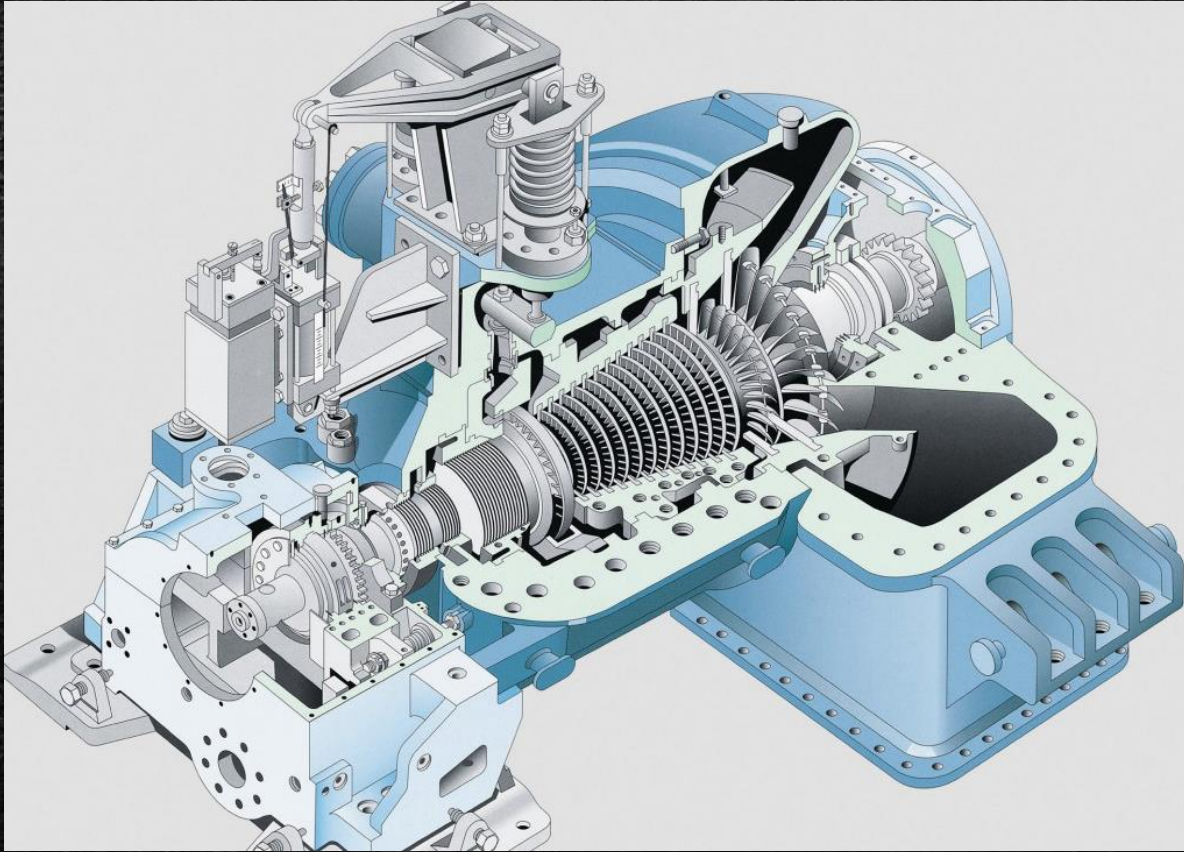
Su forma es muy similar a la de las ruedas hidráulicas que desde antiguo aprovechan la corriente del río en molinos y fuelles.

Las primeras turbinas de vapor fueron construidas en la década de 1880, por Charles A. Parsons y Carl Gustav de Laval.

Desde entonces, las turbinas no han parado de evolucionar, mejorando sus prestaciones.

Estructura de una turbina de vapor

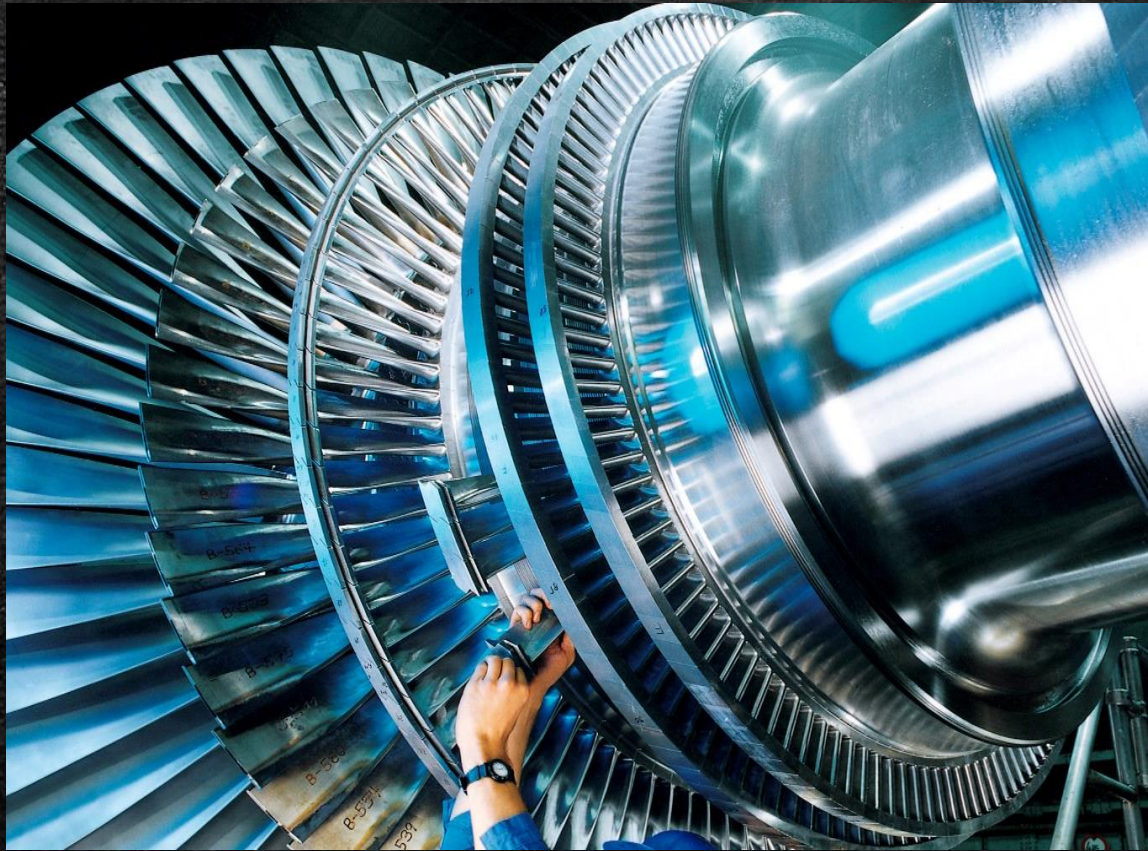
Diseño de una turbina de vapor



El rotor es la pieza de acero fundido que se ubica en el eje longitudinal de la turbina. De él sobresalen las palas o álabes, que presentan una curvatura para recoger el flujo de vapor.

La carcasa o estator cubre el rotor y presenta las cavidades que permiten libremente el giro de los álabes y mantienen la presión de vapor en el interior de la turbina.

Álabes de la turbina de vapor



Álabes de la turbina de vapor



Propiedades de la turbina de vapor

La turbina de vapor:

1. Es una máquina térmica.
2. De combustión externa.
3. Giratoria.
4. Transforma la energía cinética del vapor en energía de rotación.

1. Es una máquina térmica

Una máquina térmica se compone de elementos mecánicos logrando realizar intercambios de energía.

En la turbina de vapor los intercambios de energía se encuentran en:

- El calor que se necesita para generar el vapor que la mueve.
- La conversión de dicho calor en trabajo mecánico de rotación.

2. Es una máquina de combustión externa

Se dice que una máquina es de combustión externa si la conversión de energía calorífica en mecánica se realiza fuera de la máquina.

En la turbina de vapor la combustión se realiza fuera de la propia máquina, es decir, la producción del vapor mediante calor se realiza fuera de la turbina en calderas o mediante otros medios.

3. Es una máquina giratoria

Una máquina giratoria es aquella que realiza una serie de transformaciones energéticas para obtener energía mecánica rotativa.

En la máquina de vapor el intercambio de momento lineal entre el vapor y el rotor transforman la energía cinética del vapor en rotativa en el eje de la turbina.

4. Se obtiene energía de rotación

La energía cinética del vapor del fluido de trabajo se transforma al golpear las palas de la turbina, haciéndolas girar sobre su eje común. La transformación de esta energía hace que el flujo de vapor pierda calor y velocidad, y que esa variación energética se transmita al rotor de la turbina.

Se parte de energía cinética (en el vapor) y se obtiene energía mecánica en la rotación del eje de la turbina.

Funcionamiento de la turbina de vapor

Fase 1: Calentamiento del vapor

Como también sucede en el resto de máquinas térmicas externas, el vapor del fluido de trabajo se calienta en una caldera conectada a la máquina mediante tuberías, que transportan el flujo de vapor.

La turbina de vapor dispone de toberas, además de los elementos anteriores, para producir el influjo de vapor en el rotor.

Fase 2: Movimiento rotativo

La presión del vapor se reduce al pasar por las toberas de la turbina, por lo que se expande y aumenta su velocidad.

Este vapor golpea a los álabes, produciendo el movimiento rotativo del rotor debido a la curvatura de éstos.

Las turbinas de vapor presentan varias toberas y filas de álabes (etapas) para incrementar el empuje del vapor.

Fase 3: Producción de electricidad

La turbina de vapor es la máquina más empleada para producir energía eléctrica, tanto en centrales térmicas como en centrales nucleares.

El eje del rotor se conecta a un generador, que produce la corriente eléctrica. A través del transformador la electricidad pasa al tendido eléctrico.

Principio termodinámico de la turbina de vapor

Ciclo de Rankine

El fundamento de la turbina de vapor es el ciclo termodinámico de Rankine:

El vapor a alta presión, producido en una caldera, se transporta hasta la turbina donde se expande para generar trabajo mecánico en el eje del rotor.

El vapor de baja presión que sale de la turbina se introduce en un condensador y cambia al estado líquido.

Posteriormente, se aumenta la presión del fluido líquido para volver a introducirlo nuevamente en la caldera, cerrando de esta manera el ciclo.

Diagrama del ciclo de Rankine

El siguiente diagrama relaciona la temperatura y la entropía en el ciclo de Rankine:

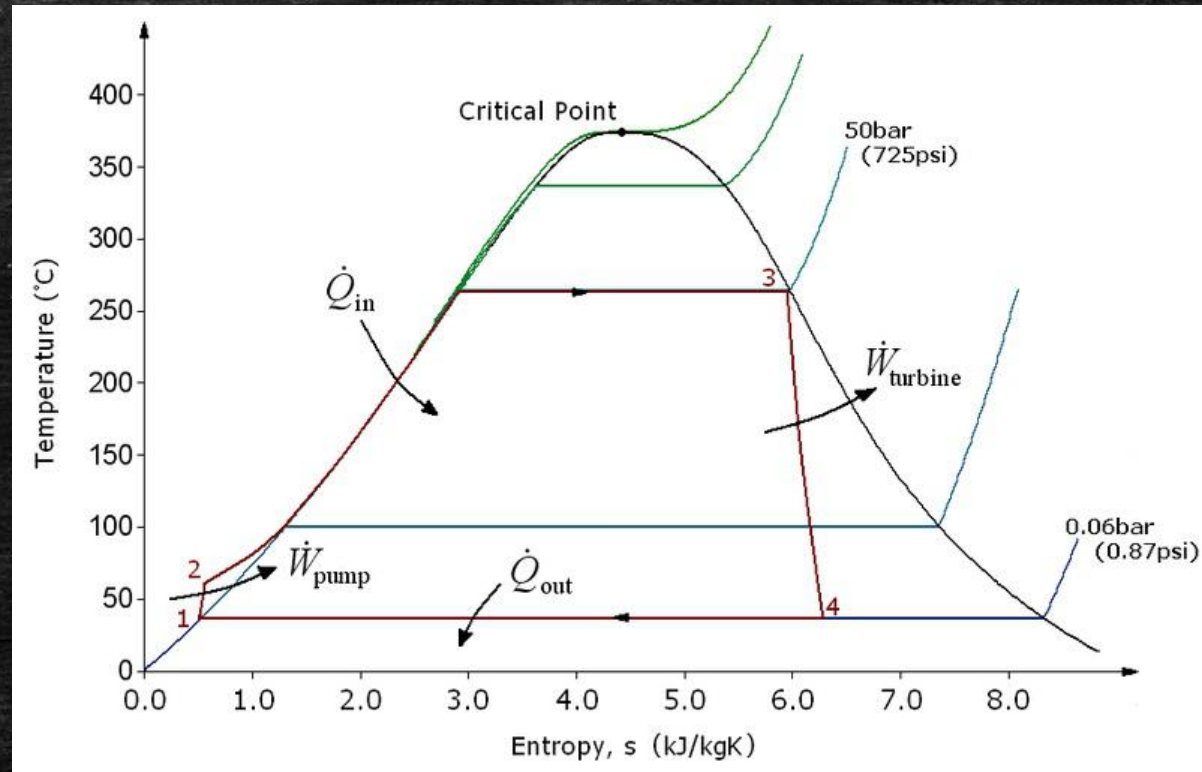
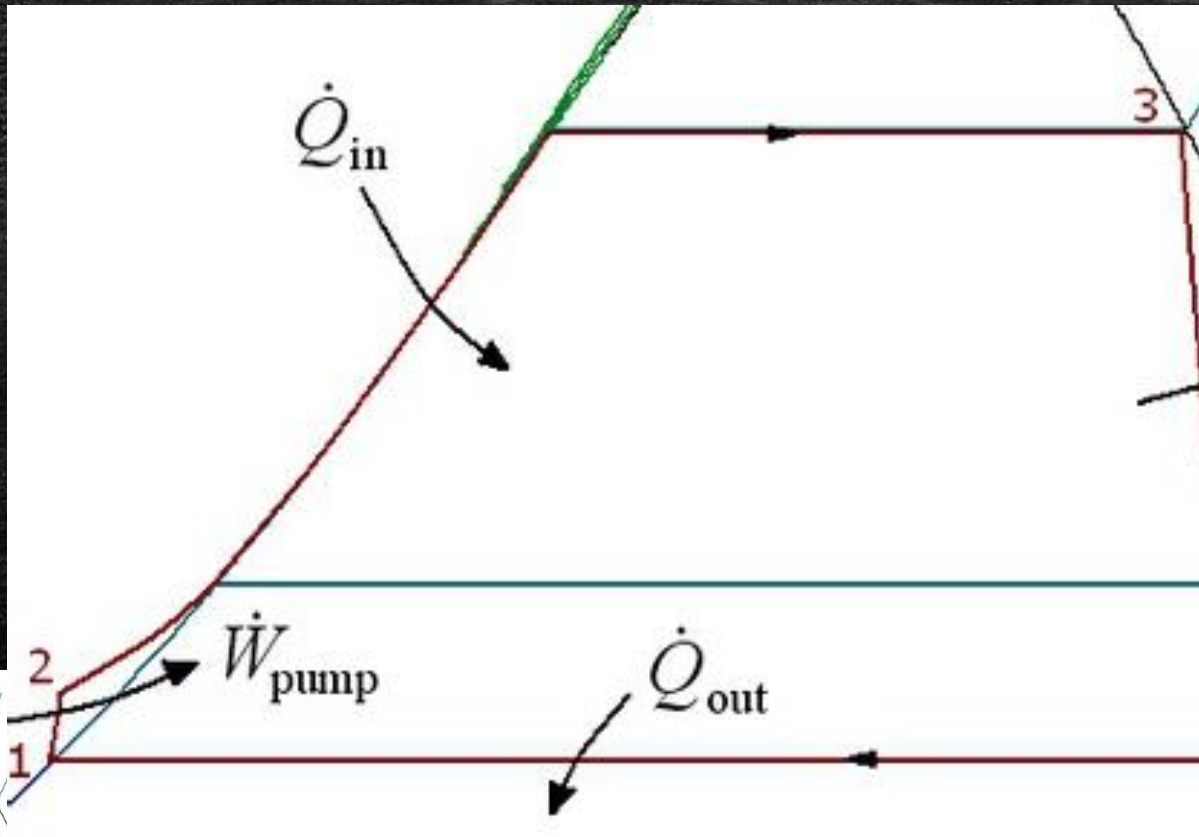


Diagrama del ciclo de Rankine (2-3)



En el proceso 2-3, se transmite calor al fluido de trabajo a presión constante en la caldera.

Se produce el cambio de fase líquida a fase de vapor.

Se obtiene un vapor sobrecalentado.

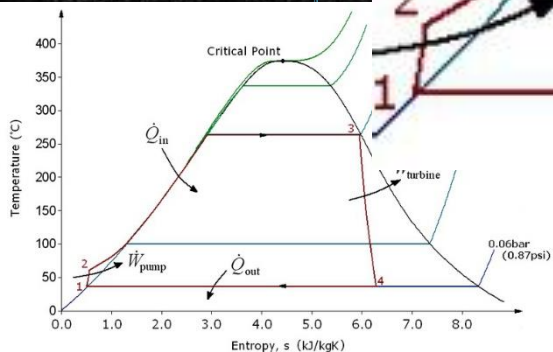
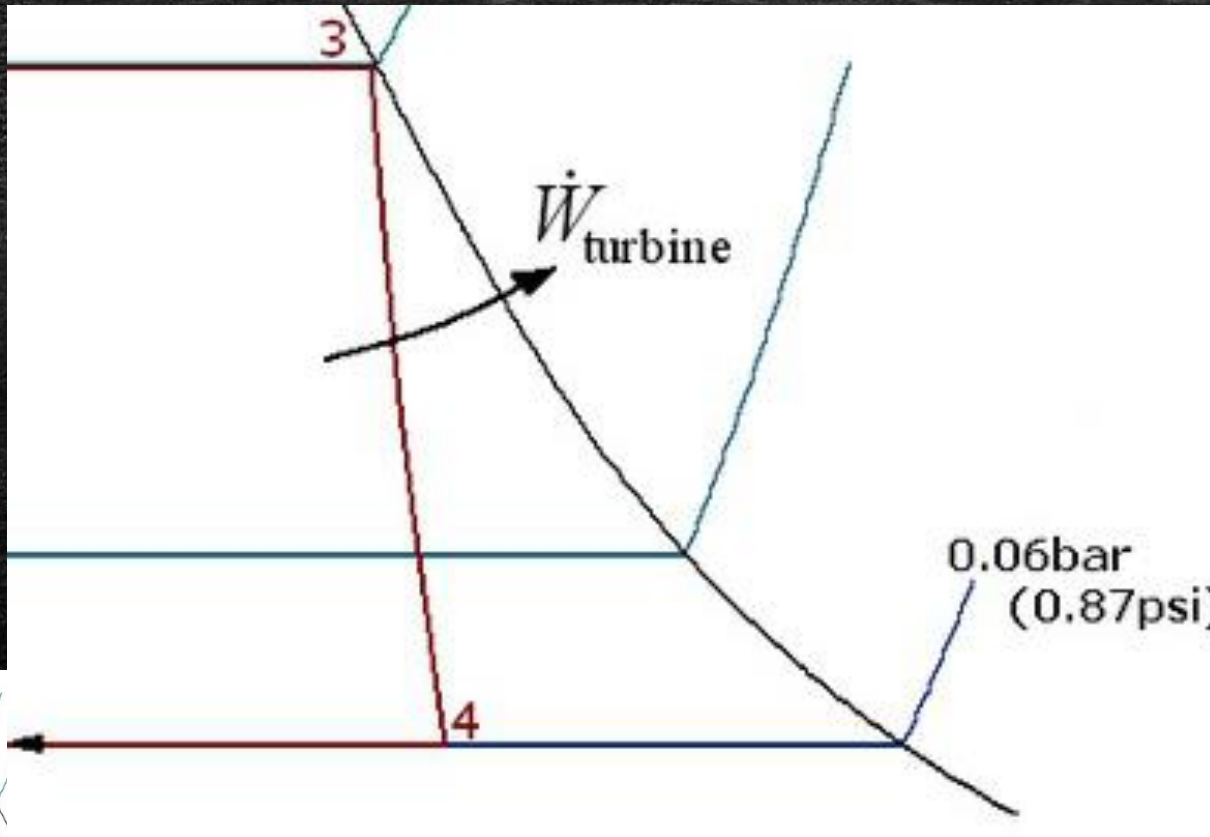


Diagrama del ciclo de Rankine (3-4)



En el proceso 3-4, se produce una expansión adiabática del fluido en fase de vapor.

Corresponde al cambio de presión entre la caldera y el condensador.

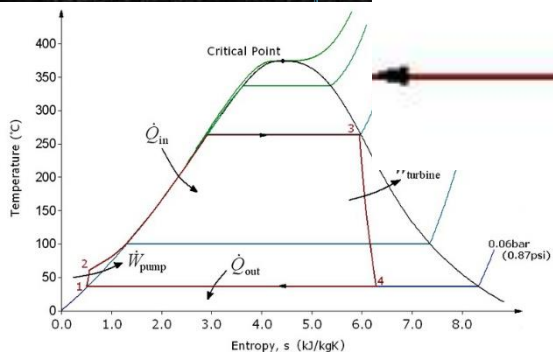
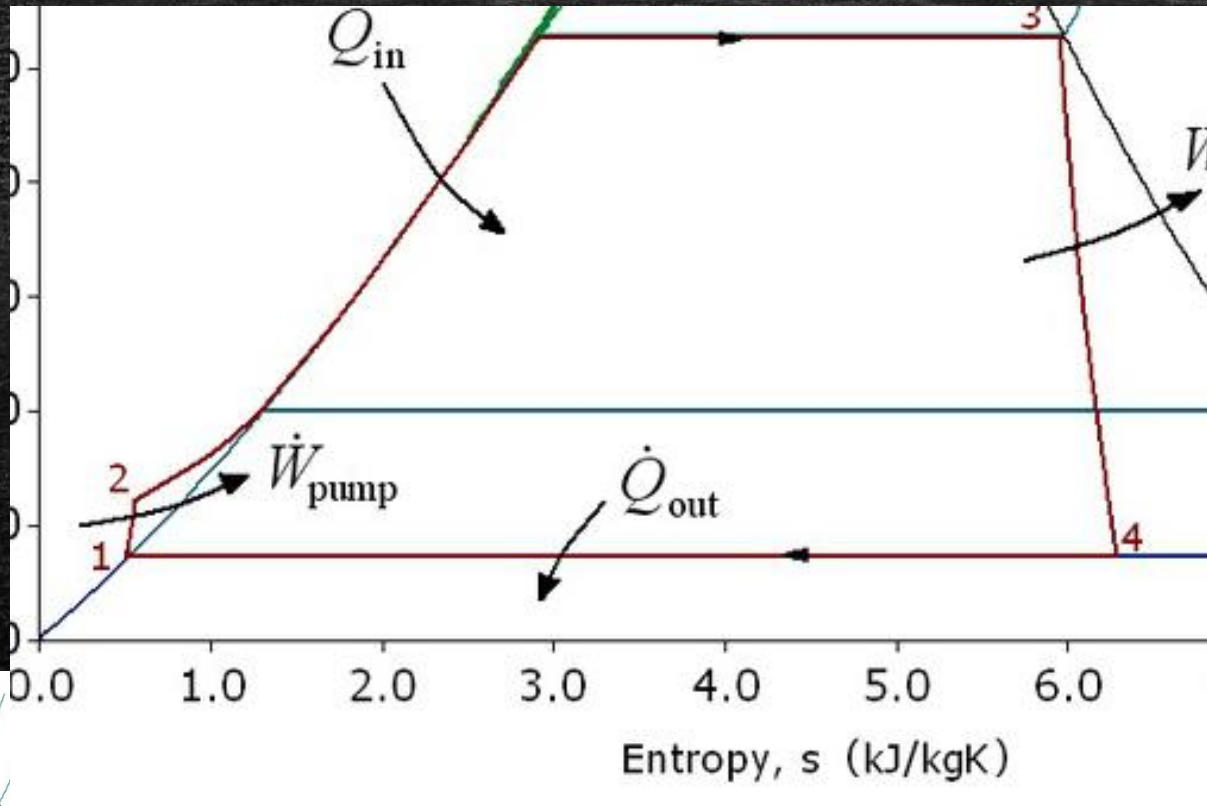


Diagrama del ciclo de Rankine (4-1)



En el proceso 4-1, se transmite el calor del fluido de trabajo a presión constante al circuito de refrigeración del condensador.

Se produce el cambio de fase de vapor a fase líquida.

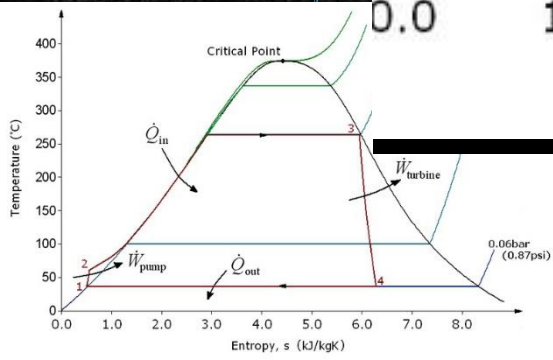
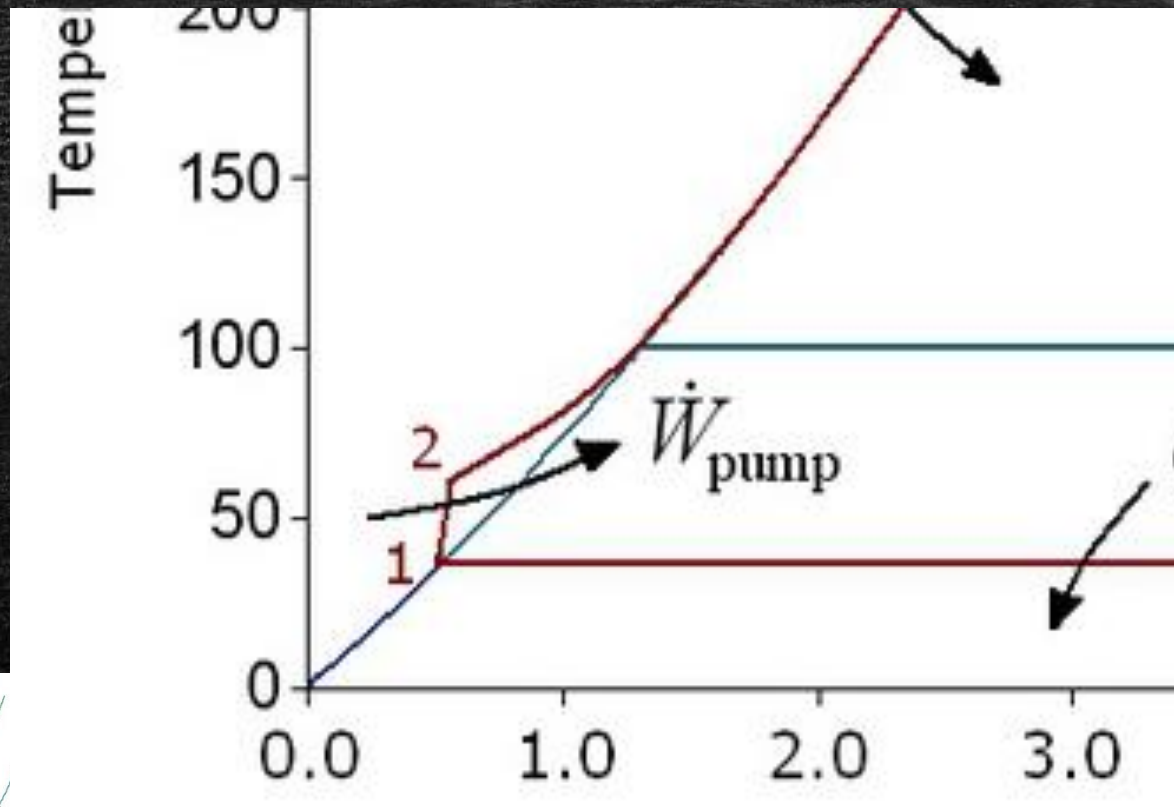
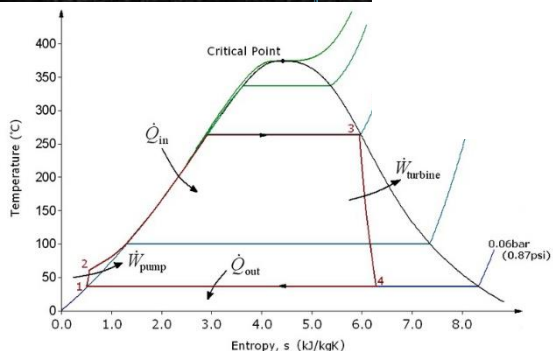


Diagrama del ciclo de Rankine (1-2)



En el proceso 1-2, se produce una compresión adiabática del fluido en fase líquida mediante una bomba.

Se aumenta la presión del fluido de trabajo hasta la presente en la caldera.



Clasificación de las turbinas de vapor

Criterios de clasificación

Existen muchos criterios en los que basar la clasificación de las turbinas de vapor:

- El aprovechamiento de la energía.
- El número de etapas.
- La dirección del flujo de vapor.
- La presión de salida.

Según el aprovechamiento energético

Es la forma más común de clasificar las turbinas de vapor. Se distinguen:

Turbinas de acción, si el vapor se distribuye por toda la sección de la turbina mediante toberas.

Turbinas de reacción, en los que las toberas se sustituyen por álabes fijos en el estator en alternancia con los móviles.

Según otros criterios

Otros criterios además del aprovechamiento energético permiten clasificaciones de las turbinas de vapor:

- El número de etapas: multietapa o monoetapa.
- La dirección del flujo de vapor: axiales o radiales.
- La presión del vapor de salida: contrapresión, escape libre o condensación.

