



Universidad Nacional
Autónoma De México
Facultad de ingeniería



Laboratorio de máquinas térmica

Nombre: Sandra Guadalupe Ramírez Álvarez

Profesor: Ramón Sandoval Peña

Practica: 6

“Ciclo Rankine”

Grupo: 14

Fecha 11 de septiembre del 2014

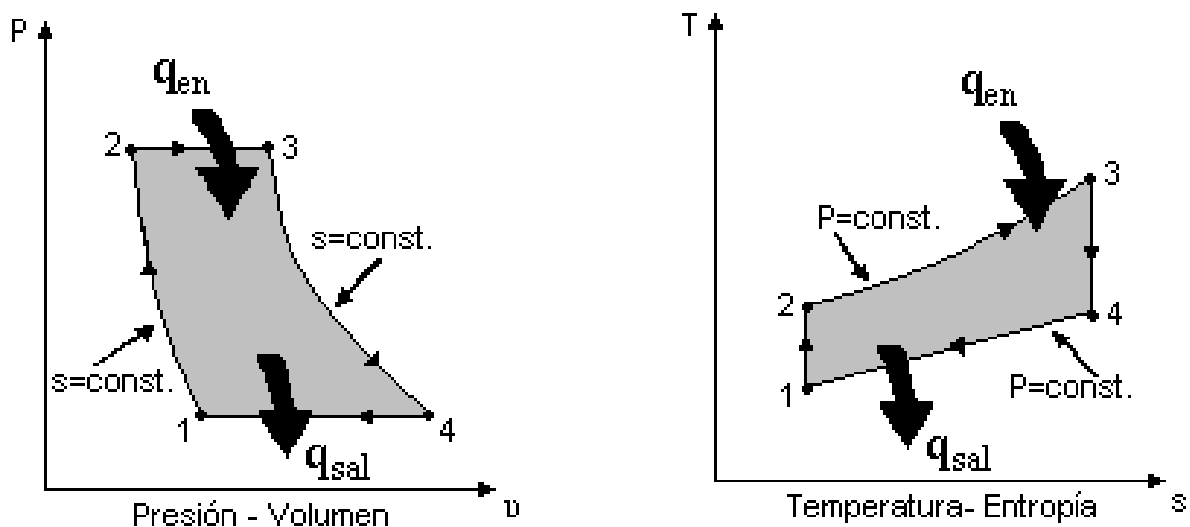
Ciclo Rankine

El ciclo Rankine es un ciclo de potencia representativo del proceso termodinámico que tiene lugar en una central térmica de vapor. Utiliza un fluido de trabajo que alternativamente evapora y condensa, típicamente agua (si bien existen otros tipos de sustancias que pueden ser utilizados, como en los ciclos Rankine orgánicos). Mediante la quema de un combustible, el vapor de agua es producido en una caldera a alta presión para luego ser llevado a una turbina donde se expande para generar trabajo mecánico en su eje (este eje, solidariamente unido al de un generador eléctrico, es el que generará la electricidad en la central térmica). El vapor de baja presión que sale de la turbina se introduce en un condensador, equipo donde el vapor condensa y cambia al estado líquido (habitualmente el calor es evacuado mediante una corriente de refrigeración procedente del mar, de un río o de un lago). Posteriormente, una bomba se encarga de aumentar la presión del fluido en fase líquida para volver a introducirlo nuevamente en la caldera, cerrando de esta manera el ciclo.

El diagrama T-s de un ciclo Rankine ideal está formado por cuatro procesos: dos isoentrópicos y dos isobáricos. La bomba y la turbina son los equipos que operan según procesos isoentrópicos (adiabáticos e internamente reversibles). La caldera y el condensador operan sin pérdidas de carga y por tanto sin caídas de presión. Los estados principales del ciclo quedan definidos por los números del 1 al 4 en el diagrama T-s (1: vapor sobrecalentado; 2: vapor húmedo; 3: líquido saturado; 4: líquido subenfriado). Los procesos que tenemos son los siguientes para el ciclo ideal (procesos internamente reversibles):

- Proceso 1-2: Expansión isoentrópica del fluido de trabajo en la turbina desde la presión de la caldera hasta la presión del condensador. Se realiza en una turbina de vapor y se genera potencia en el eje de la misma.
- Proceso 2-3: Transmisión de calor a presión constante desde el fluido de trabajo hacia el circuito de refrigeración, de forma que el fluido de trabajo alcanza el estado de líquido saturado. Se realiza en un condensador (intercambiador de calor), idealmente sin pérdidas de carga.

- Proceso 3-4: Compresión isentrópica del fluido de trabajo en fase líquida mediante una bomba, lo cual implica un consumo de potencia. Se aumenta la presión del fluido de trabajo hasta el valor de presión en caldera.
- Proceso 4-1: Transmisión de calor hacia el fluido de trabajo a presión constante en la caldera. En un primer tramo del proceso el fluido de trabajo se calienta hasta la temperatura de saturación, luego tiene lugar el cambio de fase líquido-vapor y finalmente se obtiene vapor sobrecalentado. Este vapor sobrecalentado de alta presión es el utilizado por la turbina para generar la potencia del ciclo (la potencia neta del ciclo se obtiene realmente descontando la consumida por la bomba, pero ésta suele ser muy pequeña en comparación y suele despreciarse).



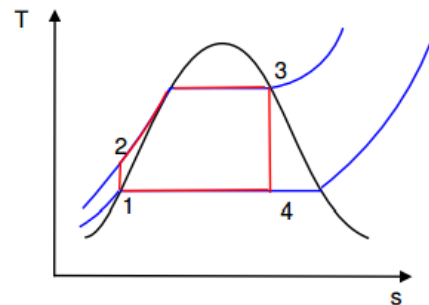
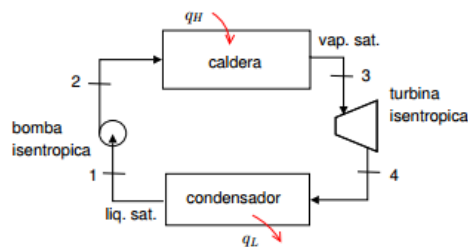
Existen algunas mejoras al ciclo descrito que permiten mejorar su eficiencia. La idea para mejorar un ciclo Rankine es aumentar el salto entálpico entre 1 y 2, es decir, el trabajo entregado a la turbina. Las mejoras que se realizan de forma habitual en centrales térmicas son:

1. Reducción de la presión del condensador: En este procedimiento se disminuye automáticamente la temperatura del condensador otorgando un mayor trabajo a la turbina, una disminución del calor rechazado. La desventaja es que la humedad del vapor empieza a aumentar ocasionando erosión en los álabes de la turbina.
2. Aumentar la presión de la caldera para una temperatura fija: Al aumentar la presión aumenta la temperatura a la cual se añade calor aumentando el

rendimiento de la turbina por ende la del ciclo. La desventaja es la humedad excesiva que aparece.

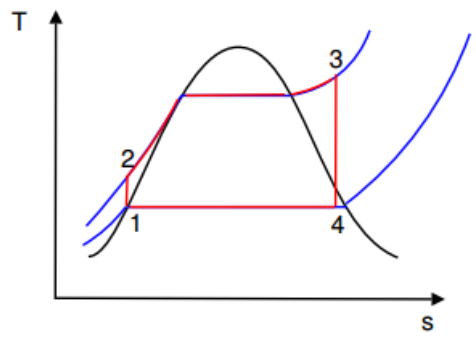
3. Sobrecalentar la temperatura de entrada de la turbina: se procede a recalentar el vapor a altas temperaturas para obtener un mayor trabajo de la turbina, tiene como ventaja que la humedad disminuye. Este aumento de la temperatura está limitado por los materiales a soportar altas temperaturas.
4. Recalentamientos intermedios del vapor, escalonando su expansión. Esto es, tener varias etapas de turbina, llevando a condiciones de sobrecalentamiento mediante recalentadores (Moisture Steam Reheaters en el caso de centrales nucleares) y de economizador. Este escalonamiento de la expansión da lugar a los cuerpos de alta, media y baja presión de turbina.
5. Realizar extracciones de vapor en la turbina, calentando el agua de alimentación a la caldera, aumentando su entalpía. El número de extracciones no suele superar las 7, ya que no implicaría una mejora de rendimiento considerable frente a la complicación técnica que conllevan.

- Ciclo Rankine simple

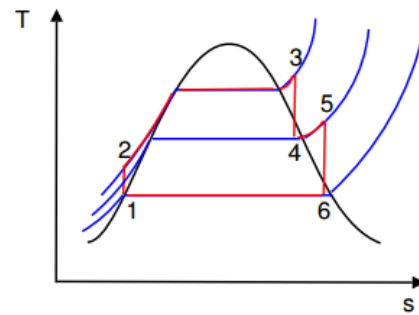
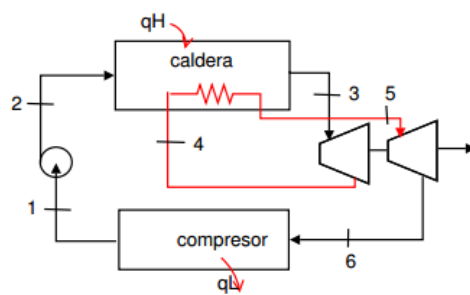


- Ciclo con sobrecalentamiento

Implica sobrecalentar el vapor de la caldera, con esto mejora la eficiencia y la calidad cuatro aumenta

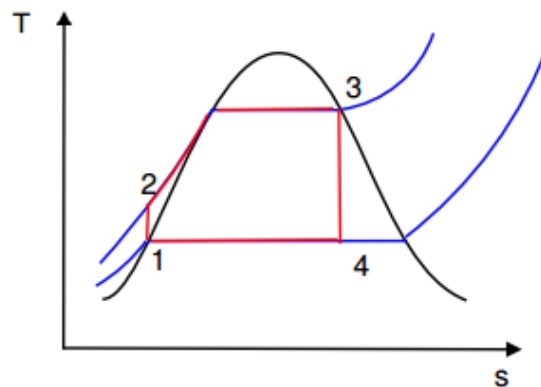


- Ciclo con recalentamiento



La expansión en la turbina se realiza en dos etapas, recalentando el vapor entre ellas esto, aumenta la temperatura media a la cual se recibe el calor y aumenta la calidad a la salida de la turbina.

- Ciclo con regenerativo



En este ciclo se precalienta el líquido que entra en la caldera usando uno (o más) intercambiadores (abiertos o cerrados) en los cuales entra en contacto térmico con un drenaje intermedio de la turbina.

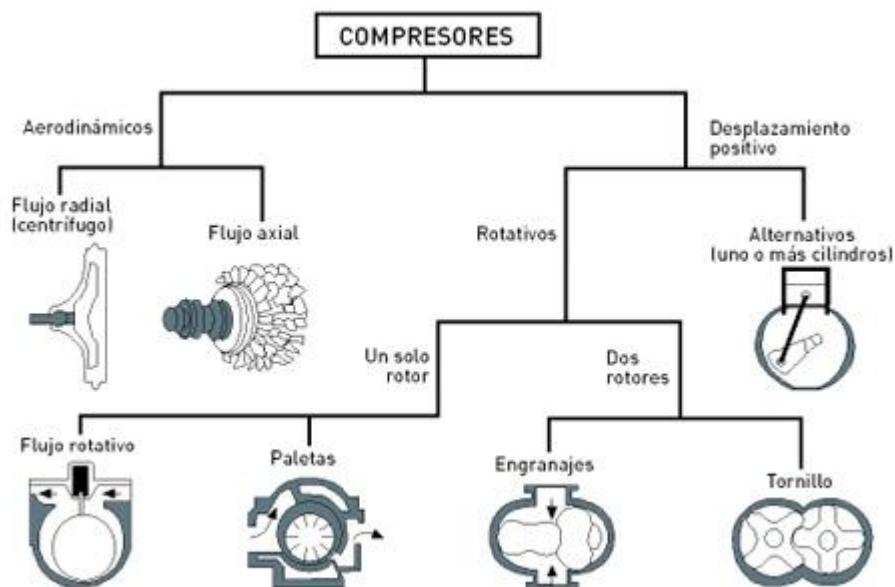
- ✓ Evita la corrosión
- ✓ Ayuda a controlar el flujo de vapor
- ✓ Saca gases en varias etapas y los reutiliza para calentar el agua que sale del condensador

❖ Tarea: ejemplo de máquinas de desplazamiento positivo de movimiento alternativo y rotatorio



COMPRESORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

COMPRESOR, que es una máquina destinada a incrementar la presión del aire, con el fin de proporcionarle energía para utilizarlo en múltiples aplicaciones.



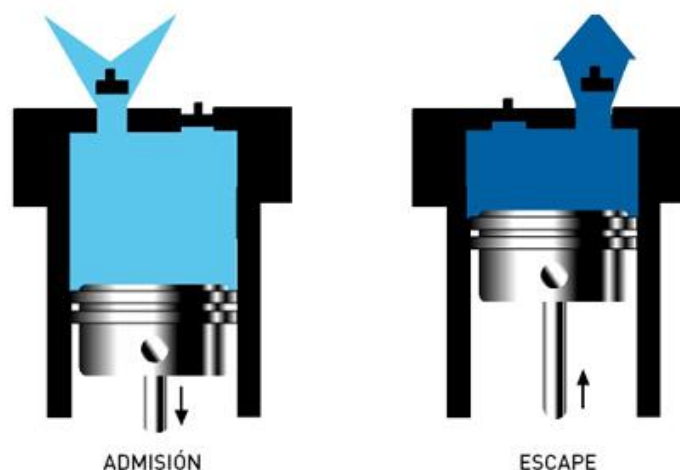
Los compresores de desplazamiento positivo o volumétrico aumentan la presión del gas gracias a la reducción de su volumen, transmitiendo esta presión íntegramente a todo el fluido situado aguas abajo.

Estos compresores disponen de un elemento denominado desplazador, que atrapa el gas mediante la creación de una succión, reduce su volumen, y lo desplaza hacia la salida donde existe una presión superior.

Los compresores volumétricos se dividen a su vez en alternativos y rotativos (según el movimiento que posee su órgano desplazador).

Los compresores alternativos son los más utilizados en la industria por sus notables ventajas y características, que los convierten en los más económicos tanto en el momento de su adquisición como en el de su uso.

Constan de un cilindro donde se desplaza alternativamente un émbolo arrastrado desde el exterior por un vástago, o simplemente por una biela; cuando éste comienza a salir del cilindro se crea una succión que permite la entrada del aire desde el exterior a través de una válvula, llenándola.



Cuando el pistón regresa se reduce el volumen y se incrementa la presión del aire hasta alcanzar un valor en el que se abre una válvula que conecta el cilindro con el servicio.

Los compresores volumétricos rotativos disponen de un cuerpo o carcasa generalmente cilíndrico, dentro del cual están dispuestas unas piezas móviles giratorias de una forma variada, que crean unos recintos que en primer término atrapan el aire mediante succión, para luego disminuir su volumen, elevar su presión y al mismo tiempo desplazarlo hacia su salida, en contacto con una zona de mayor presión.

Entre este tipo de compresores cabe citar los de aletas y los de tornillo como los más importantes.

Procedimiento del experimento

Después de tomar la teoría necesaria para llevar a cabo el experimento el profesor no explico en que iba a consistir el experimento, lo primero que hizo fue mostrarnos de donde se iba a tomar la temperatura del agua de entrada y de la presión de la caldera después nos explico cómo seguía su camino el agua hasta llegar a una válvula de estrangulamiento la cual un compañero estuvo controlando para que fuera constante, otro compañero iba a cuidar el voltímetro y el amperímetro mientras otro simulaba el aumento en el uso de la energía, otro compañero tomo las RPM las cuales al dejar un voltaje constante estas igual iban hacer constantes, otro compañero se encargo de controlar el nivel del agua del pozo caliente mediante válvulas y por ultimo para medir el flujo másico con una cubeta y de una de las válvulas de las cuales se salía flujo de agua después de la compresión se tomaba dicho liquido en 60 segundos para después pesarlo este experimento se llevo a cabo 5 veces con lo que obtuvimos distintos flujos másicos y corrientes al final del experimento se tomaron los datos de temperaturas y presiones faltantes para nuestro análisis, se utilizó una turbina Westhinghouse.

Bibliografía

- ✓ Apuntes del laboratorio de máquinas térmicas

Ing. Eduardo Hernández Gordobar, ing. Alejandro Ocampo

- ✓ <http://biblioagora.ucevalpo.cl/docs/1045/Apuntes%20III%20BOMBAS.pdf>

- ✓ <http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/distribucion-y-generacion-de-aire-comprimido>

- ✓ http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rBK-VD_NBfkJ:reocities.com/ResearchTriangle/system/9160/alabe-turbina.doc+&cd=11&hl=es&ct=clnk&gl=mx