



Segunda Ley de la Termodinámica



Breve repaso

- Ley cero: Si dos cuerpos están en equilibrio con un tercero, entonces están en equilibrio térmico entre si.
- Primera ley: La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Segunda ley

- La segunda ley dice que la energía tiene “calidad” y los procesos tienen “dirección”
- Calidad: Energía útil y energía perdida. Eficiencia
- Dirección: Procesos reversibles e irreversibles



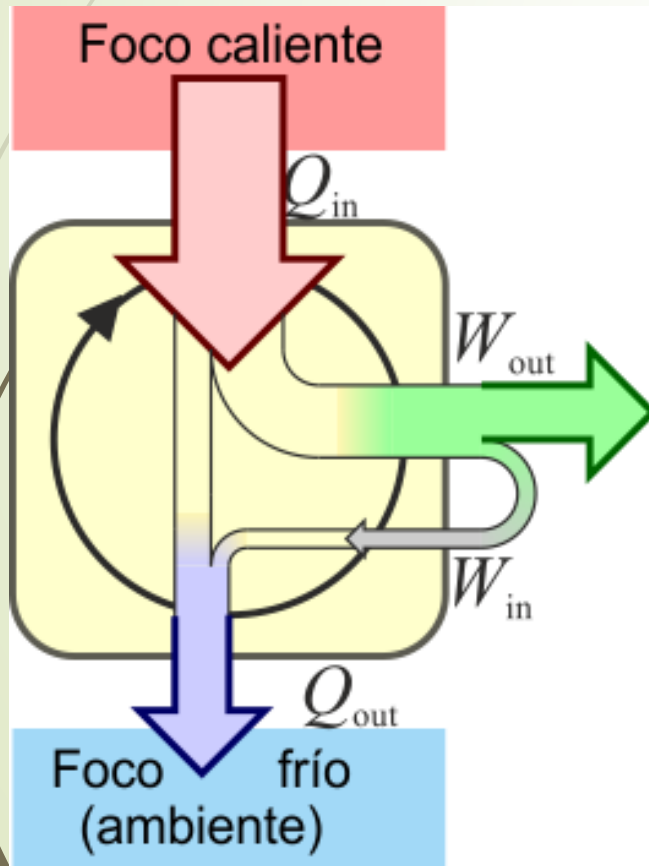
Depósito de energía térmica

- Cuerpo hipotético que puede absorber o suministrar calor (cantidades finitas) sin experimentar cambios de temperatura.
- Sumidero: Depósito que absorbe calor
- Fuente: Depósito que entrega calor.



Máquina térmica

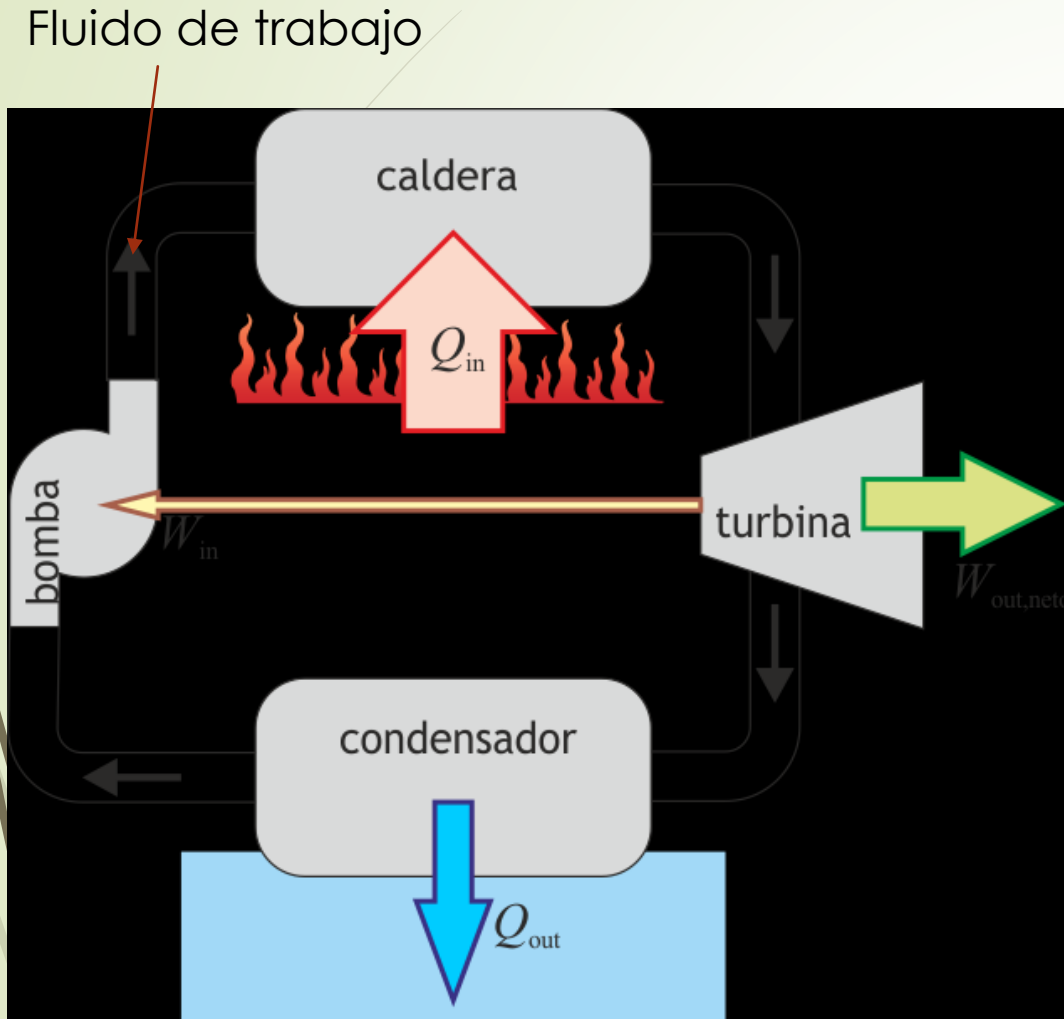
Dispositivo que convierte energía térmica en otros tipos de energía, principalmente trabajo



Como funciona??

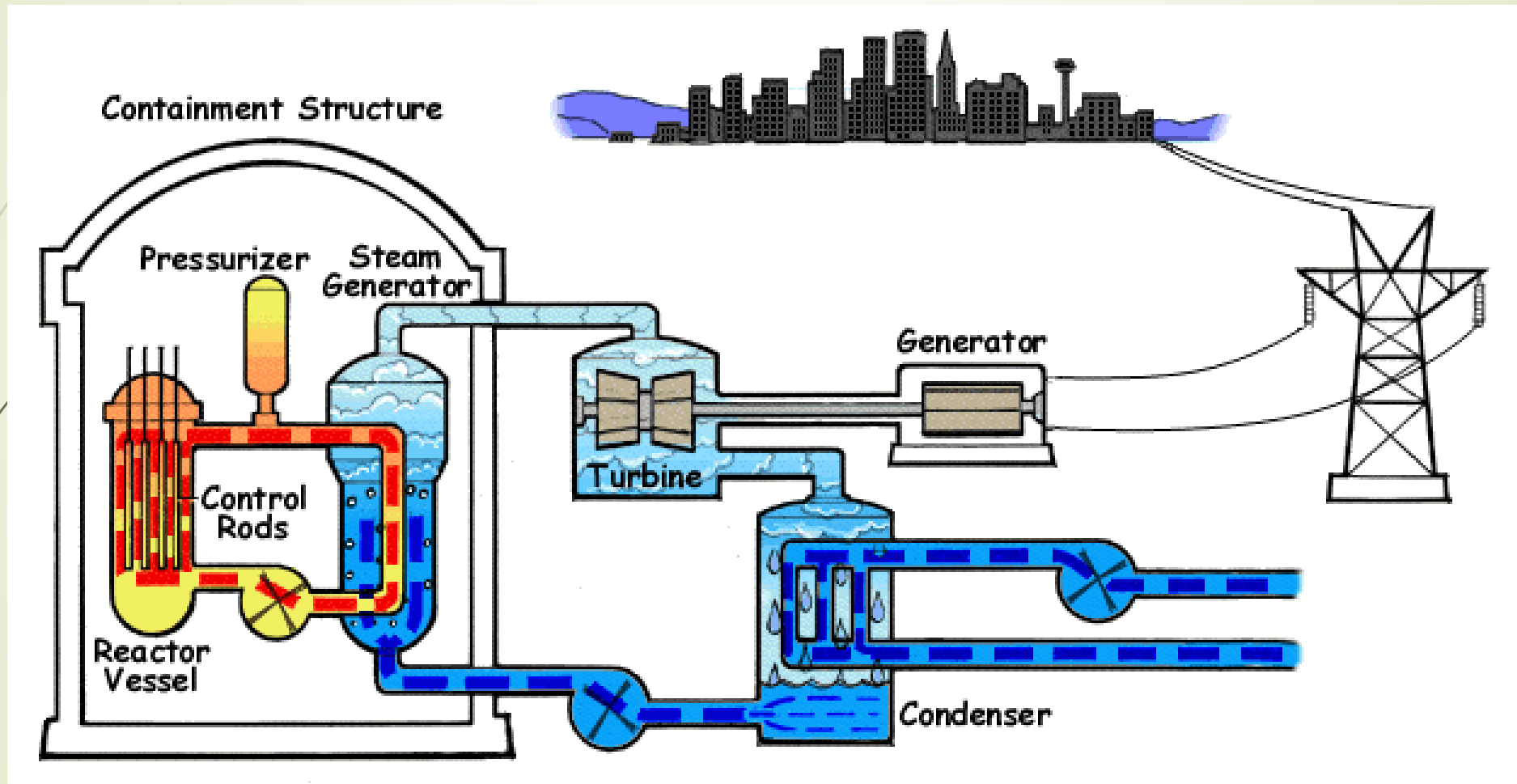
- 1.- Recibe calor de una fuente a alta temperatura.
- 2.- Convierte parte del calor en trabajo.
- 3.- Rechaza el calor de desecho hacia el sumidero (ambiente generalmente).
- 4.- Opera en un ciclo

Central eléctrica de vapor



- Bomba: Mueve el líquido hacia la caldera. Si fuera gas, sería un compresor.
- Caldera: Lugar por donde pasa el fluido para absorber calor y cambiar de fase. Si el foco caliente es como el del ejemplo, entonces es un proceso de combustión externa. Si el calor se genera dentro de la propia cámara, entonces hablamos de combustión interna (motor auto).
- Turbina: Llegar ahí por diferencia de presiones, la turbina se mueve por el vapor, y mueve un eje conectado a un generador.
- Condensador: Recibe el vapor que resulta sobrante y le cambia la fase nuevamente, en este proceso pierde calor.

Central eléctrica de vapor



Central eléctrica de vapor

De la primera ley: $\Delta E=0$

$$W_{entra} + Q_{entra} = W_{sale} + Q_{sale}$$

$$W_{sale} - W_{entra} = Q_{entra} - Q_{sale}$$

$$W_{neto\ salida} = Q_{entra} - Q_{sale}$$

Eficiencia térmica

- Es la medida de desempeño de una máquina térmica

$$\eta_{Ter} = \frac{\text{Salida de trabajo neto}}{\text{Entrada de calor total}} = \frac{W_{neto\ salida}}{Q_{entra}} = 1 - \frac{Q_{sale}}{Q_{entra}}$$

$$\eta_{Ter} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

En donde:

Q_H = Calor transferido de la fuente, que esta a una temperatura T_H , al dispositivo o sistema.

Q_L = Calor transferido del dispositivo o sistema al sumidero que esta a una temperatura T_H .

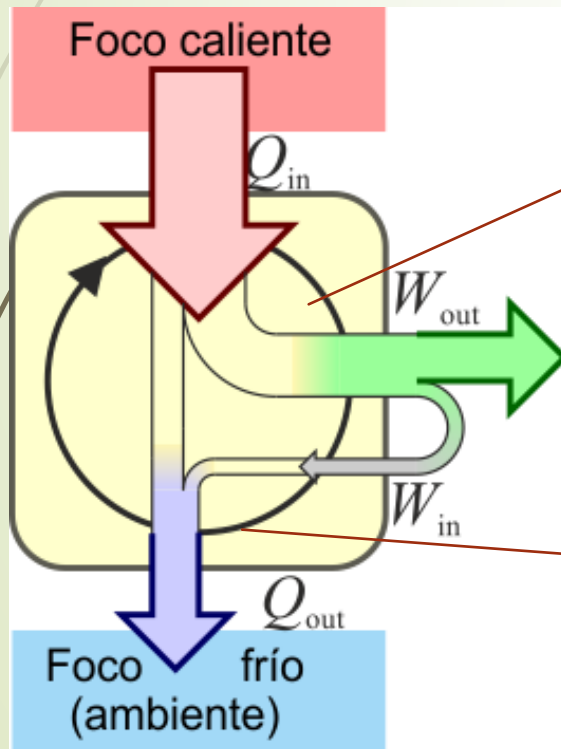


Eficiencia térmica

- “Un motor de **gasolina** de ciclo Otto viene a tener una eficiencia de entre el 20 y el 30%, en el mejor de los casos. Un motor de gasóleo de ciclo **Diésel** viene a tener una eficiencia de entre el 30 y el 45%, en el mejor de los casos (para lograr ese 45% suele ser un motor diésel hibridado, o un motor diésel naval).” (motorpasion.com)

Enunciado segunda ley de la termodinámica (Kelvin-Plank)

- “Ninguna máquina térmica puede tener una eficiencia térmica del 100%”

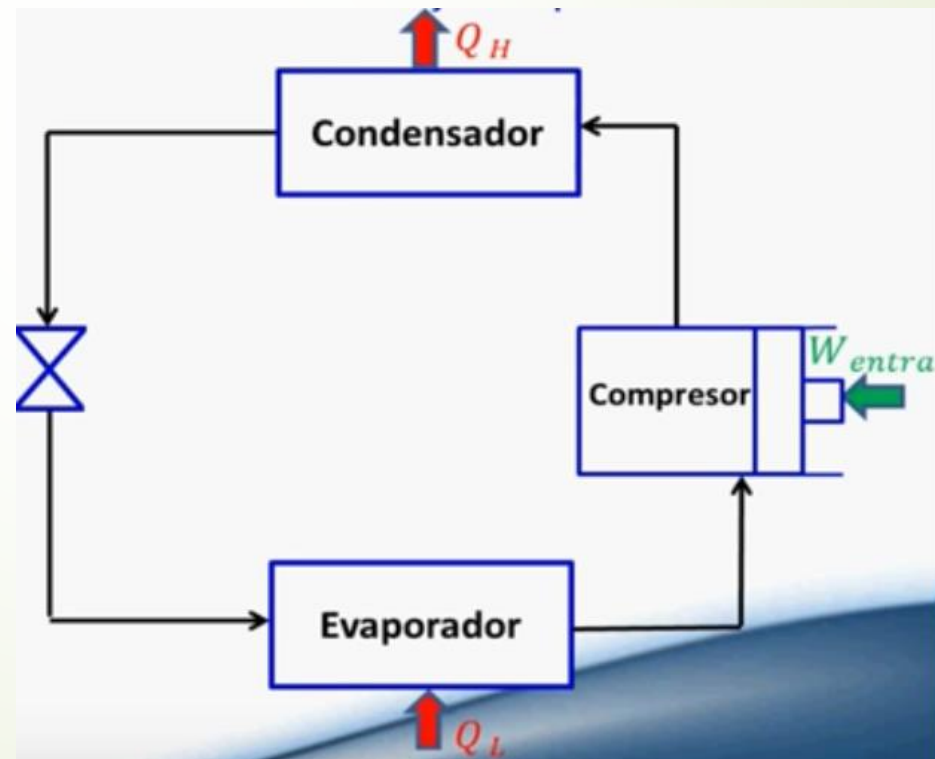
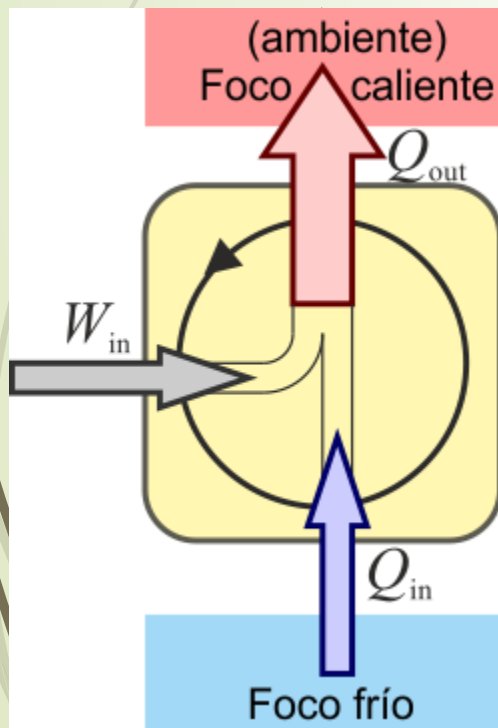


Es imposible transformar todo el calor en trabajo

Siempre van a existir pérdidas de calor

Refrigerador

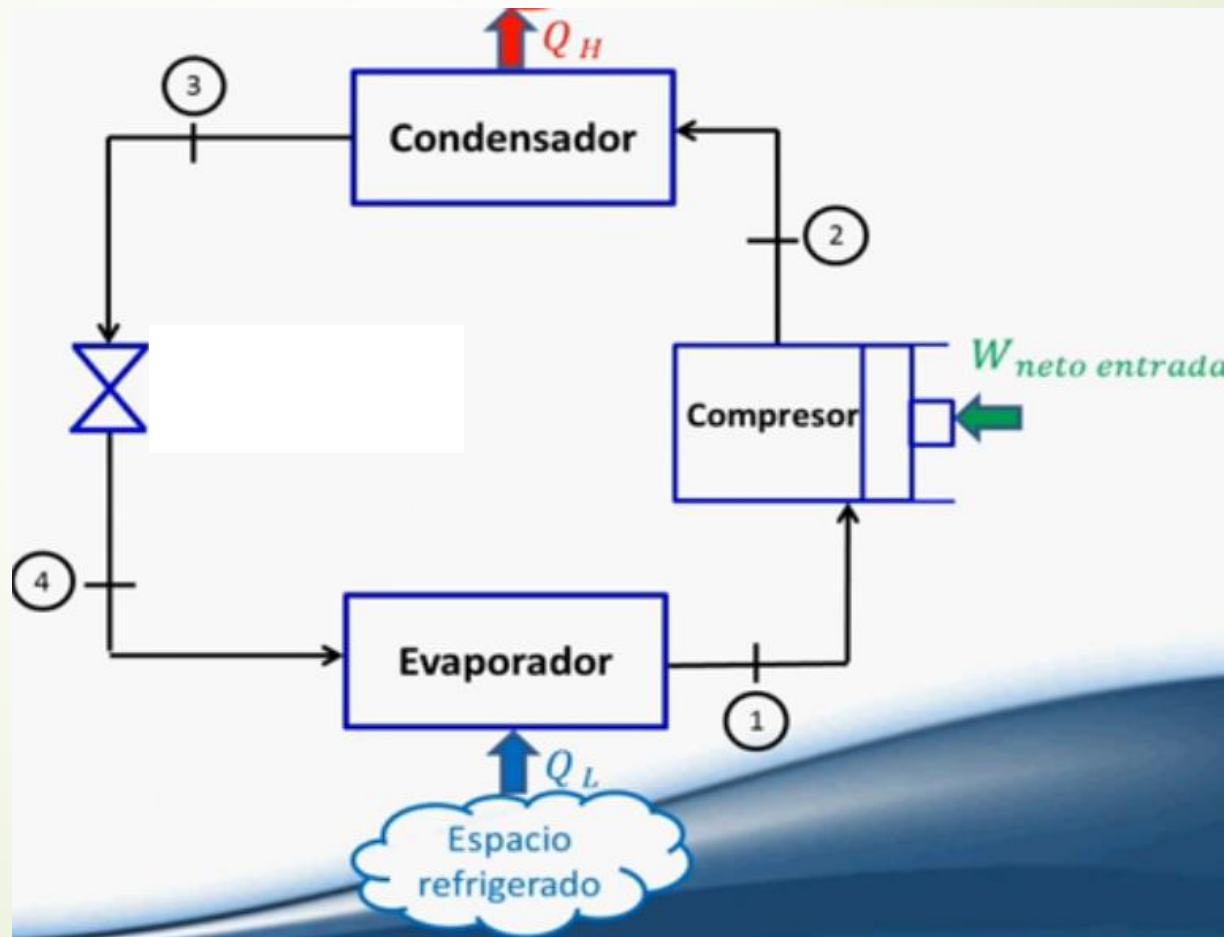
- Dispositivo para transferir calor de un medio a baja temperatura hacia un medio a alta temperatura.



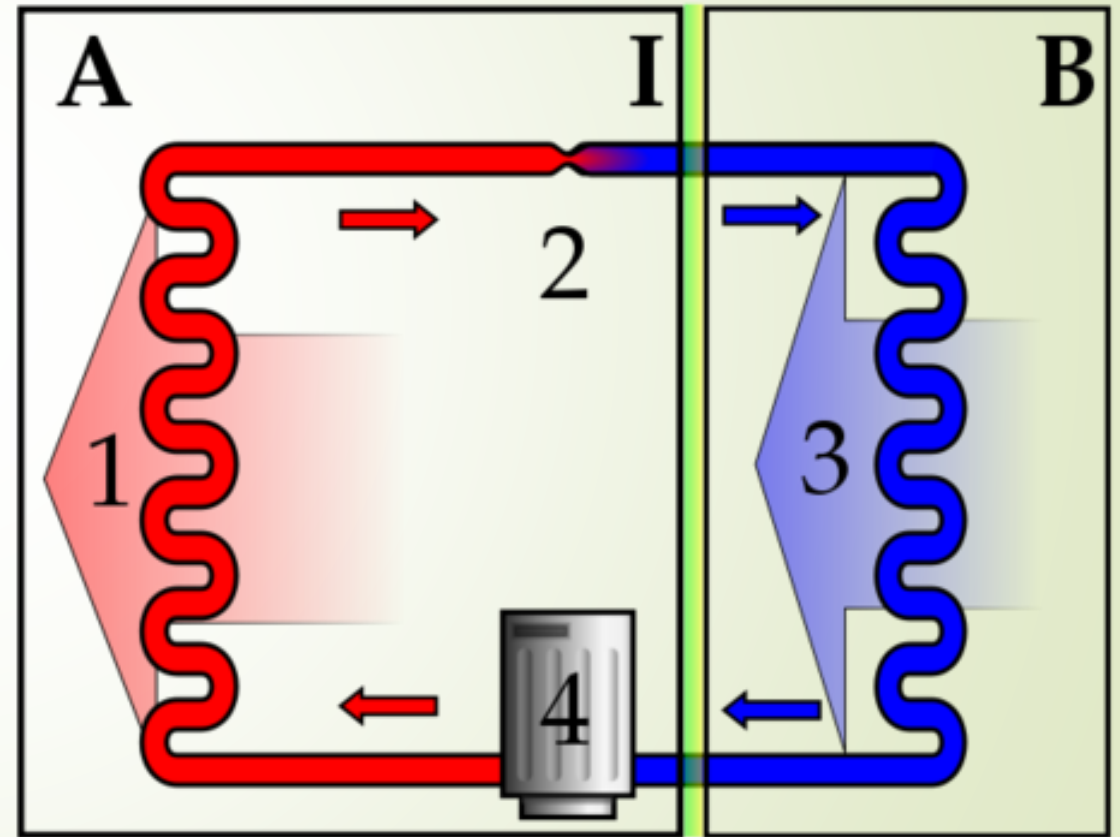
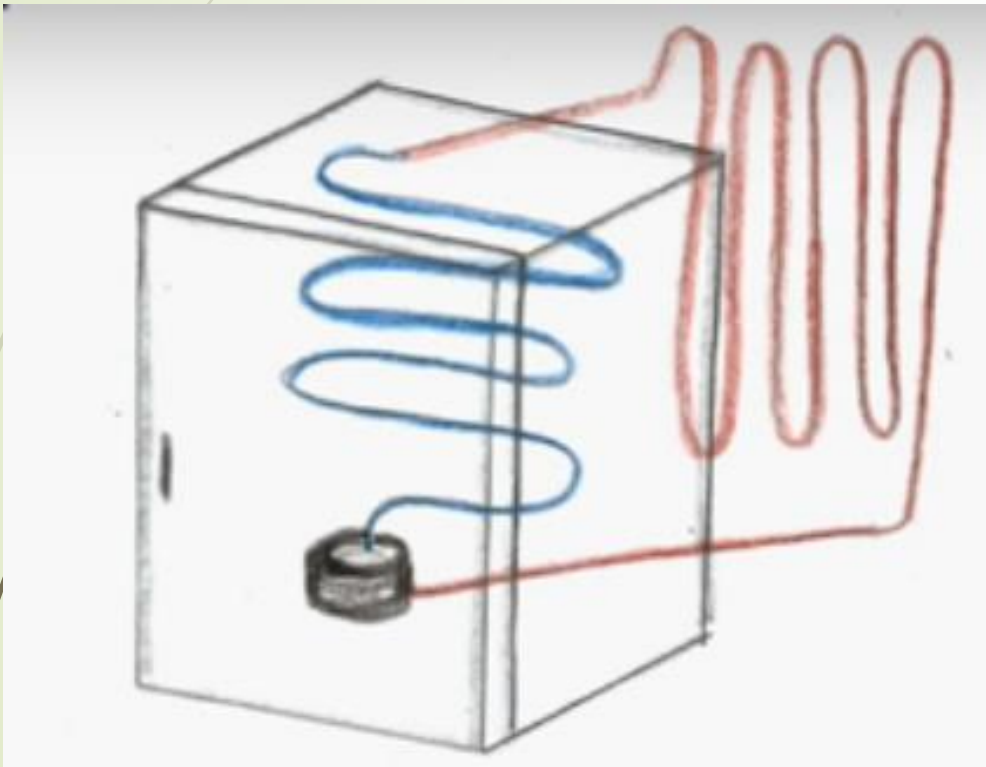
Ciclo Refrigeración

Procesos del fluido en refrigeración:

- 1-2 Aumento P y V
- 2-3 Disminuye T
- 3-4 Disminuye P y V
- 4-1 Aumenta T



Ciclo de Refrigeración



Coeficiente de desempeño (COP_R)

- Medida de la eficiencia de un refrigerador, según el mismo principio que para las máquinas térmicas siendo “lo que se saca” el calor Q_{in} que se extrae del foco frío y “lo que cuesta” el trabajo W_{in}

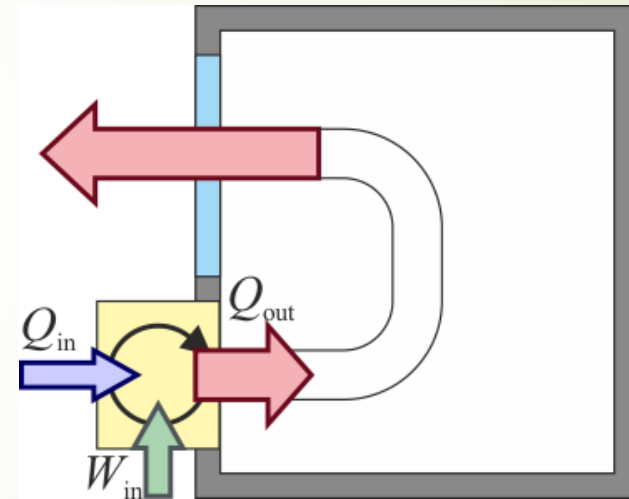
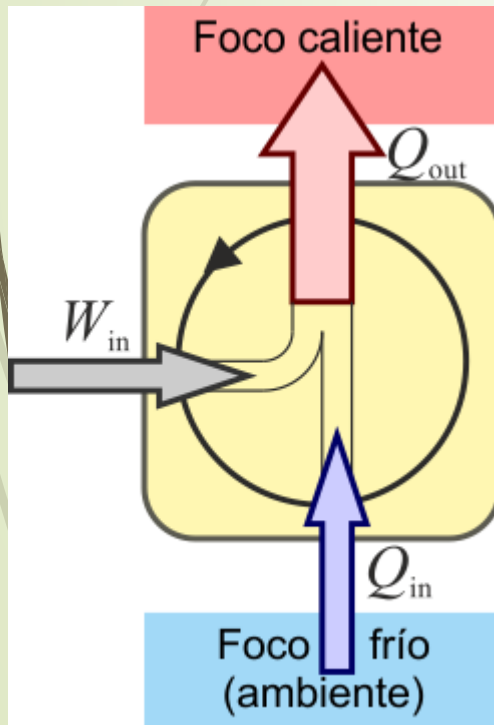
$$COP_R = \frac{Q_L}{W_{neto\ entrada}} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}$$

De la primera ley

$$W_{neto\ salida} = Q_{entra} - Q_{sale}$$

Bomba de calor

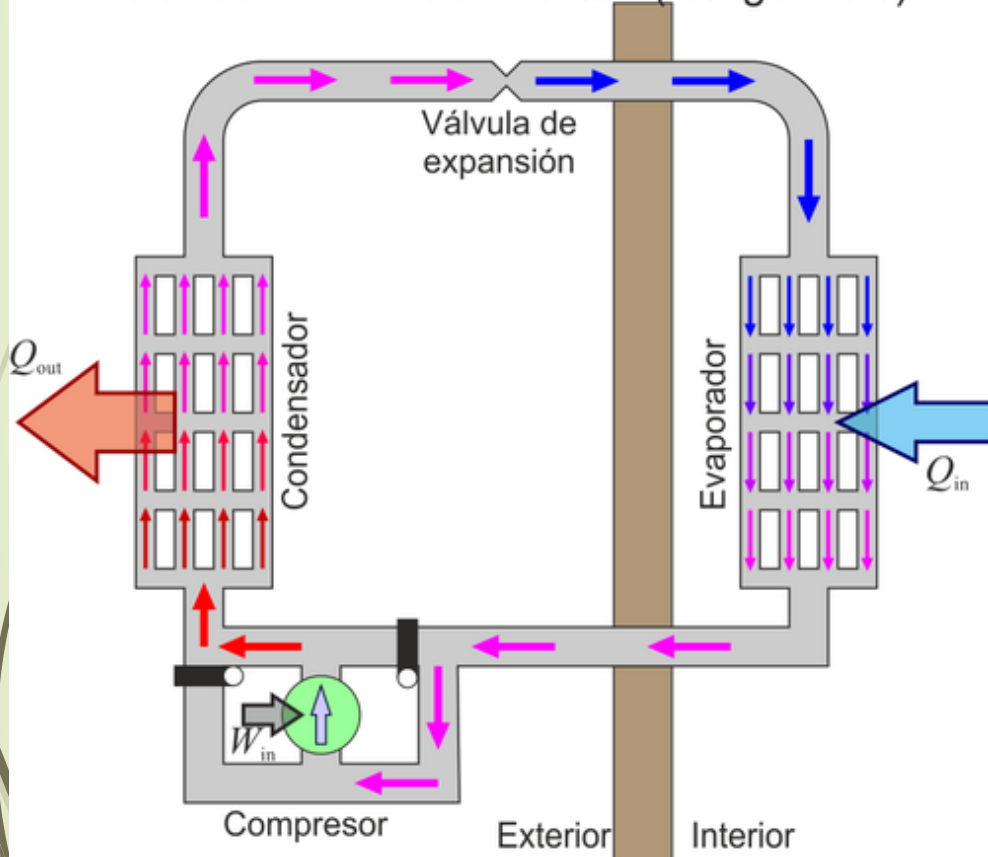
- Es un dispositivo que mantiene un espacio caliente, utilizando el mismo ciclo de un refrigerador.



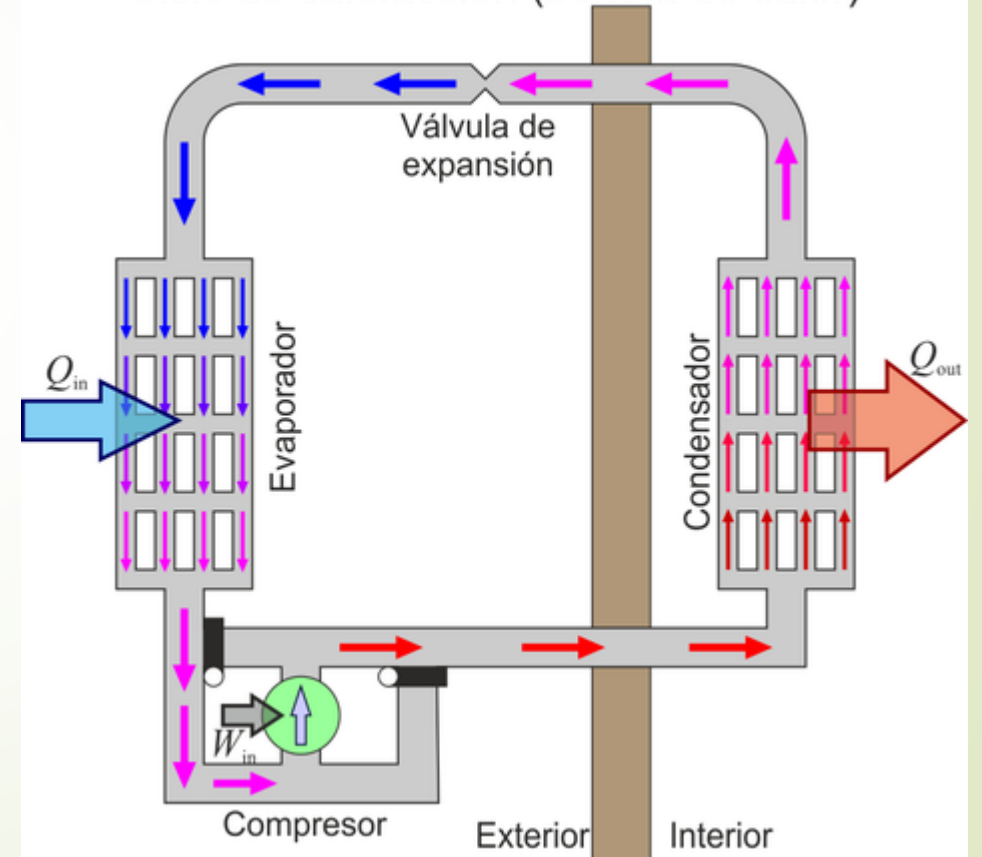
$$COP_{HP} = \frac{Q_H}{W_{neto\ entrada}} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{1 - \frac{Q_L}{Q_H}}$$

Diagramas refrigerador y bomba de calor

Ciclo de aire acondicionado (refrigerador)



Ciclo de calefacción (bomba de calor)



Enunciado de la segunda ley de la termodinámica (Clausius)

- “No es posible proceso alguno cuyo único resultado sea la transferencia de calor desde un cuerpo frío a otro mas caliente”



[Esta foto](#) de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-SA](#)



Máquinas de movimiento continuo

- ▶ MMC1 = Viola la primera ley de la termodinámica
- ▶ MMC2 = Viola la segunda ley de la termodinámica

Resumen

- De acuerdo a la segunda ley de la termodinámica, la energía tiene “calidad” y los procesos ocurren en una sola dirección.
- Un depósito de energía térmica es un cuerpo hipotético que puede absorber o suministrar calor.
- Una máquina térmica es un dispositivo que convierte energía térmica en otros tipos de energía, principalmente en trabajo.
- Enunciado de la segunda ley de la termodinámica (Kelvin-Planck):
“Ninguna máquina térmica puede tener una eficiencia térmica del 100%”
- Un refrigerador es un dispositivo para transferir calor de un medio a baja temperatura a uno de alta temperatura.
- Enunciado de la segunda ley de la termodinámica (Clausius):
“No es posible proceso alguno cuyo único resultado sea la transferencia de calor desde un cuerpo frío a otro más caliente”
- Las máquinas que violan las leyes de la termodinámica son conocidas como “máquinas de movimiento continuo” o “máquinas de movimiento perpetuo”.