



Ciclos de Máquinas térmicas de vapor

Introducción

Rendimiento térmico

$$\eta = \frac{W_n}{Q_1}$$

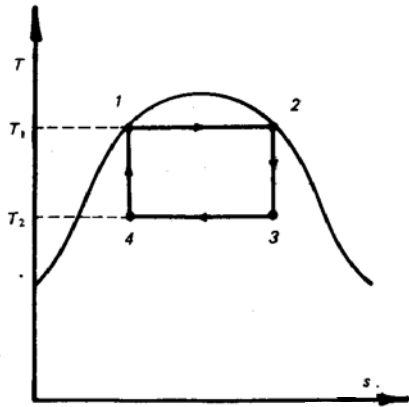
Costos:

- Instalación
- Operación
- Mantenimiento

Relación de trabajo

$$r_w = \frac{\text{Potencia}_{util}}{\text{Potencia}_{instalada}}$$

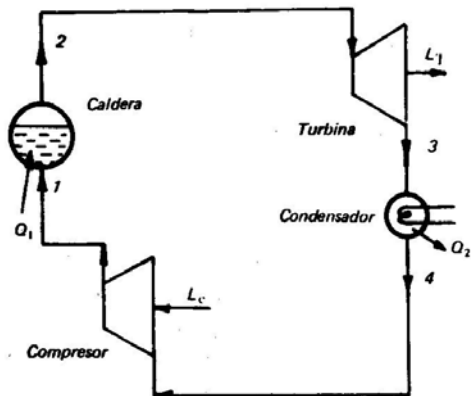
Ciclo de Carnot



- Transformaciones reversibles.
- 2 Isotérmicas, isobaricas
- 2 adiabáticas
- Máximo rendimiento.

- 1-2 Vaporización: Caldera
- 2-3 Expansión adiabática: turbina
- 3-4 Condensación parcial: Condensador
- 4-1 Compresión adiabática

Esquema de la instalación



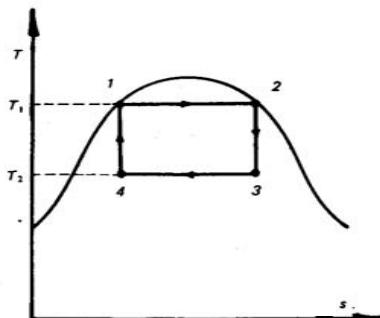
Trabajo neto o útil

$$W_n = W_t - W_b$$

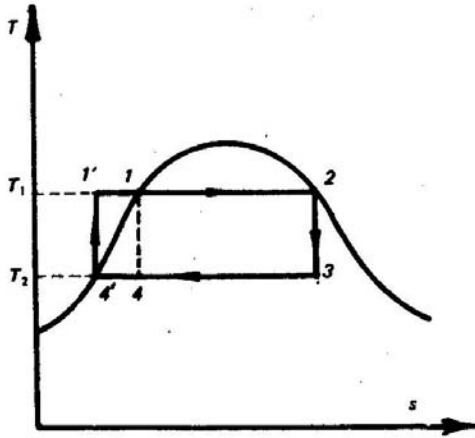
Rendimiento térmico

- Todas transformaciones reversibles

$$\eta = \frac{W_n}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$



Inconvenientes técnicos del CC



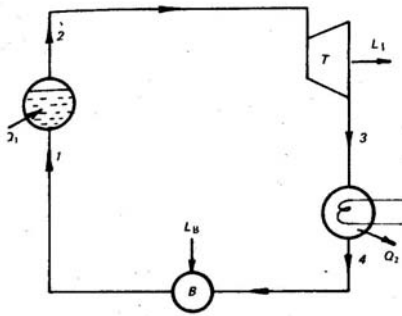
Dificultades prácticas:

- Extracción de vapor húmedo en 4
- Compresor de líquido y vapor
- $P_{1'} \gg P_1$
- Proceso 1-1': técnicamente imposible

Relación de trabajo

$$r_w = \frac{\text{Potencia}_{\text{util}}}{\text{Potencia}_{\text{instalada}}} = \frac{W_t - W_c}{W_t + W_c} \ll 1$$

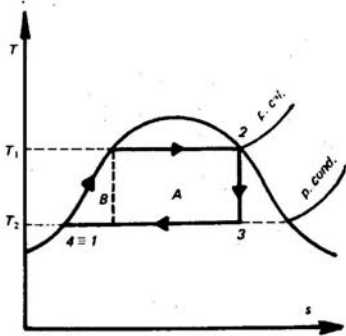
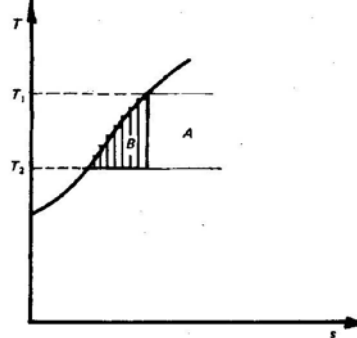
Ciclo de Rankine



Diferencias:

- Salida del condensador: líquido saturado
- Compresión de líquido en una bomba
- Se necesitan infinitas fuentes de calor intermedias entre T_1 T_2

$$\eta_{\text{Rank}} < \eta_{\text{Carnot}}$$



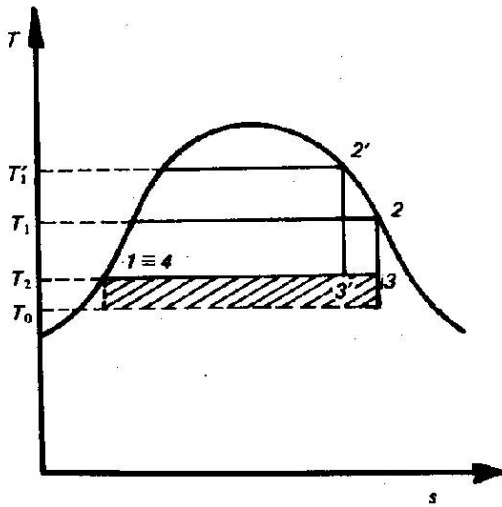
Relación de trabajo

$$W_t \gg W_b \Rightarrow r_w = \frac{W_t - W_b}{W_t + W_b} \cong 1$$

Ciclo de Rankine-2

Mejora del rendimiento:

- Aumento de la temperatura fuente caliente
- Disminución de la temperatura de fuente fría



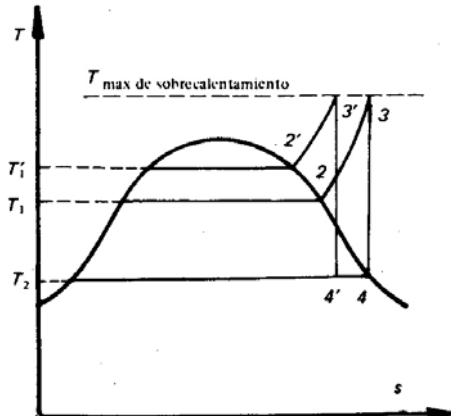
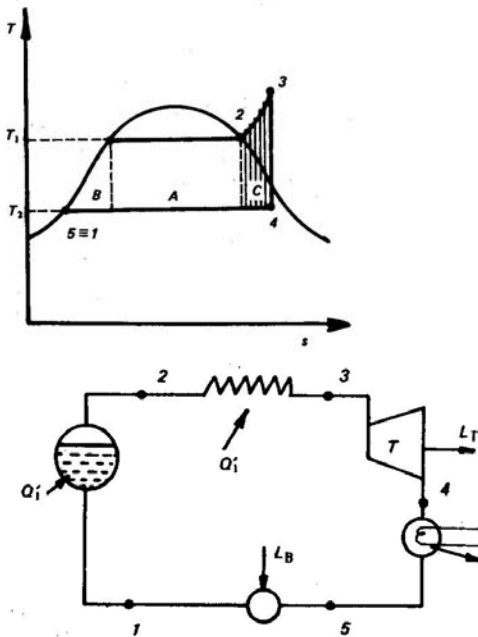
Ciclo con vapor sobrecalentado

Caudal de vapor

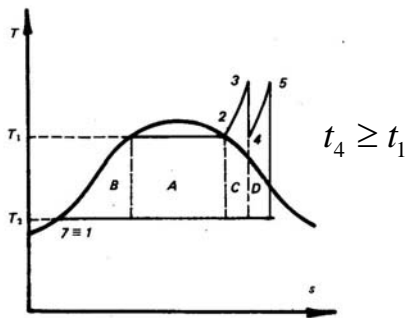
$$m_v = \frac{W}{h_3 - h_4}$$

Rendimiento térmico

$$\eta_v = \frac{h_3 - h_4}{h_3 - h_5}$$



Ciclo con recalentamiento intermedio



$$W_T = (h_3 - h_4) + (h_5 - h_6)$$

$$W_B = v'(p_{cald} - p_{cond})$$

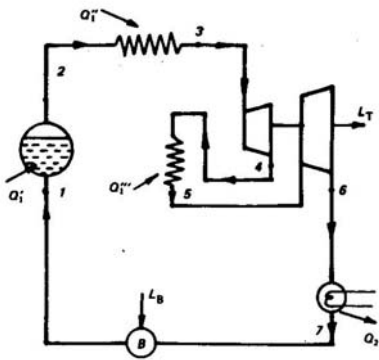
$$Q_1 = Q'_1 + Q''_1 + Q'''_1$$

$$Q'_1 = h_2 - h_1$$

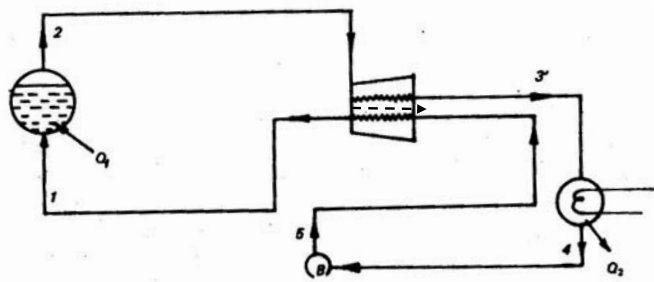
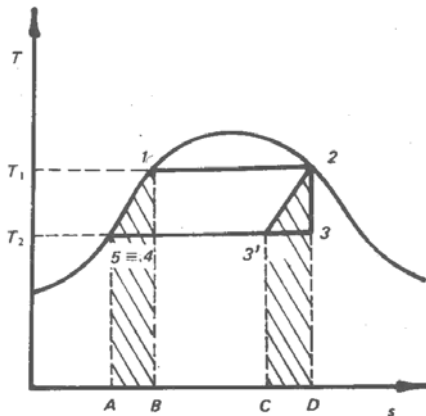
$$Q''_1 = h_3 - h_2$$

$$Q'''_1 = h_5 - h_4$$

$$\eta = \frac{L_T - L_B}{Q_1}$$



Ciclo Regenerativo ideal



Inconveniente: turbina-intercambiador

