

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B - 2018

- **Unidad** 02
- **Clase** UO2 C04 - 09
- **Fecha** 26 Abr 2018
- **Cont** Máquinas térmicas
- **Cátedra** Asorey
- **Web** github.com/asoreyh/unrn-f3b
- **YouTube** <https://goo.gl/nNhGCZ>



Contenidos: Termodinámica, alias F3B, alias F4A

Unidad 1

El Calor

Hace calor

Unidad 2

Primer principio

Todo se transforma



Módulo 1 - Unidad 2: primer principio

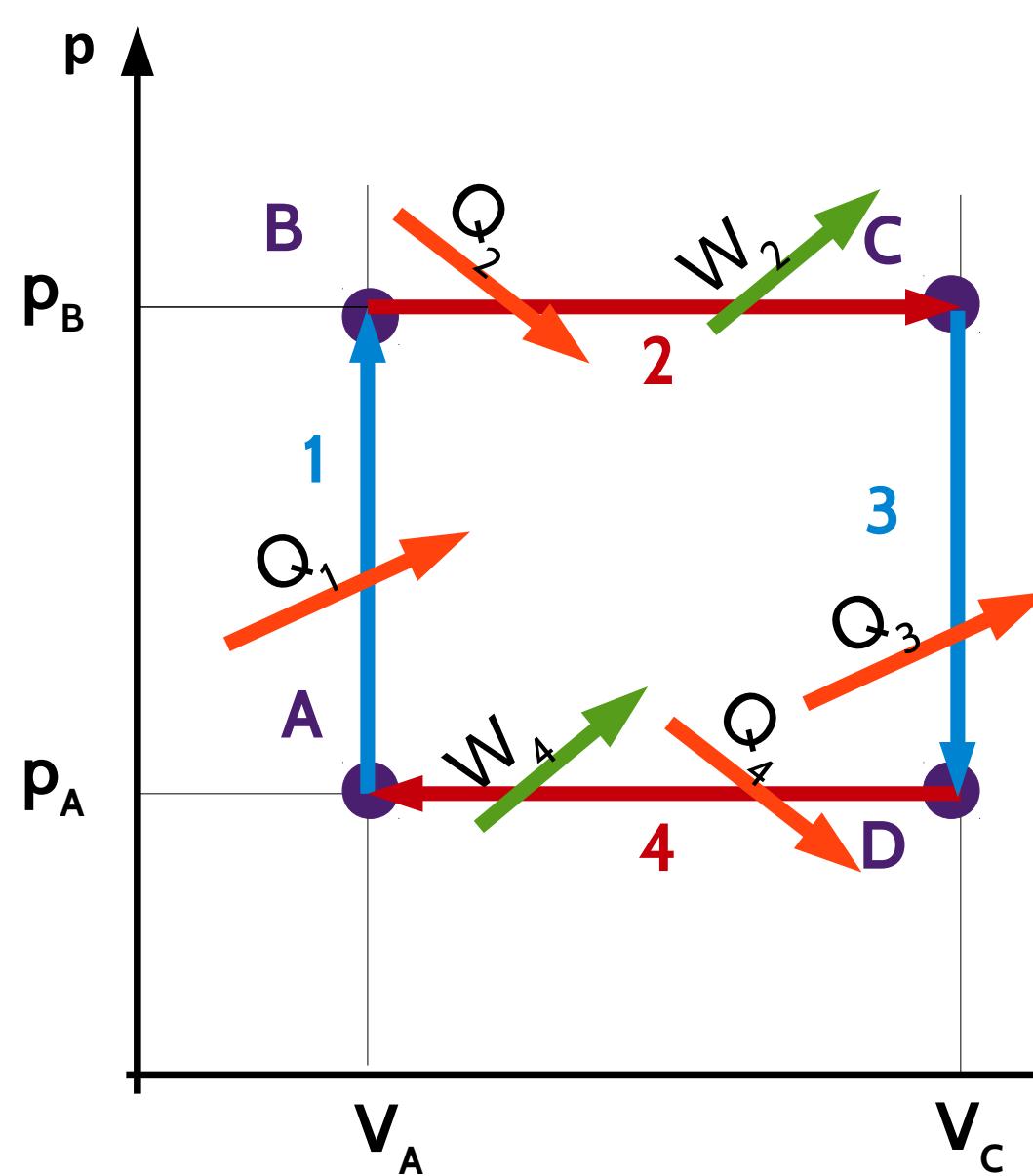
Del 05/Abr al 26/Abr (7 encuentros)

- **Calor y trabajo. Equivalente mecánico del calor.**
Experimento de Joule. Sistemas. Fuentes de calor.
Primer principio. Flujo de calor. Muerte térmica.
Máquinas térmicas.



Otro ciclo, el cuadrado letal

$n=cte$



- El gas se encuentra en estado A
 - $P_A, n_A, V_A \rightarrow T_A$
- 1) Transformación isócora hasta B, $P_B=3 P_A$
 - $P_B=3P_A, n_A, V_B=V_A \rightarrow T_B$
- 2) Transformación isóbara hasta C, $V_C=3V_A$
 - $P_C=P_B, n_A, V_C=3V_B \rightarrow T_C$
- 3) Transformación isócora hasta D
 - $V_D=V_C, n_A, P_D= P_A \rightarrow T_D$
- 4) Transformación isóbara hasta A

- **Calor**
 - $Q>0 \leftarrow$ Calor entra al sistema desde una fuente
 - $Q<0 \leftarrow$ Calor sale del sistema → No es aprovechable
- **Trabajo**
 - $W>0 \leftarrow$ Trabajo producido por el sistema → Útil
 - $W<0 \leftarrow$ Trabajo realizado sobre el sistema → Costo
- ¿Qué obtuve luego de un ciclo? → Trabajo Neto
- ¿Que tuve que poner para lograr el ciclo? → Calor $Q>0$

- Definimos al rendimiento como

Lo que obtuve

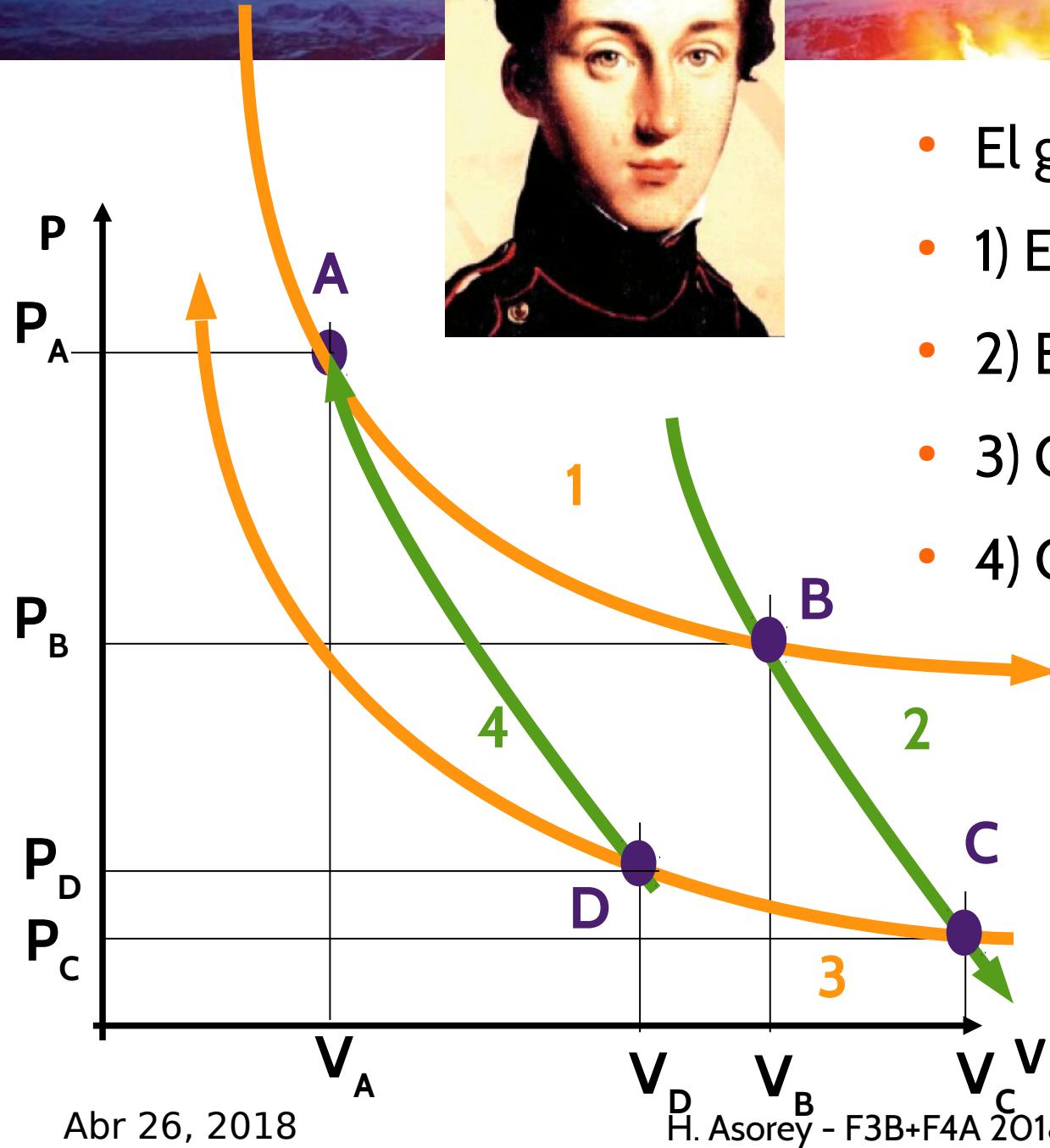
$$\eta = \frac{\text{Lo que obtuve}}{\text{Lo que tuve que poner}}$$

- En términos del ciclo,

W_{neto}

$$\eta = \frac{W_{\text{neto}}}{Q_{>0}}$$

Otro ciclo → Carnot



- El gas se encuentra en A
- 1) Expansión Isotérmica A→B
- 2) Expansión Adiabática B→C
- 3) Compresión Isotérmica C→D
- 4) Compresión Adibática D→A

Ciclo completo reversible
(fuera de escala)

Maldita termodinámica, 1ra parte

- Vemos que a pesar de ser un gas ideal y todas las transformaciones son reversibles,

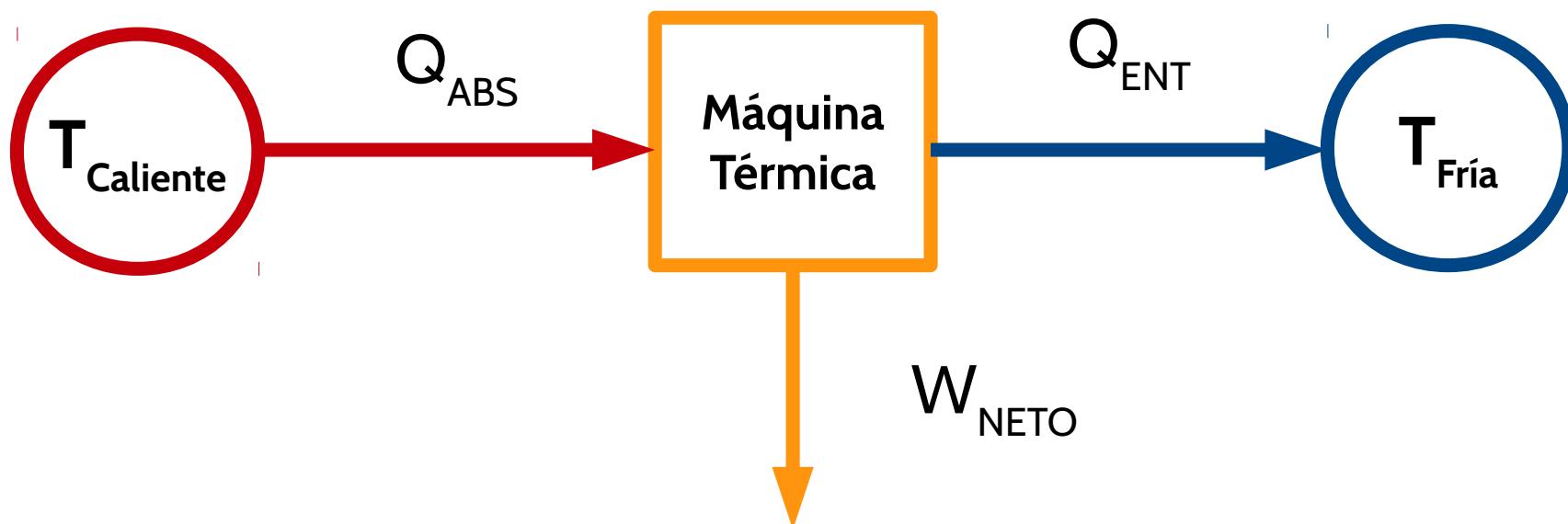
$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_C}{T_A} < 1$$

- El rendimiento de una máquina de Carnot siempre es menor que 1:
- 1^{er} Teorema de Carnot (demostración en la próx. unidad)

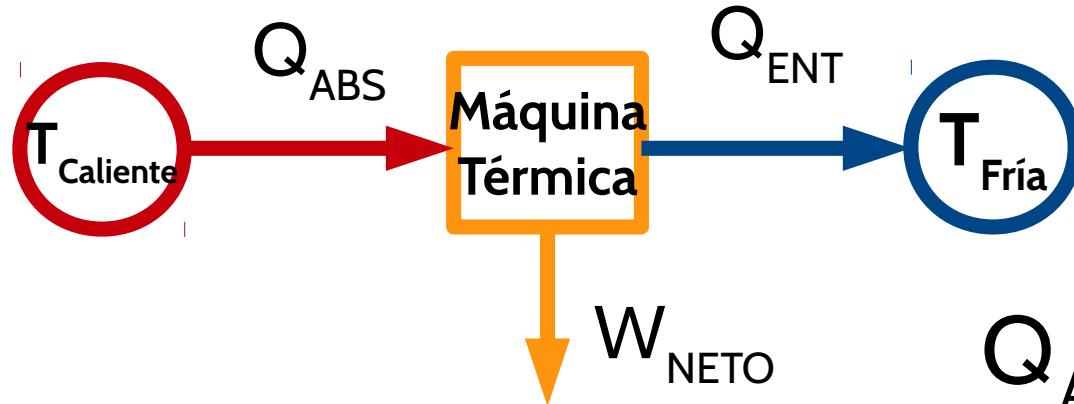
No existe una máquina térmica que funcionando entre dos fuentes térmicas dadas tenga un rendimiento mayor que una máquina reversible (de Carnot).

Máquinas térmicas

- **Máquina térmica:** dispositivo cíclico que absorbe calor de una fuente caliente, realiza un trabajo mecánico y entrega la energía remanente en forma de calor a una fuente fría
 - Este calor no es aprovechable por la misma máquina térmica



Según el primer principio



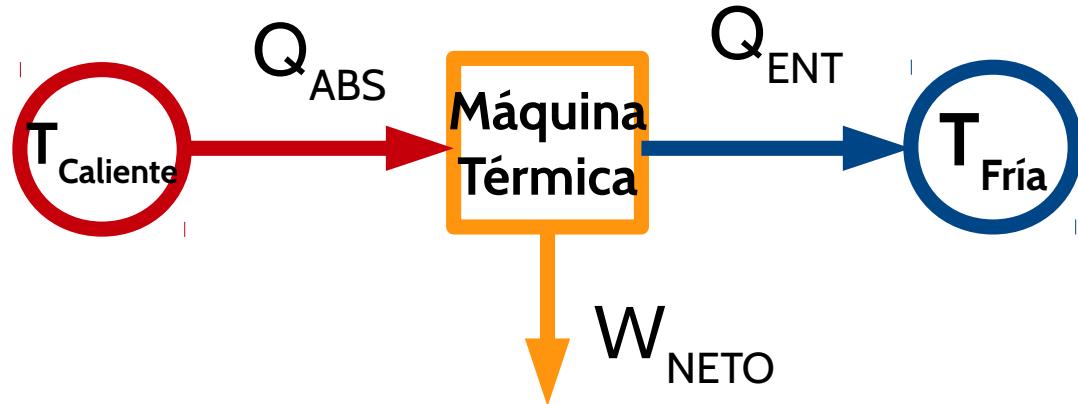
$$Q_{\text{ABS}} = W_{\text{NETO}} + Q_{\text{ENT}}$$

$$W_{\text{NETO}} = Q_{\text{ABS}} - Q_{\text{ENT}}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{NETO}}}{Q_{\text{ABS}}}$$

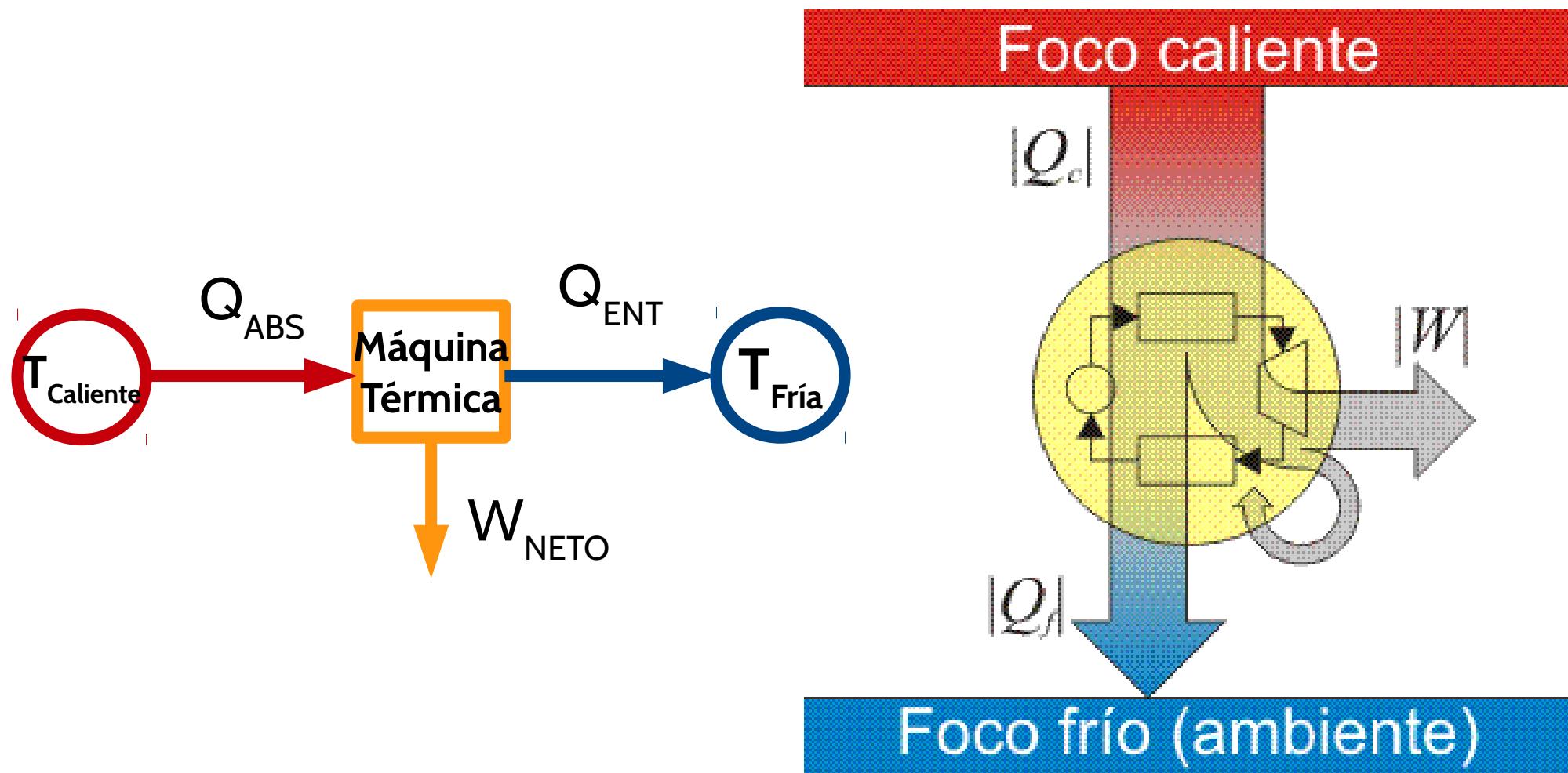
$$\Rightarrow \eta = \frac{Q_{\text{ABS}} - Q_{\text{ENT}}}{Q_{\text{ABS}}} = 1 - \frac{Q_{\text{ENT}}}{Q_{\text{ABS}}}$$

Y según Carnot....



$$\eta = \frac{Q_{\text{ABS}} - Q_{\text{ENT}}}{Q_{\text{ABS}}} = 1 - \frac{Q_{\text{ENT}}}{Q_{\text{ABS}}} \leqslant 1 - \frac{T_{\text{Caliente}}}{T_{\text{Fría}}}$$

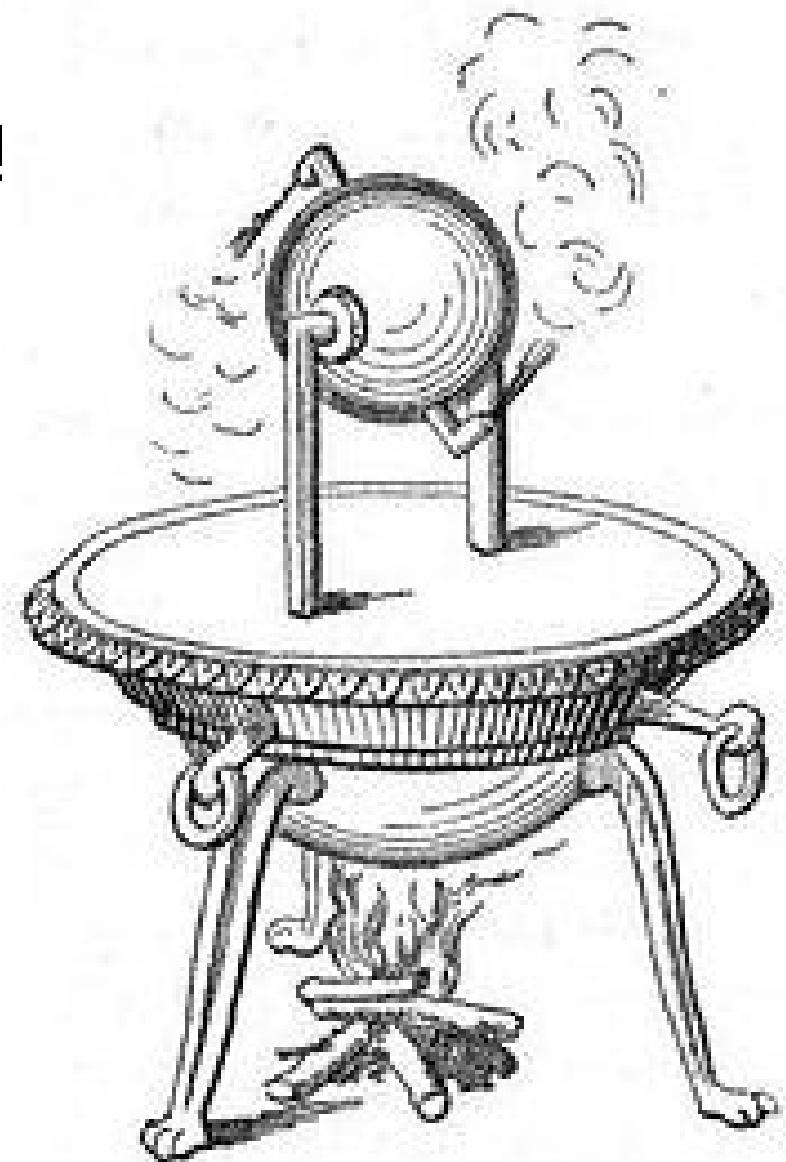
Máquina térmica – un poco más realista



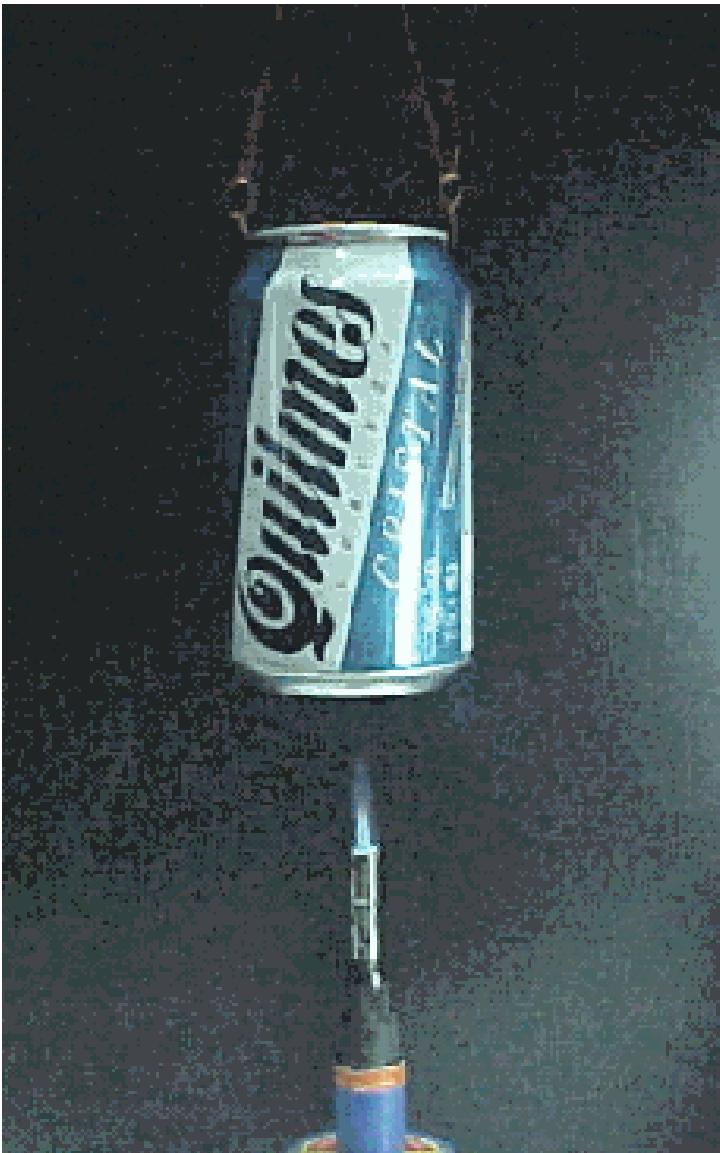
Las primeras

- Herón de Alejandría (siglo I ó II a.C.)
- Libro “Neumática”, ¡¡100 máquinas!!

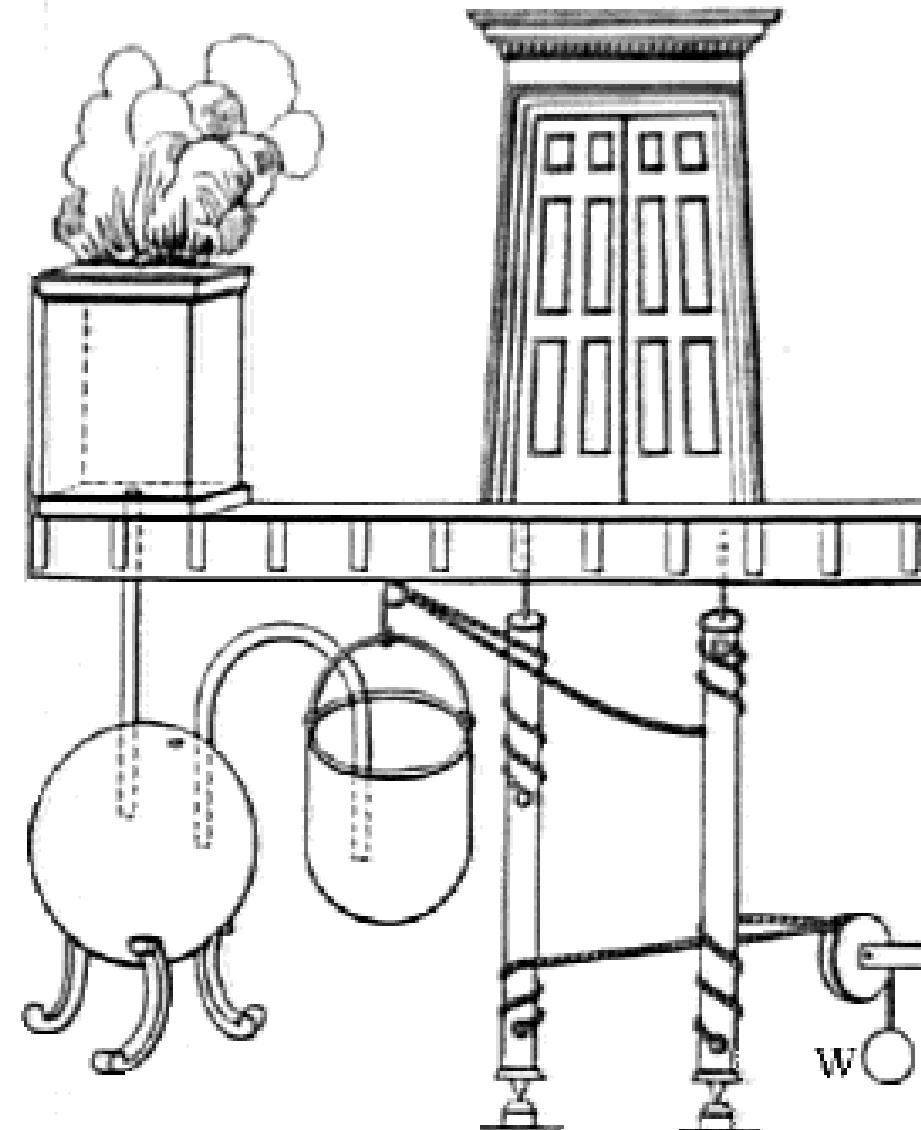
Eolípila



Versión Siglo XXI



Las puertas del templo



La bomba



La bomba por dentro

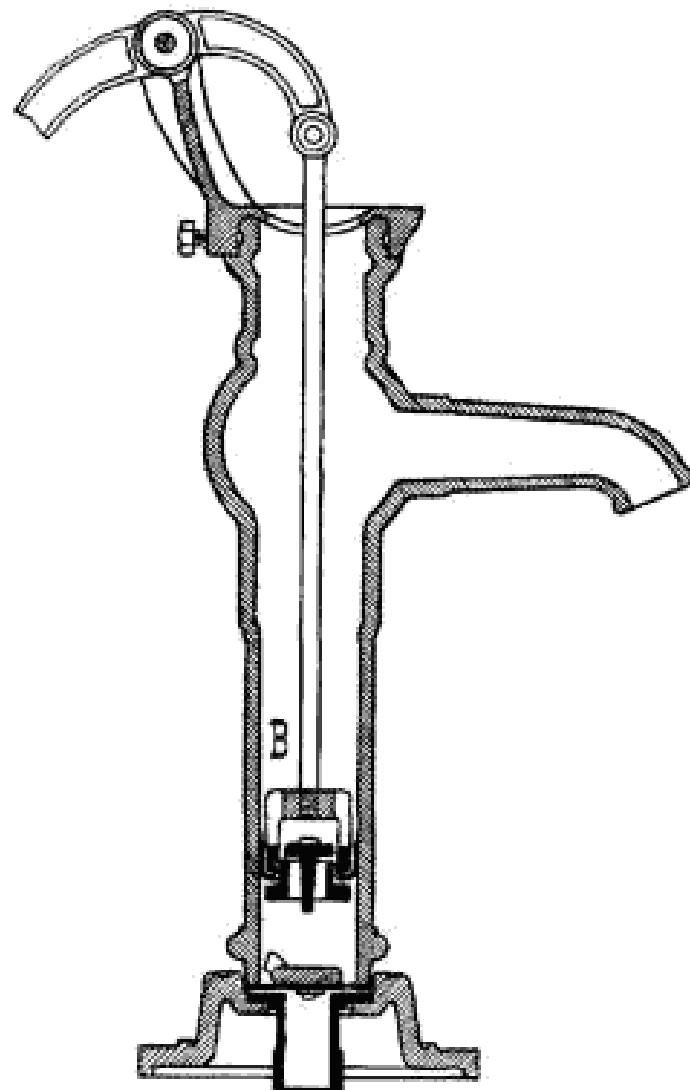
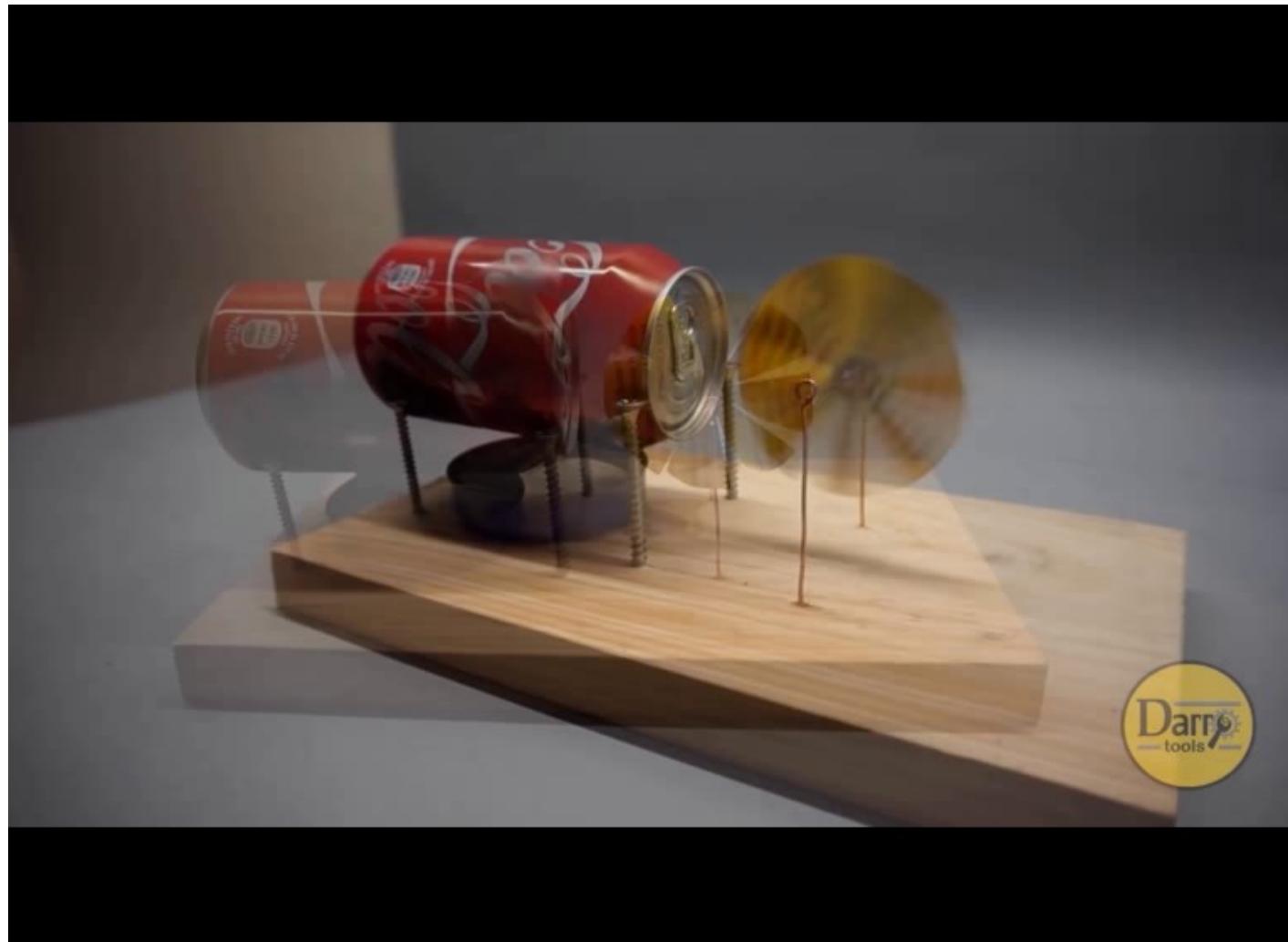


Fig. 9.

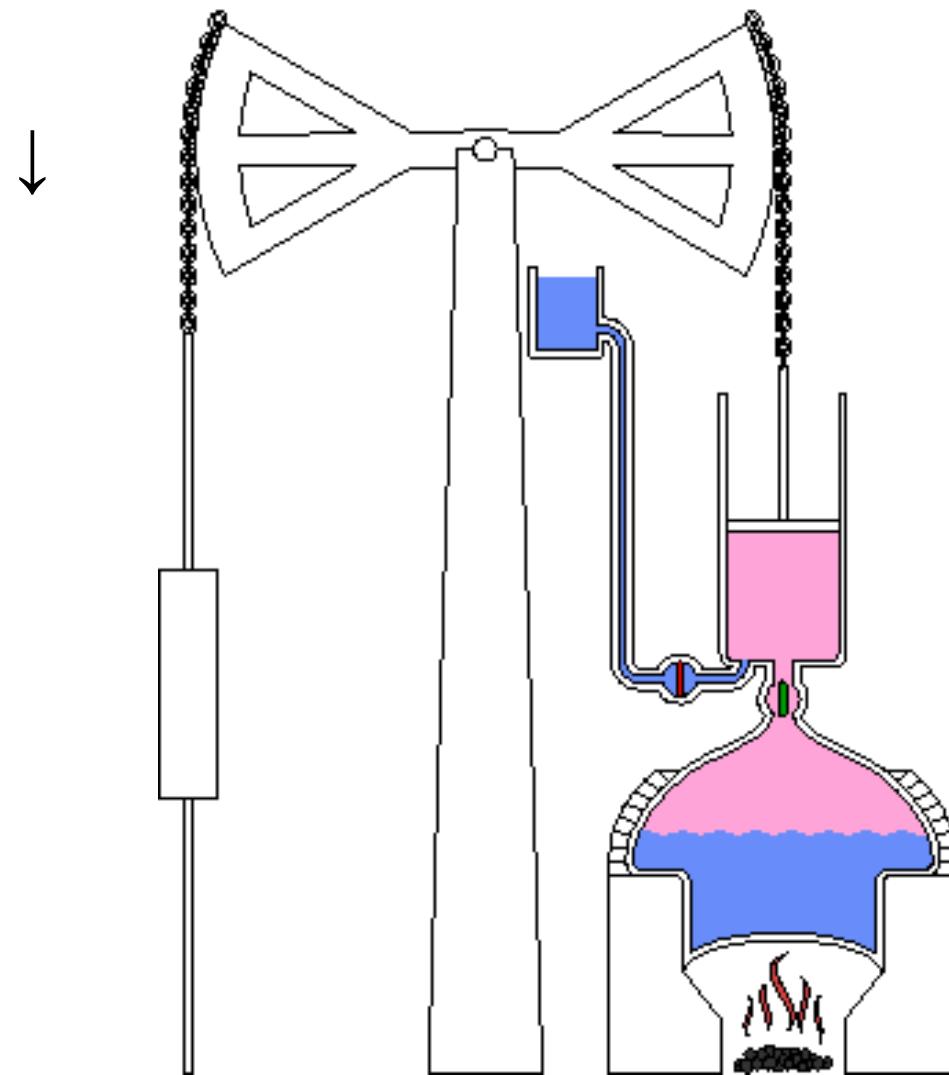
Misma bomba



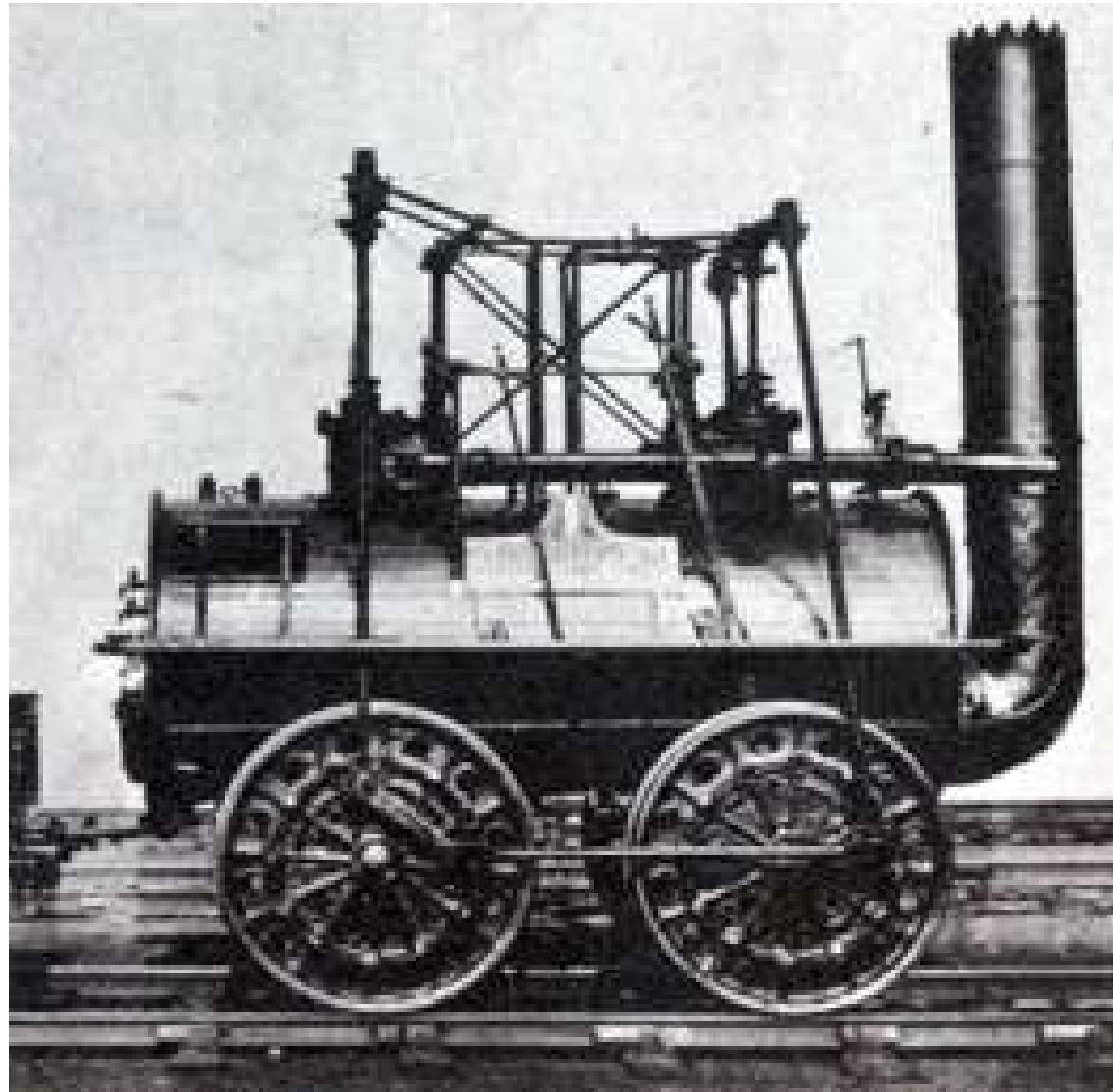
¿Posible solución?



Otra: máquina de Newcomen



Una locomotora primitiva

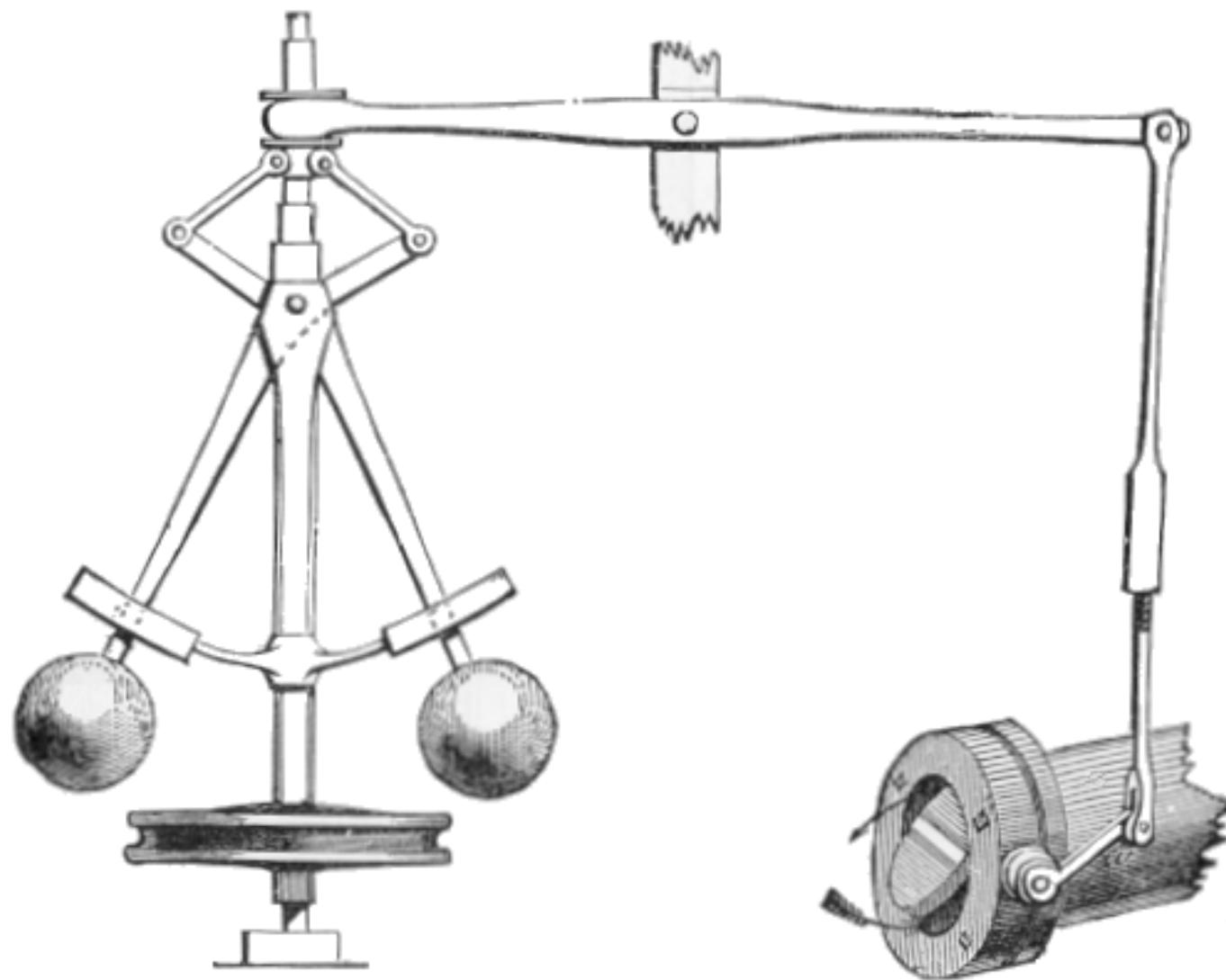


James Watt (1736-1819) matemático e ingeniero escocés.

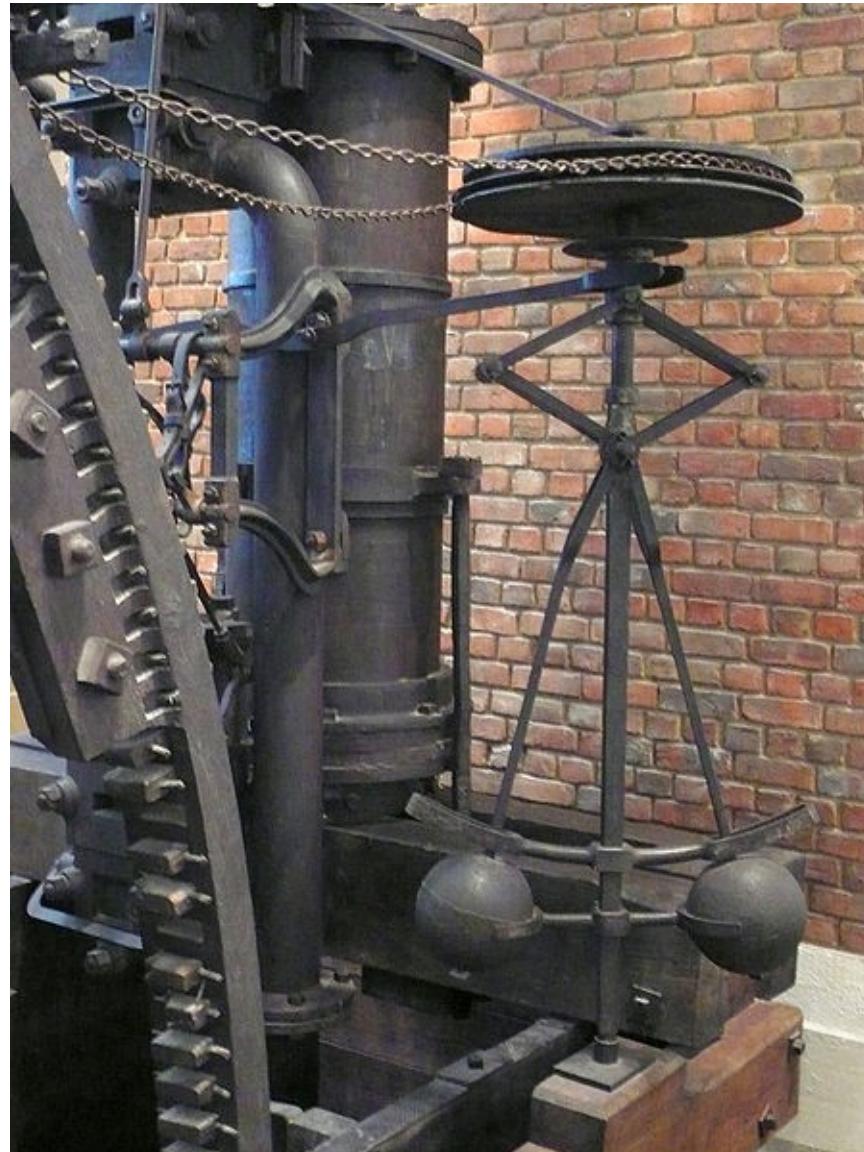
- Ayudó al desarrollo de la máquina de vapor convirtiéndola en una forma viable y económica de producir energía.
- Desarrolló una cámara de condensación que incrementó significativamente la eficiencia.



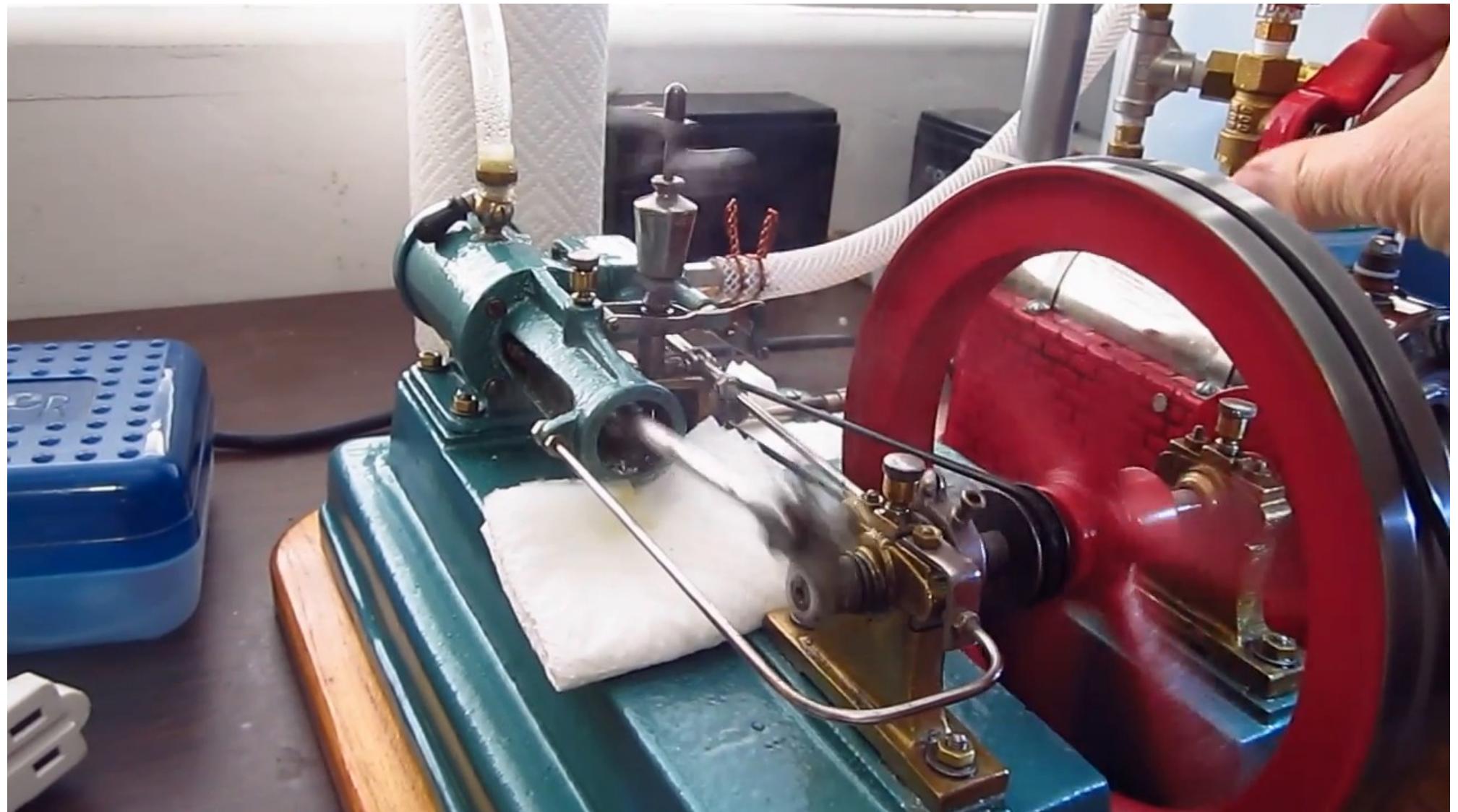
Regulador de Watt



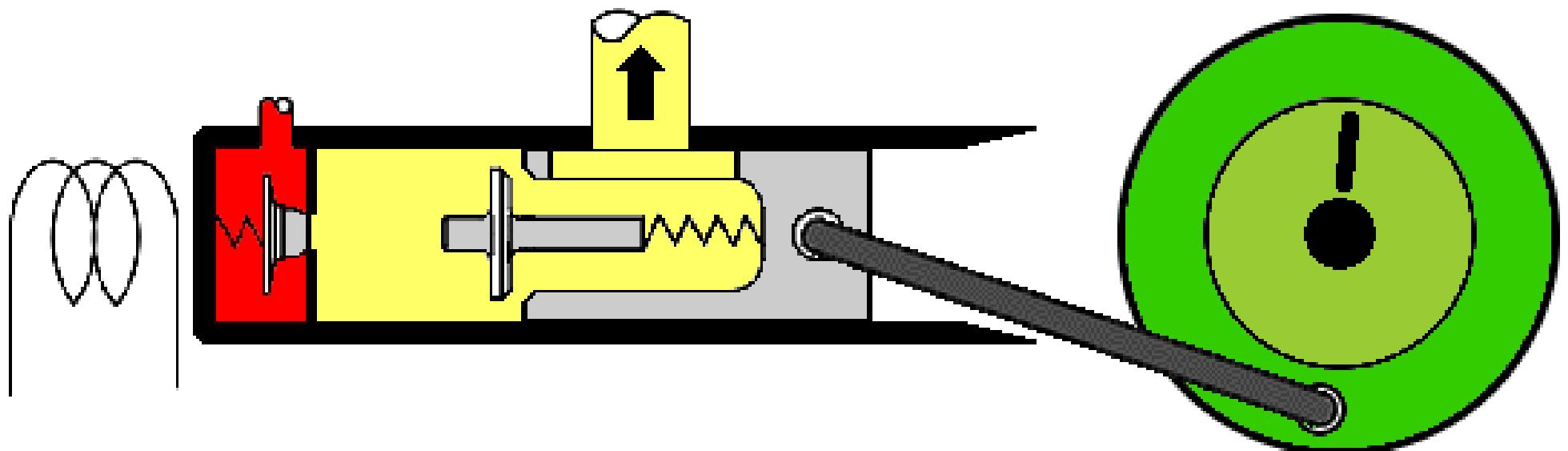
Regulador de Watt



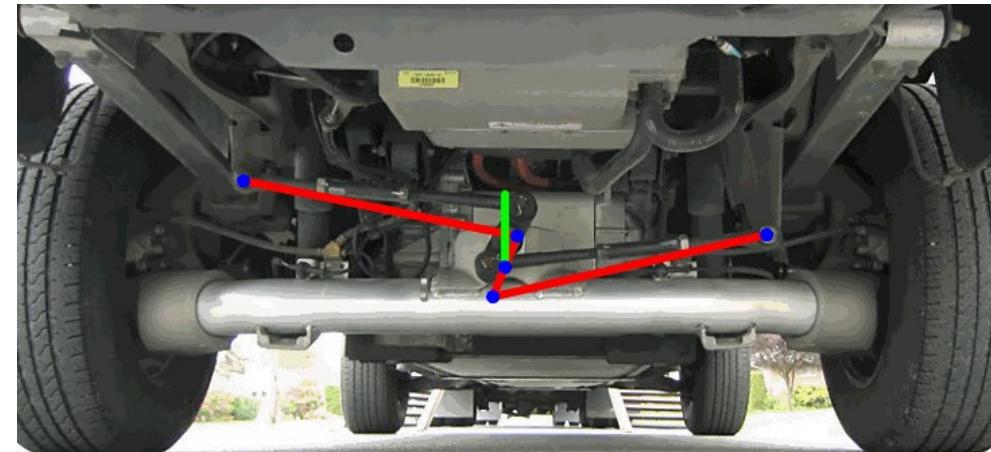
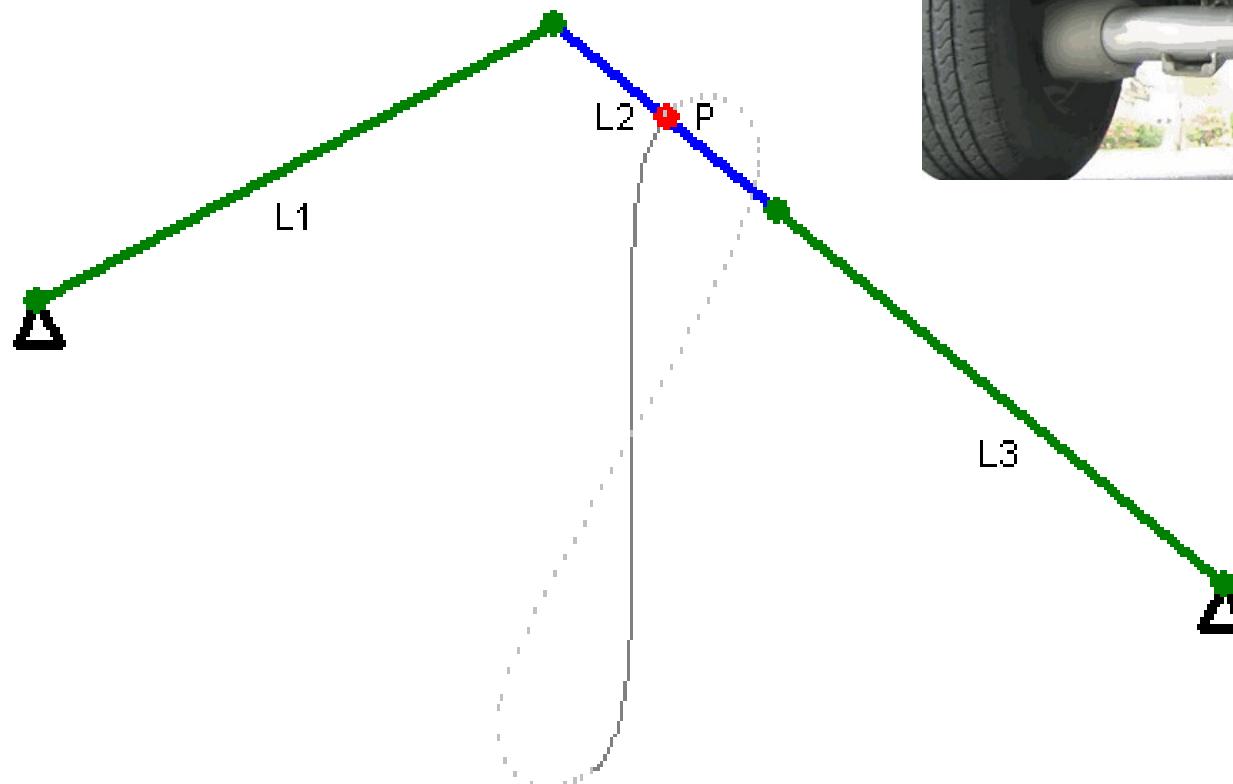
Funcionamiento



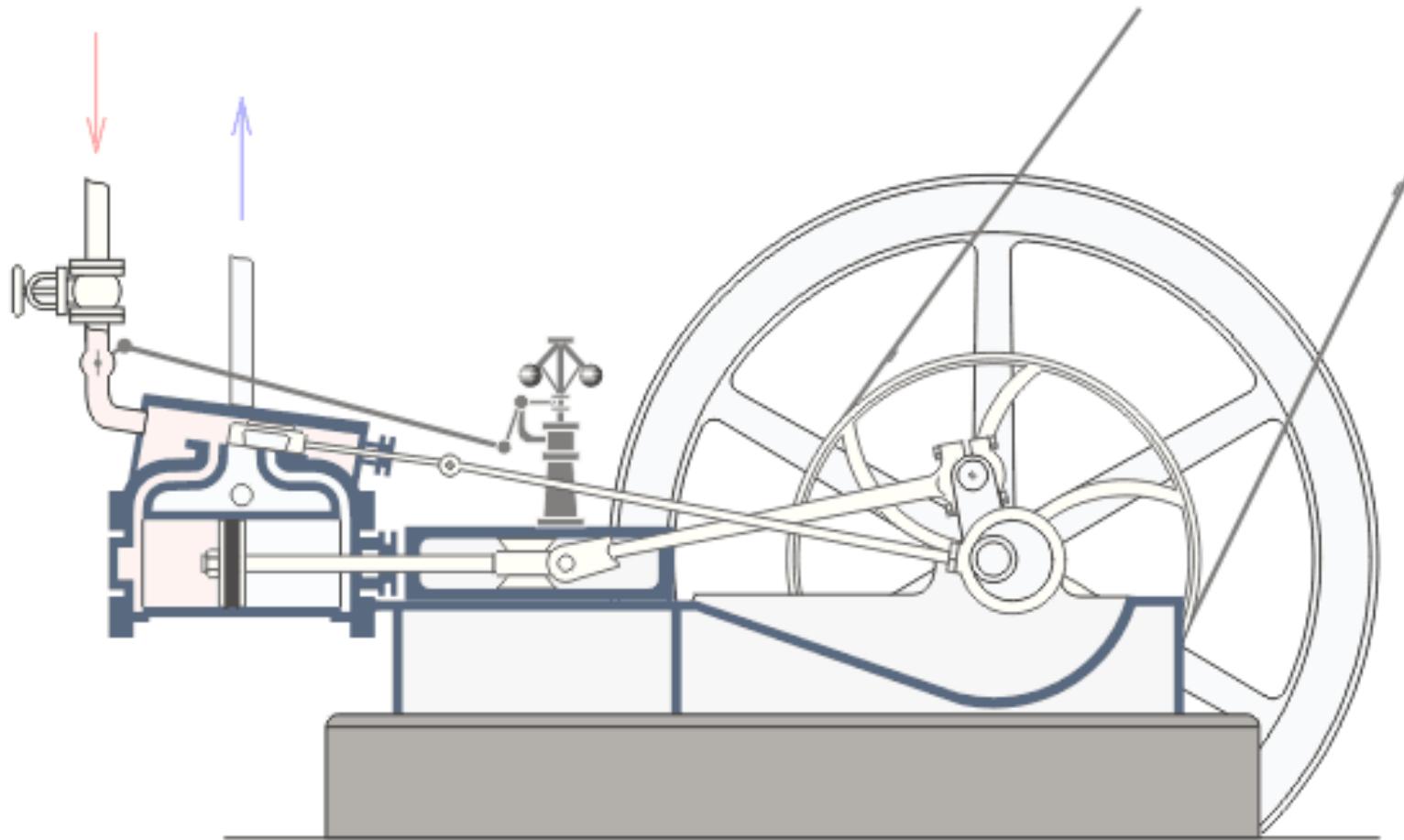
Primeras ideas



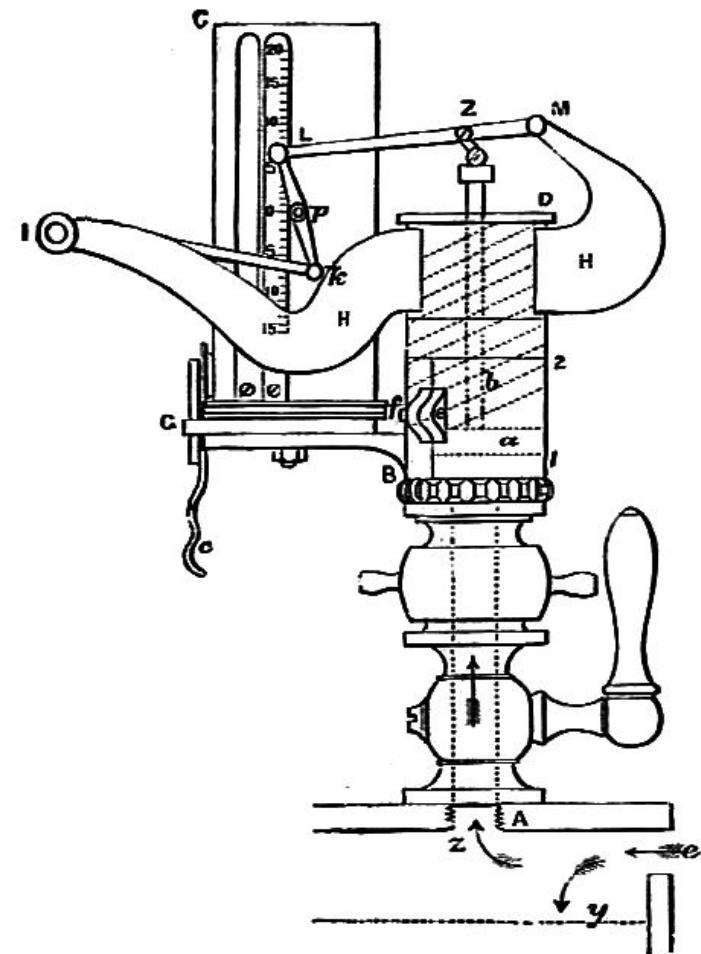
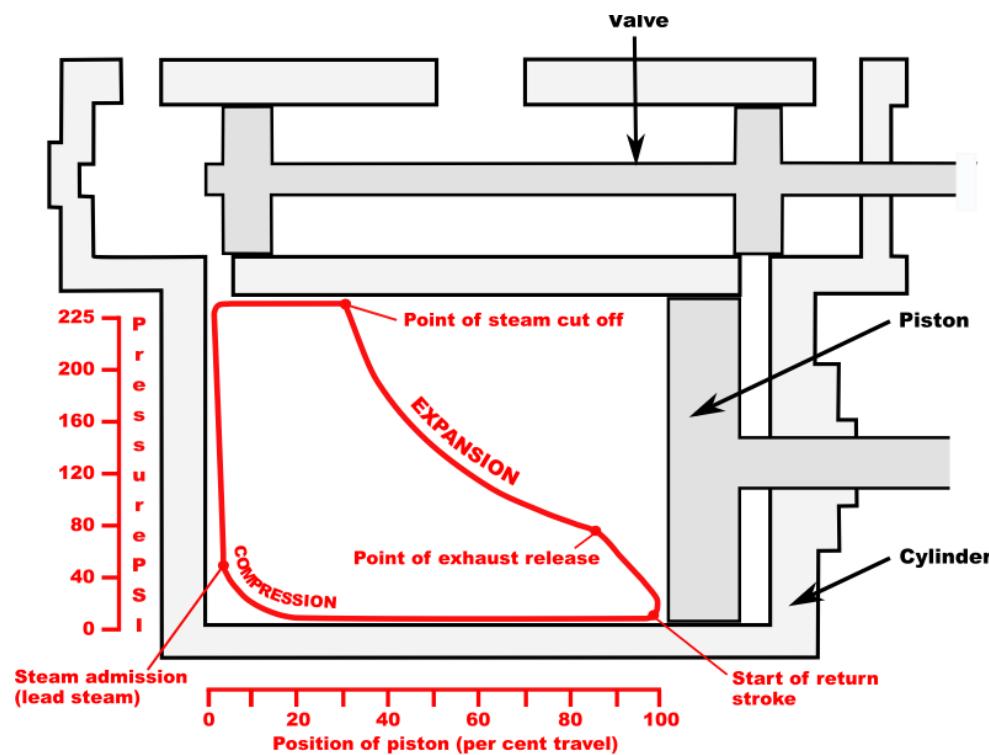
Mecanismo de Watt, 2



La máquina de vapor

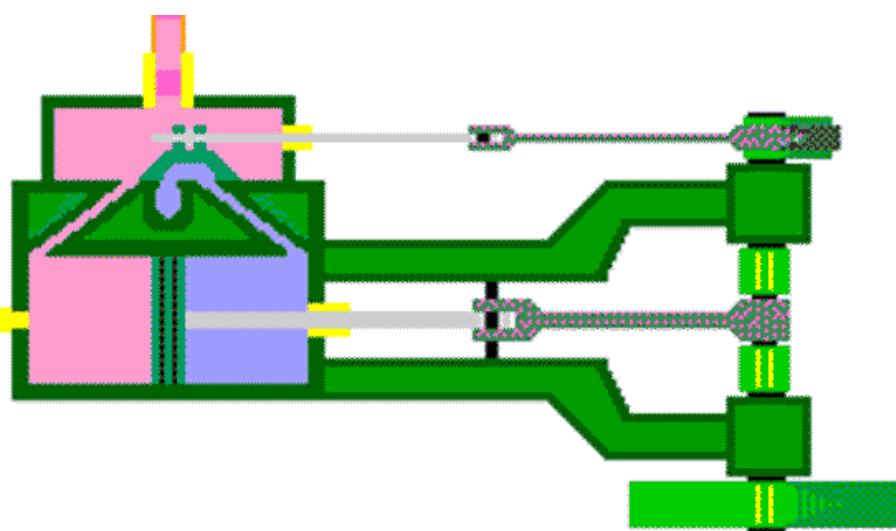
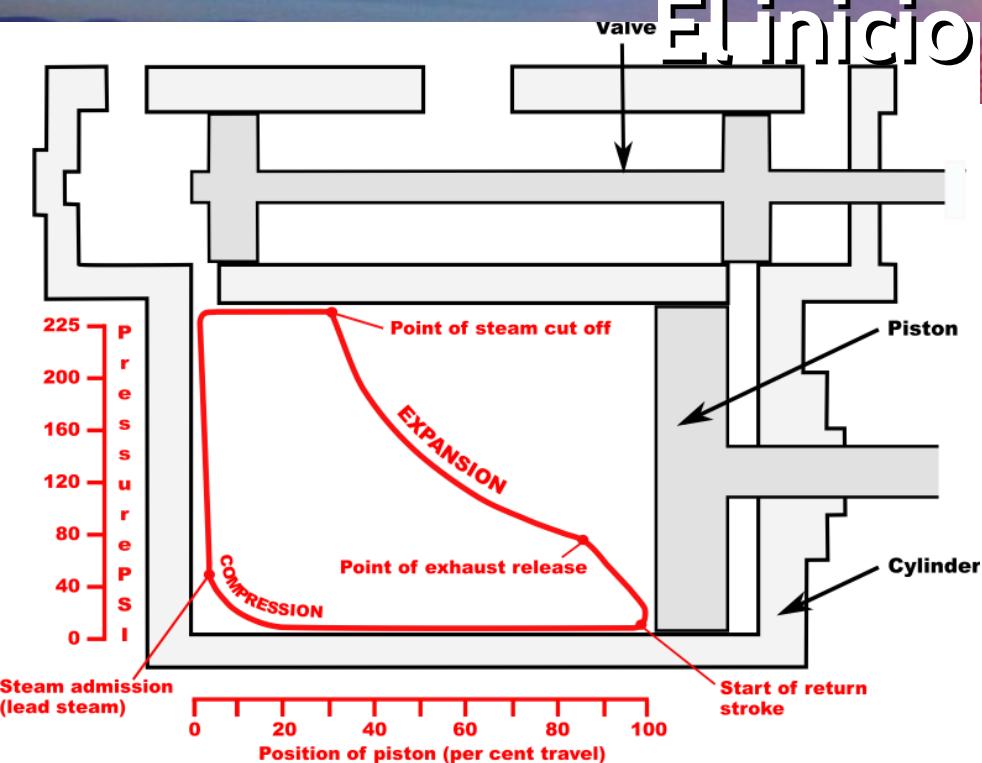


Indicador de evolución



Un ciclo que funciona

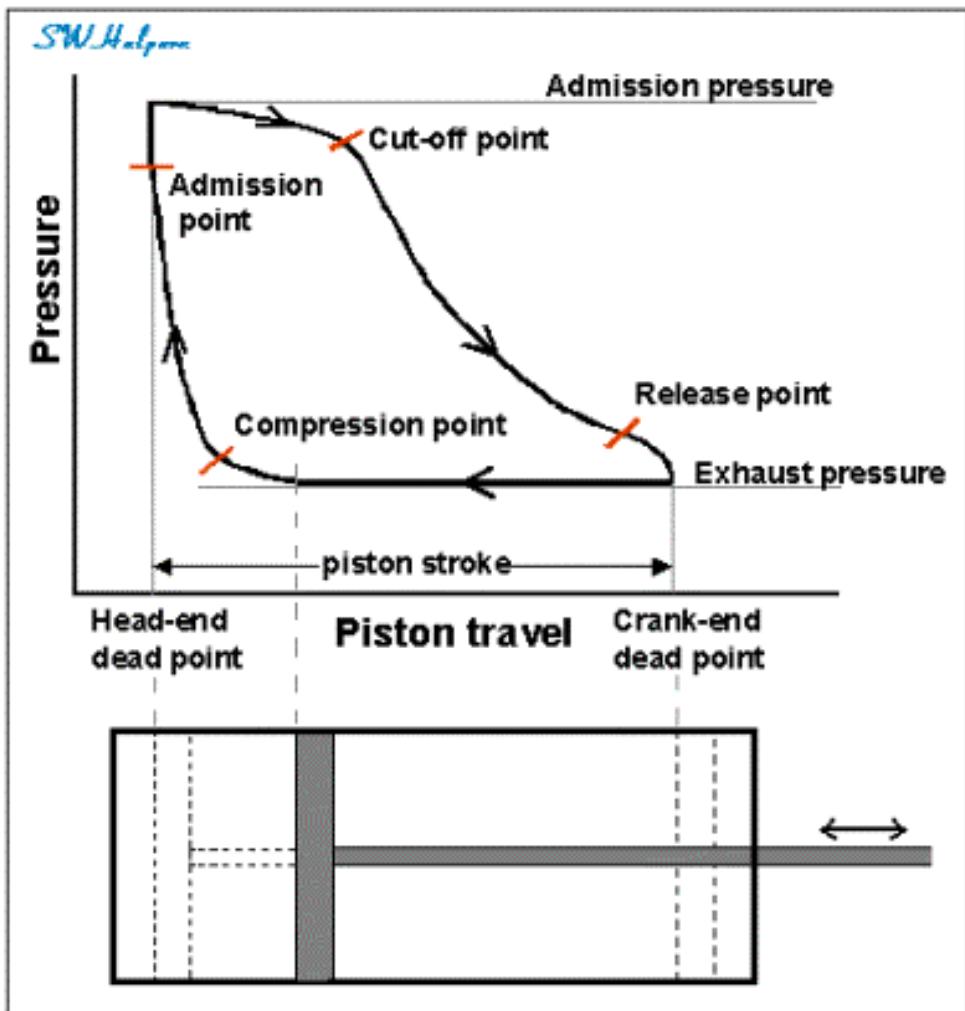
El inicio de la revolución industrial



- **Admisión:**
el vapor de alta presión ingresa (ingreso de energía desde la fuente caliente)
- **Expansión:**
comienza la expansión del vapor desplazando al pistón y produciendo trabajo mecánico
- **Escape:**
Rápida salida de vapor de baja presión hacia la fuente fría
- **Compresión:**
La admisión de vapor del otro lado del cilindro comprime el remanente y ecualiza las presiones para la nueva admisión

Un ciclo que funciona

El inicio de la revolución industrial



- **Admisión:**
el vapor de alta presión ingresa (ingreso de energía desde la fuente caliente)
- **Expansión:**
comienza la expansión del vapor desplazando al pistón y produciendo trabajo mecánico
- **Escape:**
Rápida salida de vapor de baja presión hacia la fuente fría
- **Compresión:**
La admisión de vapor del otro lado del cilindro comprime el remanente y ecualiza las presiones para la nueva admisión