

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B – 2019

- **Unidad** 02
- **Clase** U02 C05
- **Fecha** 11 Abr 2019
- **Cont** Máquinas térmicas, 2
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <http://gitlab.com/asoreyh/unrn-f3b>



Contenidos: Termodinámica, alias F3B, alias F4A

Unidad 1

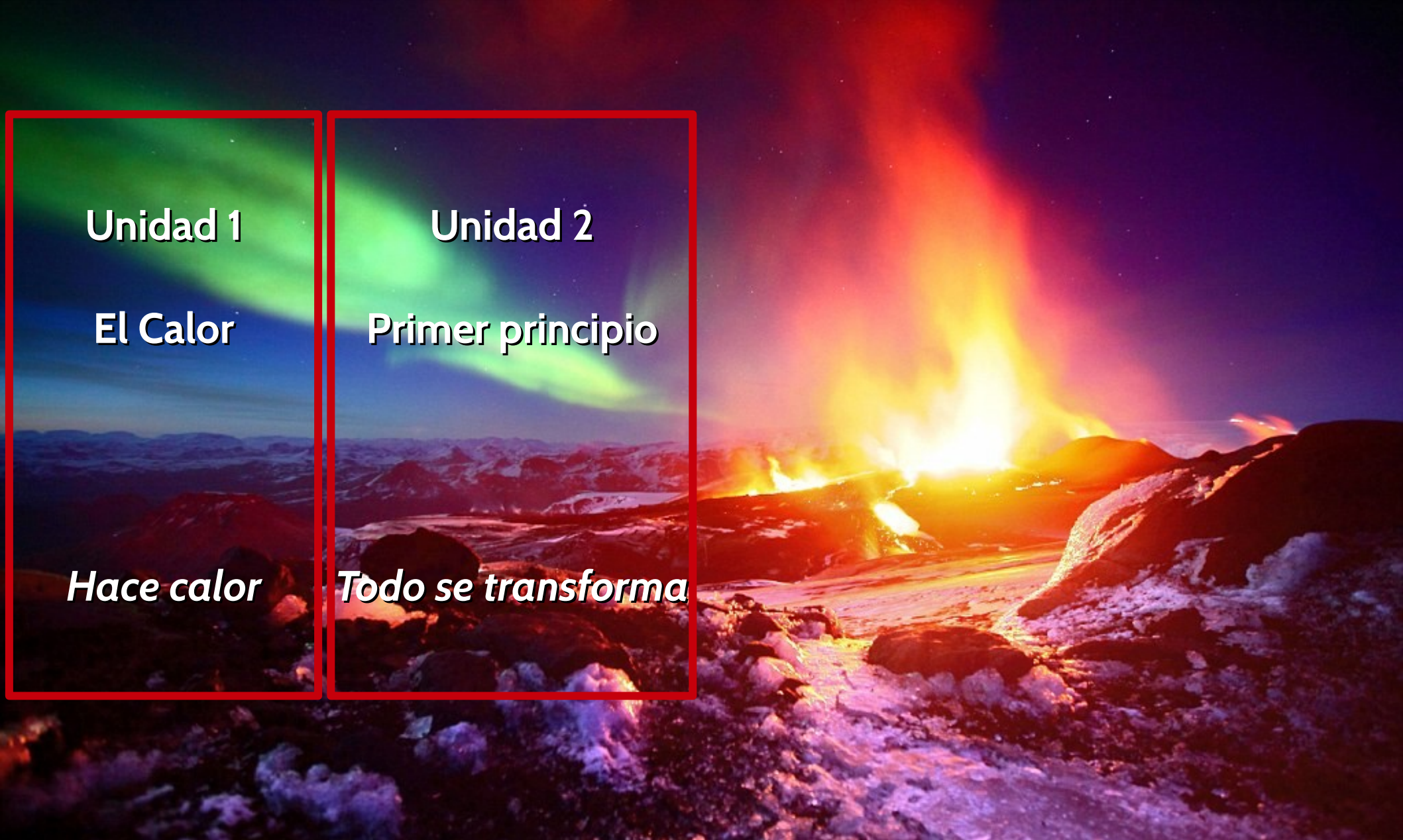
El Calor

Hace calor

Unidad 2

Primer principio

Todo se transforma



Módulo 1 - Unidad 2: primer principio

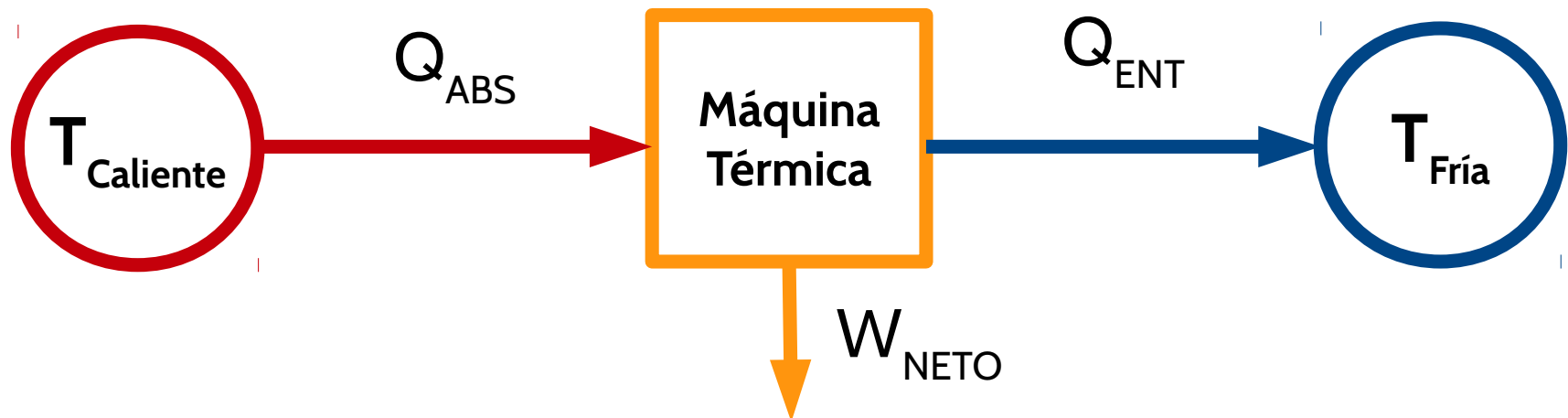
Del 05/Abr al 26/Abr (7 encuentros)

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



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



Abr

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

La bomba por dentro

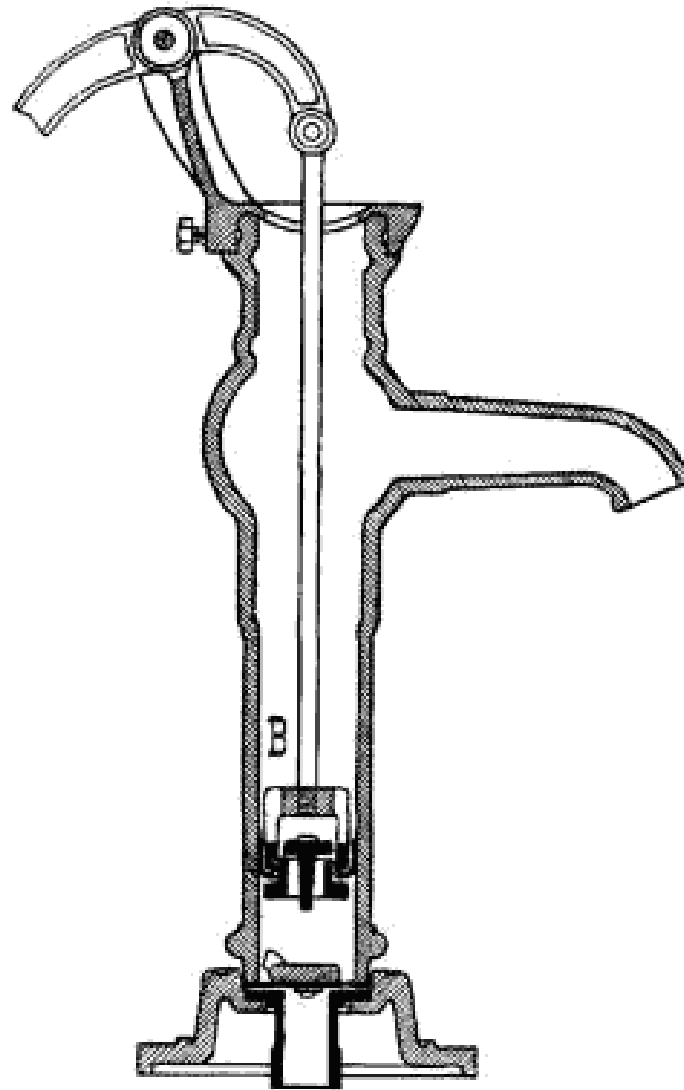


Fig. 9.

Misma bomba



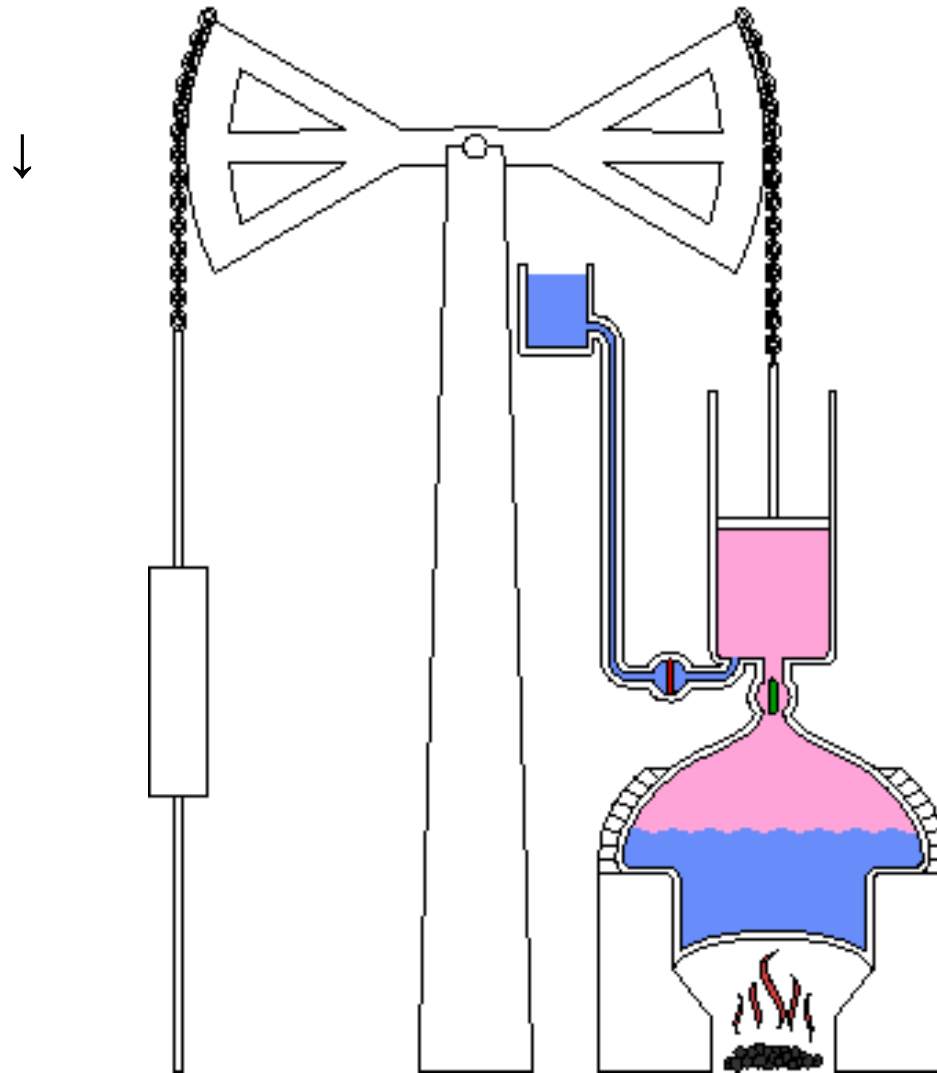
Abr 11, 2019



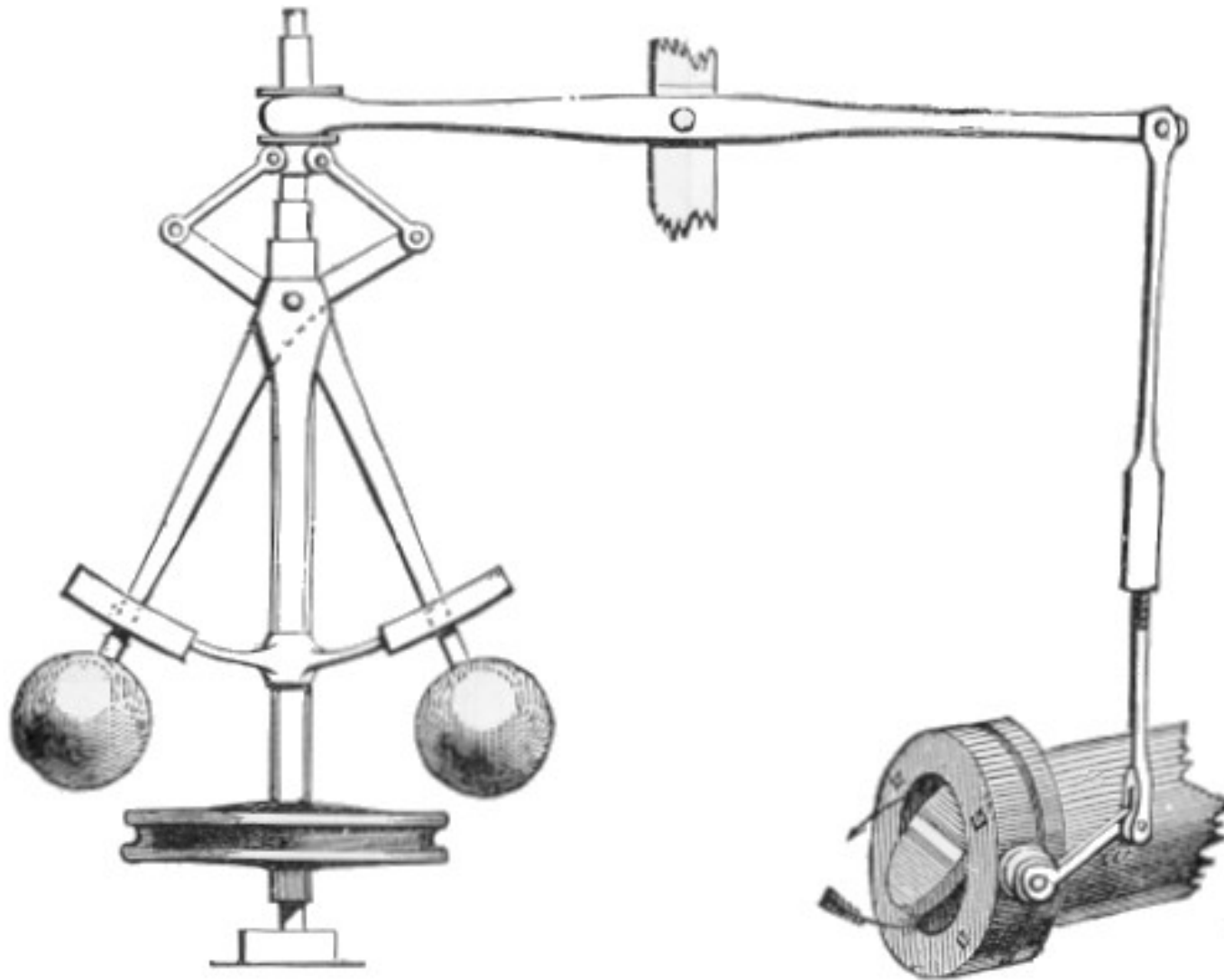
H. Asorey - F3B 2019

6/32

Otra: máquina de Newcomen

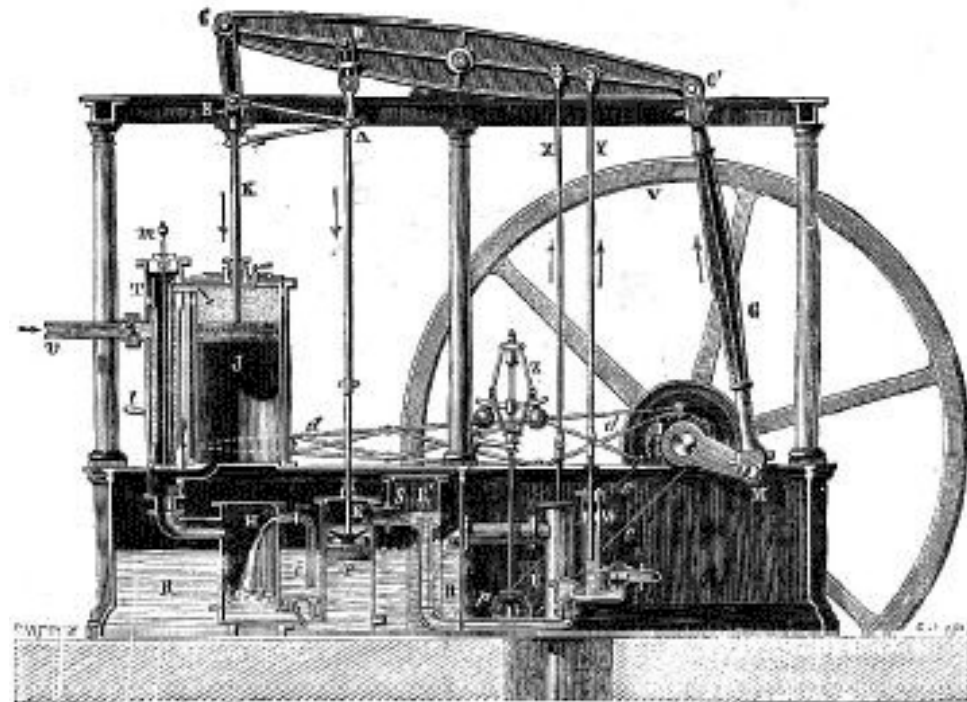
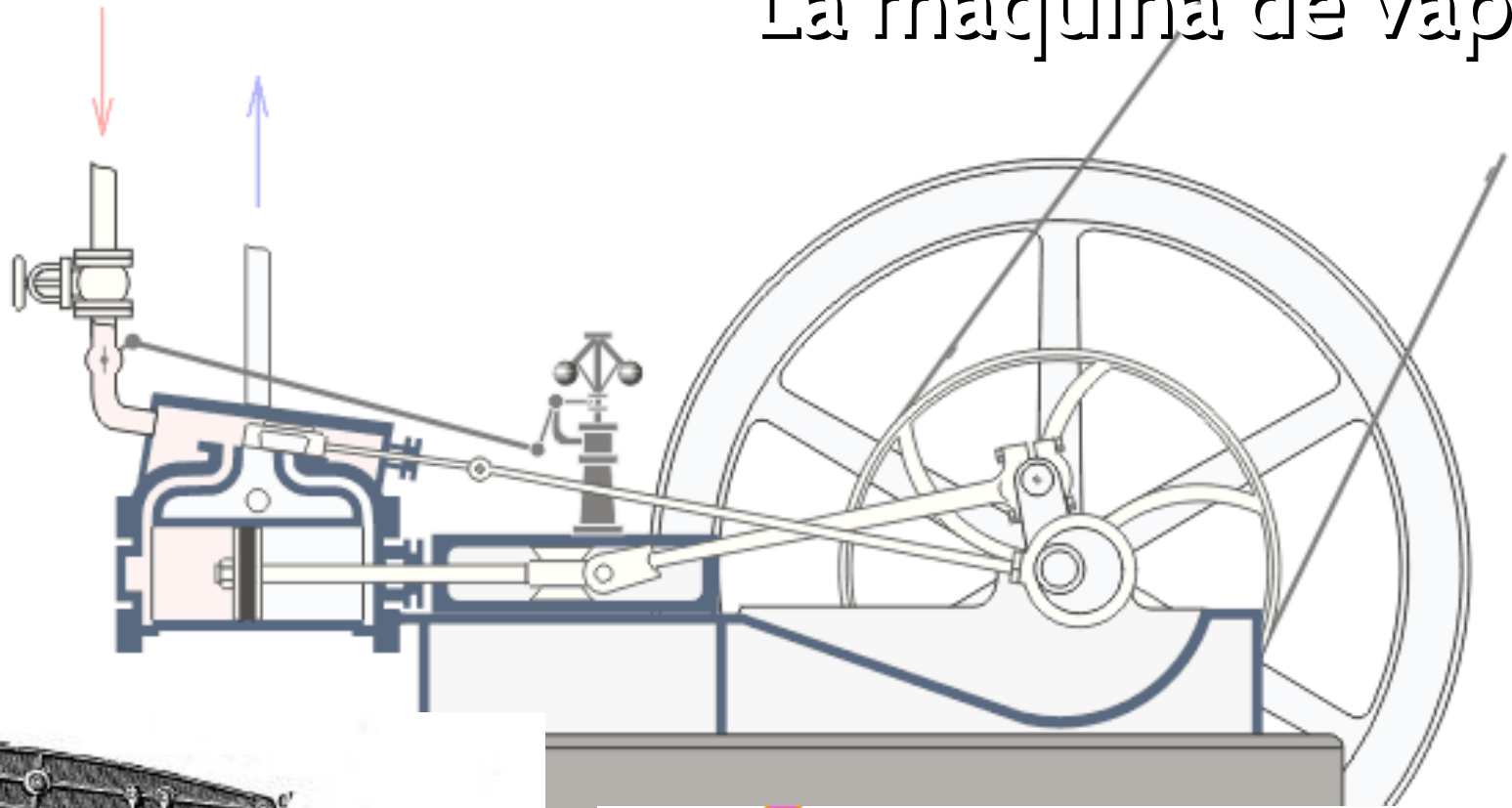


Regulador de Watt

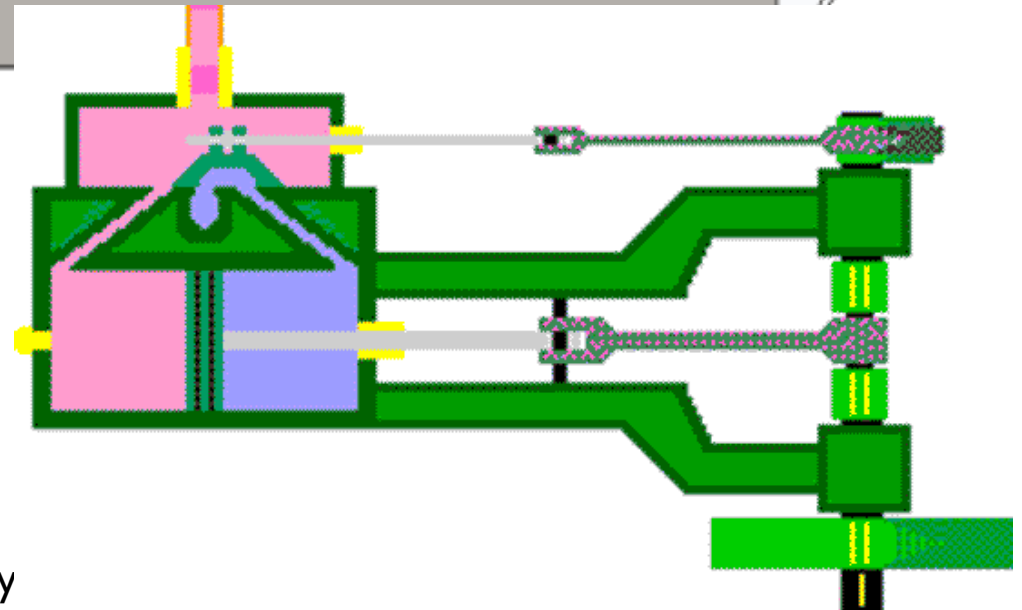




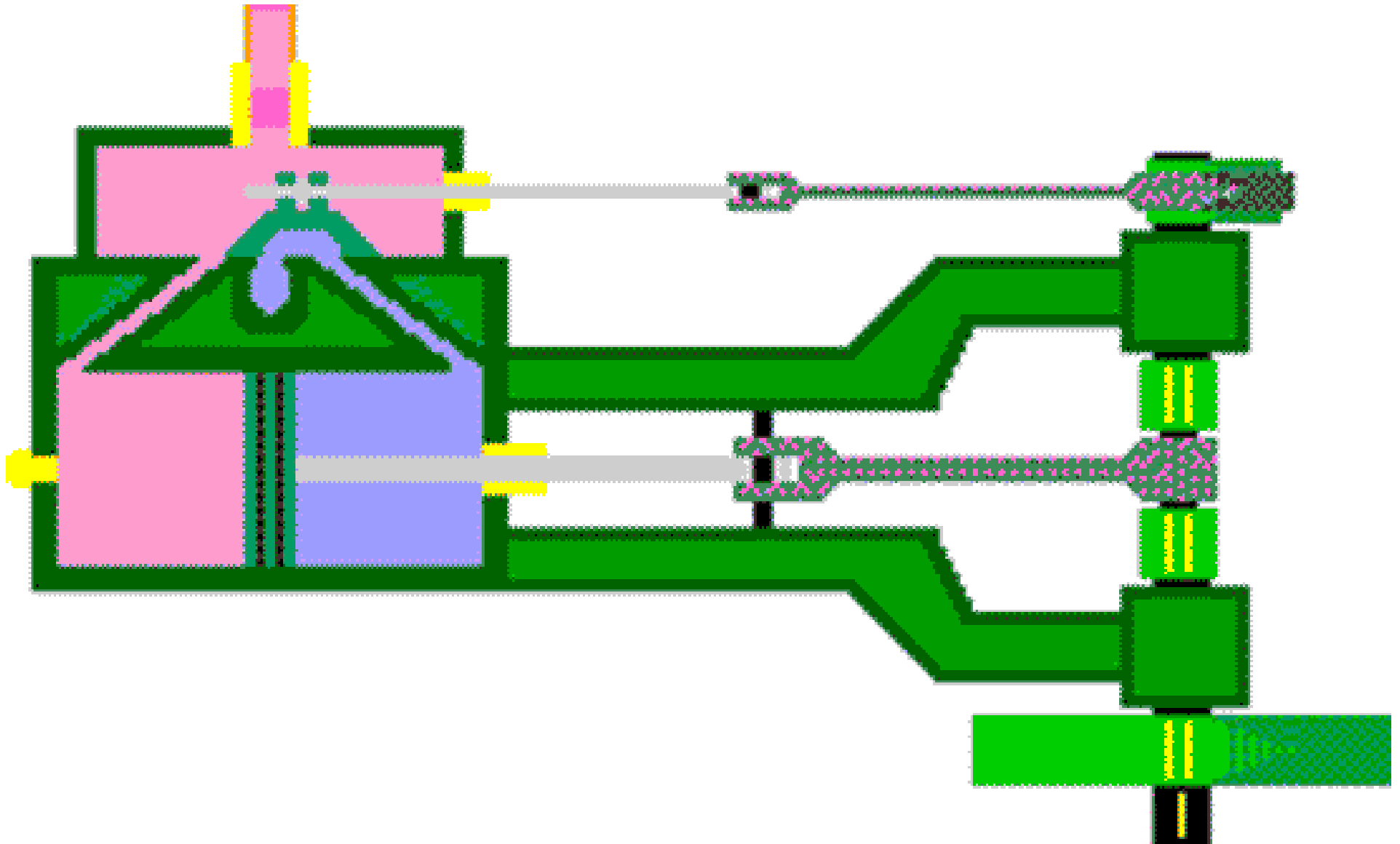
La máquina de vapor



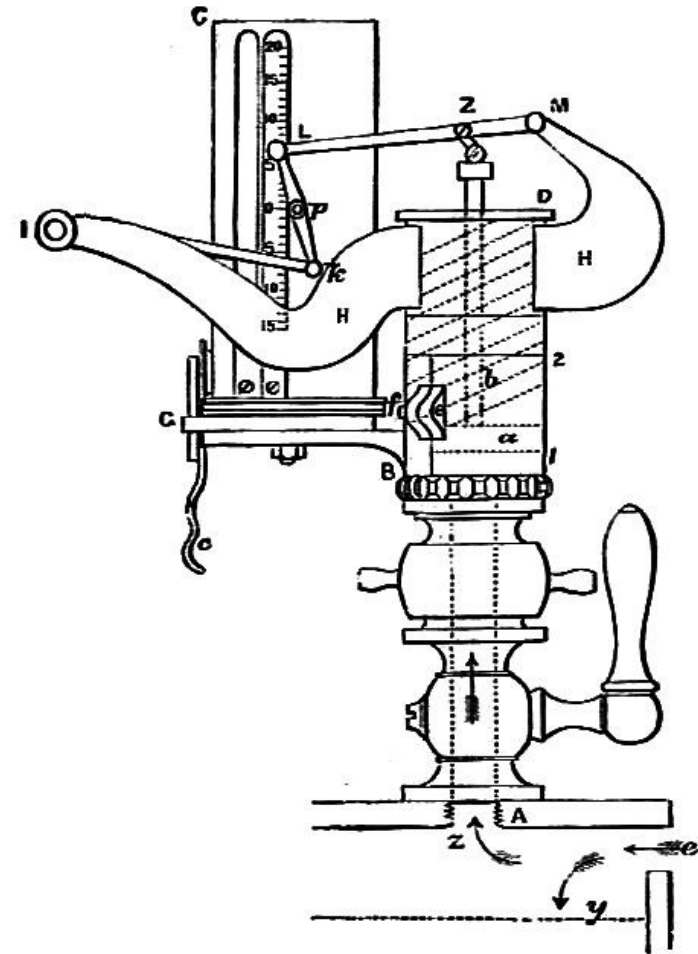
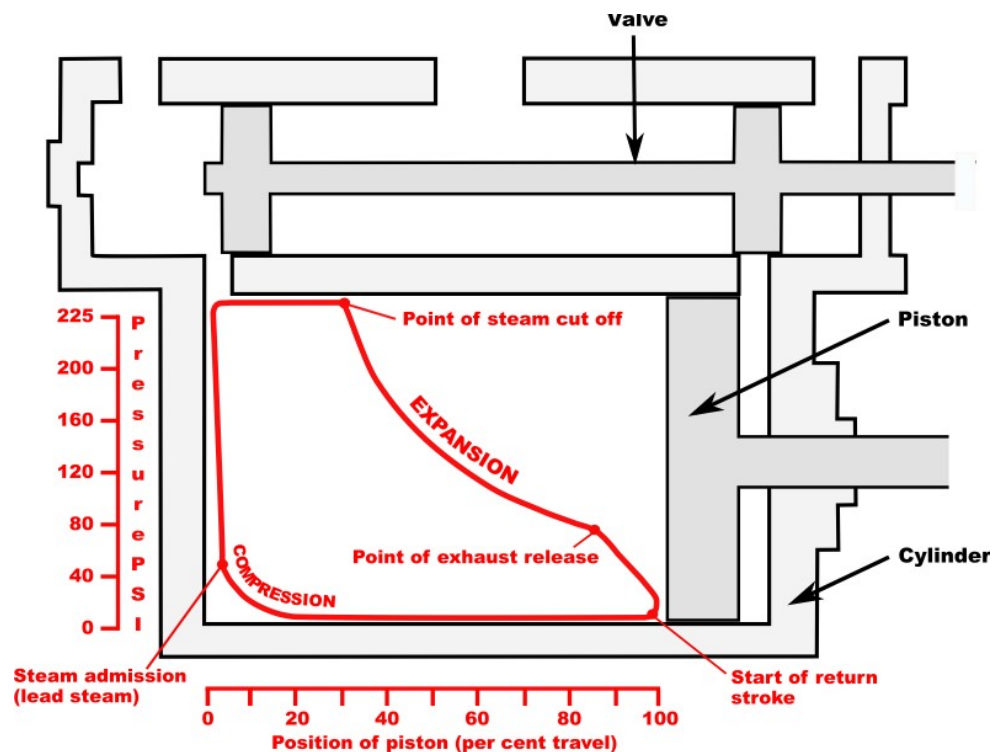
rey



El pistón de doble acción

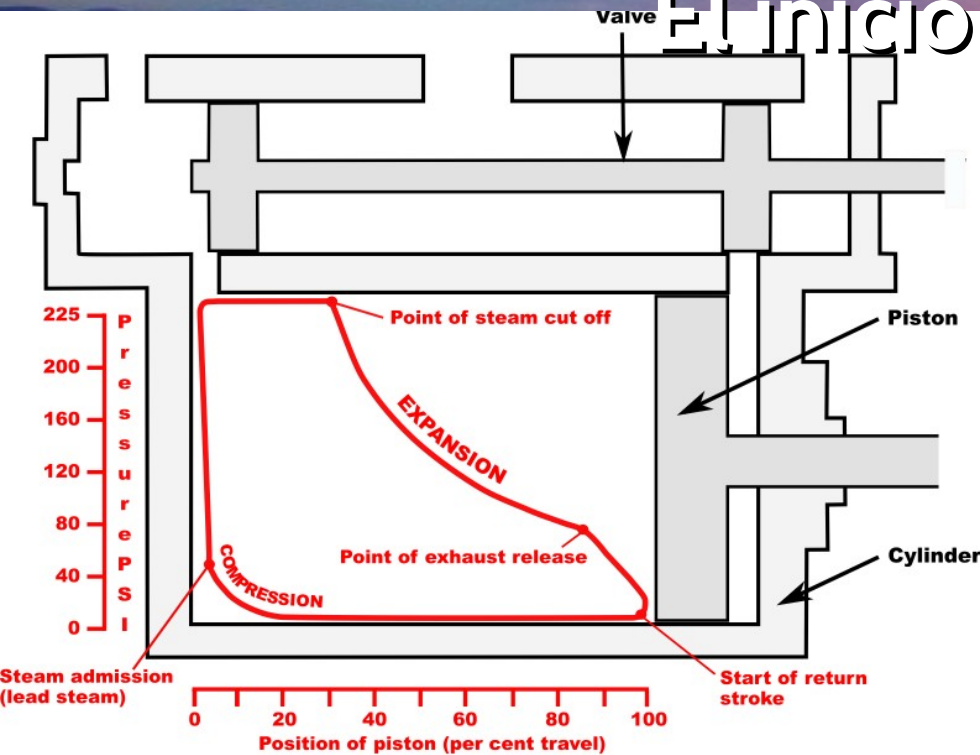


Indicador de evolución de Richard ¡diagrama PV real!

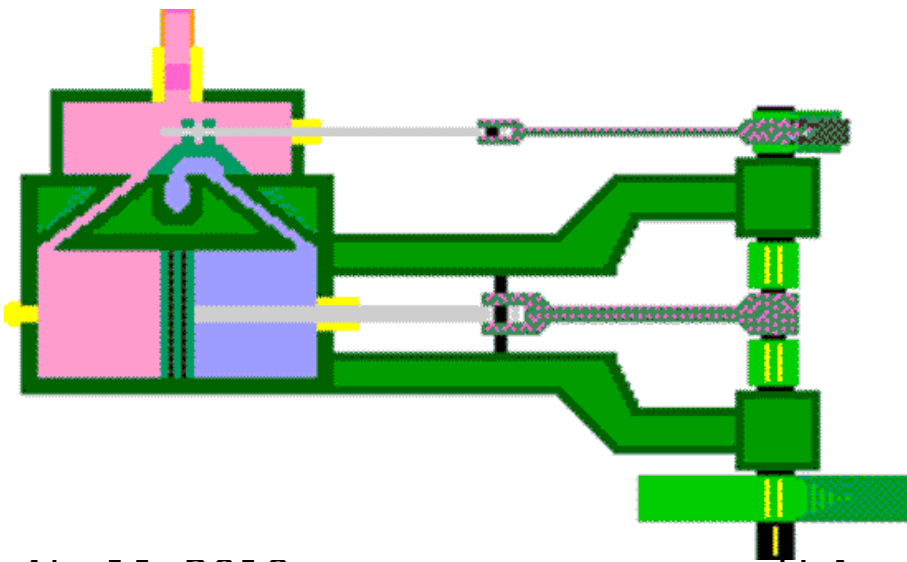


Un ciclo que funciona

El inicio de la revolución industrial

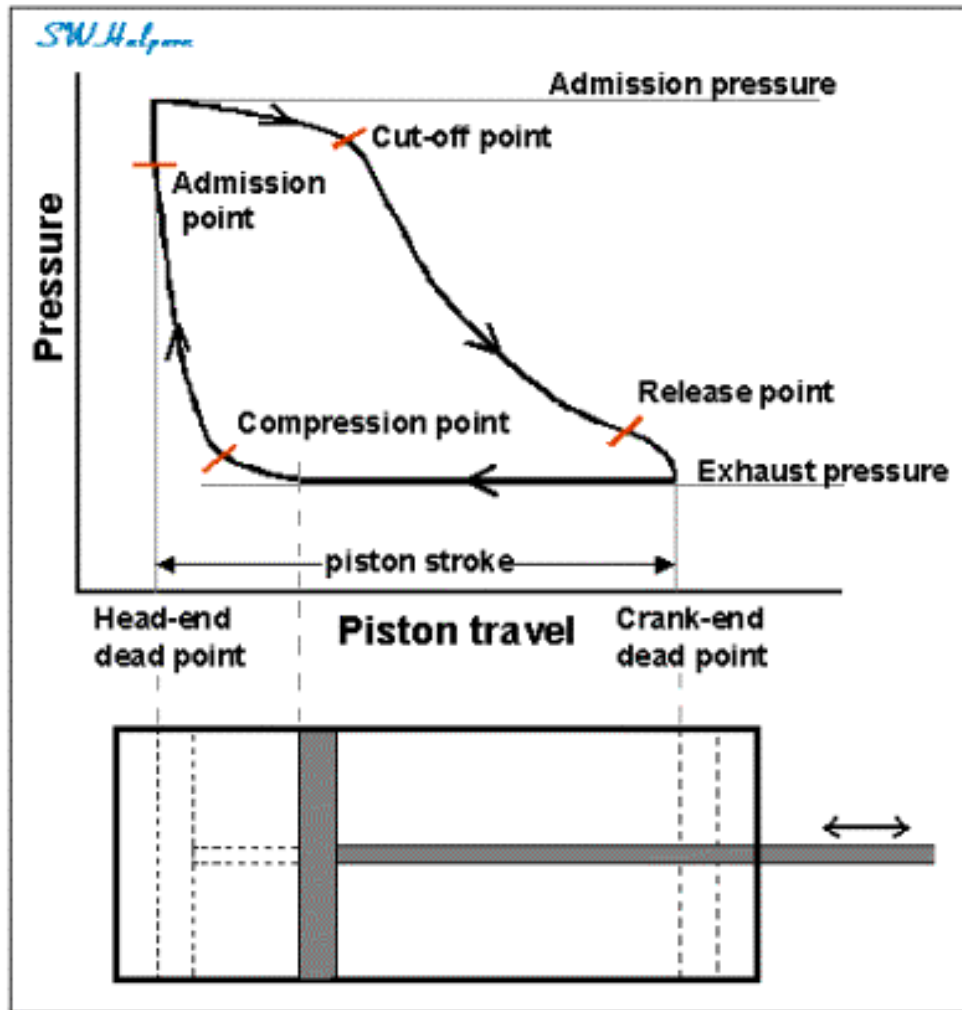


- **Admisión:**
el vapor de alta presión ingresa (ingreso de energía desde la fuente caliente)
- **Expansión:**
comienza la expansión del vapor desplazando al pistón y produciendo trabajo mecánico
- **Escape:**
Rápida salida de vapor de baja presión hacia la fuente fría
- **Compresión:**
La admisión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



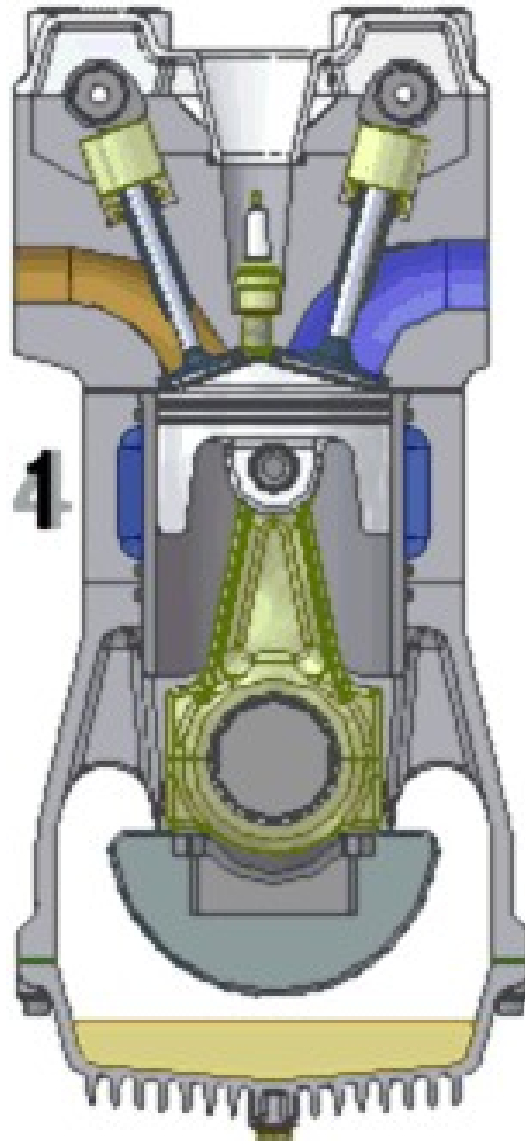
Un ciclo que funciona

El inicio de la revolución industrial

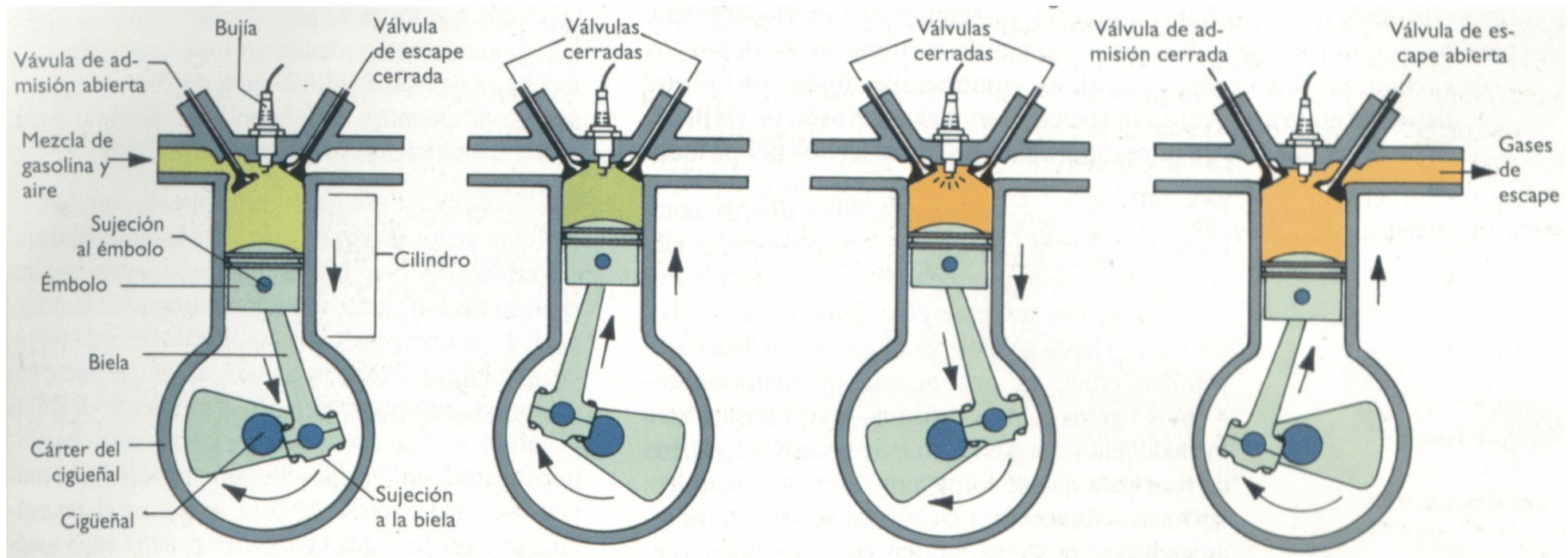


- **Admisión:**
el vapor de alta presión ingresa (ingreso de energía desde la fuente caliente)
- **Expansión:**
comienza la expansión del vapor desplazando al pistón y produciendo trabajo mecánico
- **Escape:**
Rápida salida de vapor de baja presión hacia la fuente fría
- **Compresión:**
La admisión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

Ciclo Otto



FASES DE UN MOTOR DE 4 TIEMPOS



ADMISIÓN

Pistón baja y entra combustible por la válvula de admisión

El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

COMPRESIÓN

Pistón sube y el combustible y el aire se comprimen.

Las válvulas están cerradas
El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

EXPLOSIÓN

La mezcla del combustible y de aire explota. Como las válvulas están cerradas el pistón baja. Potencia

El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

ESCAPE

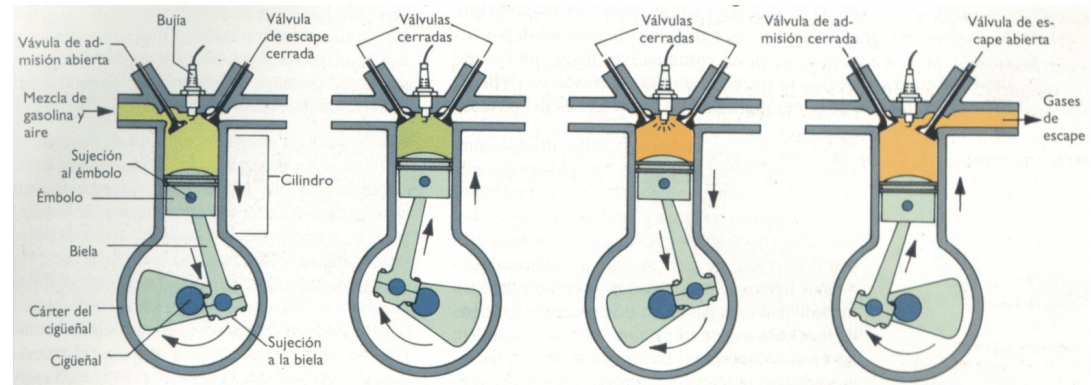
Pistón sube y expulsa los gases quemados por la válvula de escape

El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

EN UN MOTOR DE 4 T SE PRODUCE UNA EXPLOSIÓN (FASE POTENTE) CADA 2 REVOLUCIONES

Ciclo Otto, combustión isócora

FASES DE UN MOTOR DE 4 TIEMPOS



ADMISIÓN

Pistón baja y entra combustible por la válvula de admisión
El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

COMPRESIÓN

Pistón sube y el combustible y el aire se comprimen. Las válvulas están cerradas
El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

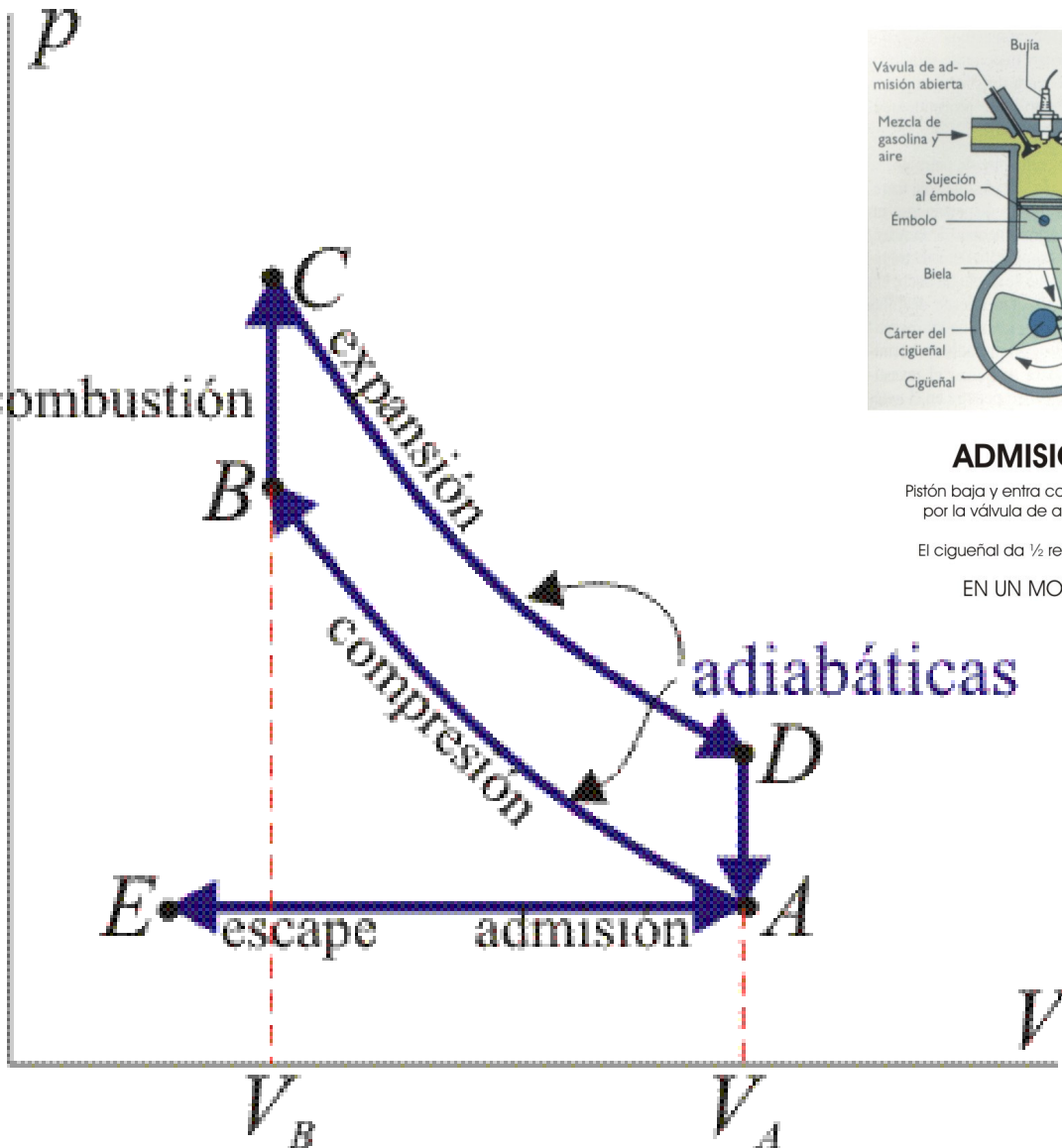
EXPLOSIÓN

La mezcla del combustible y de aire explota. Como las válvulas están cerradas el pistón baja. Potencia
El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

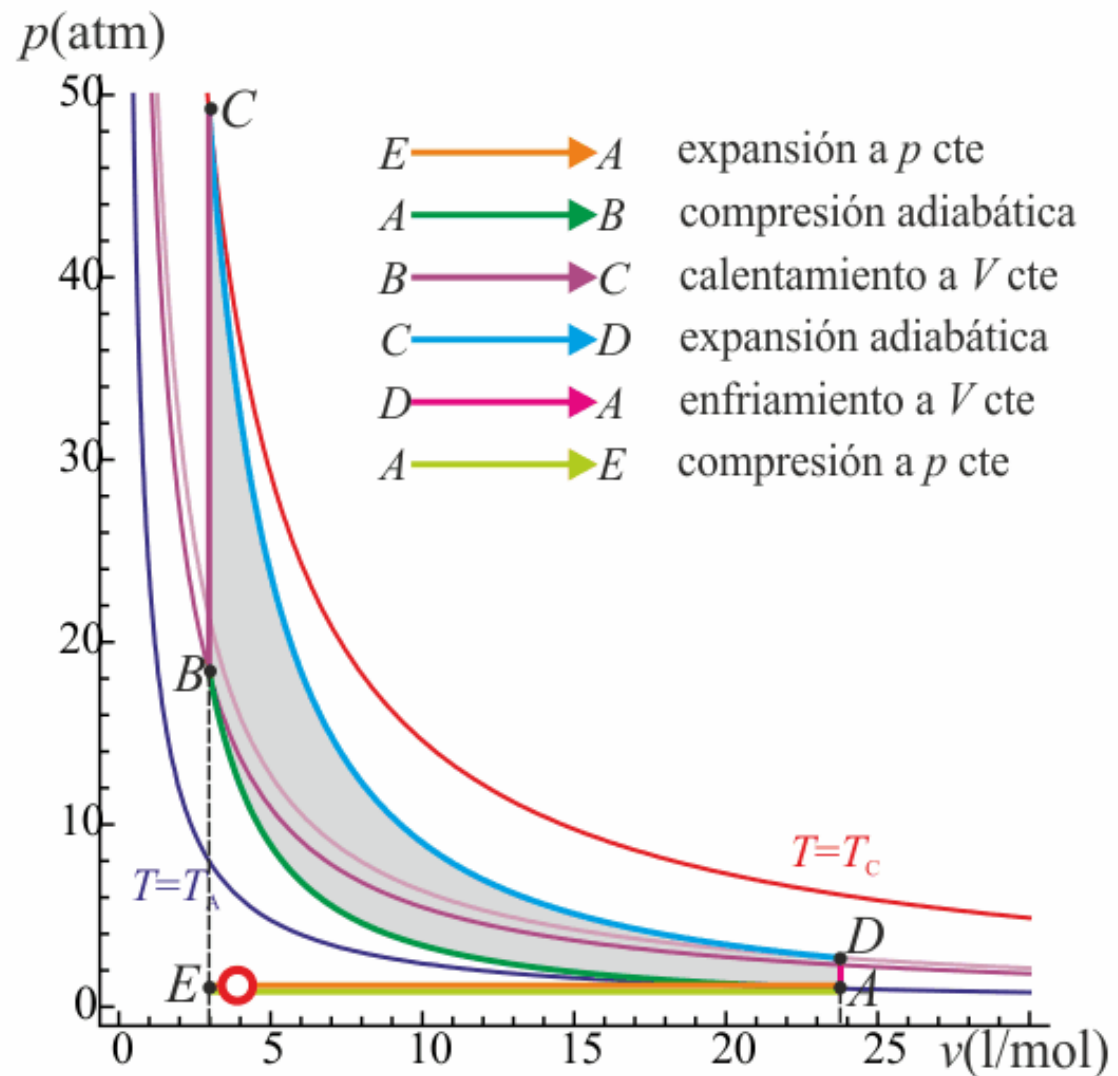
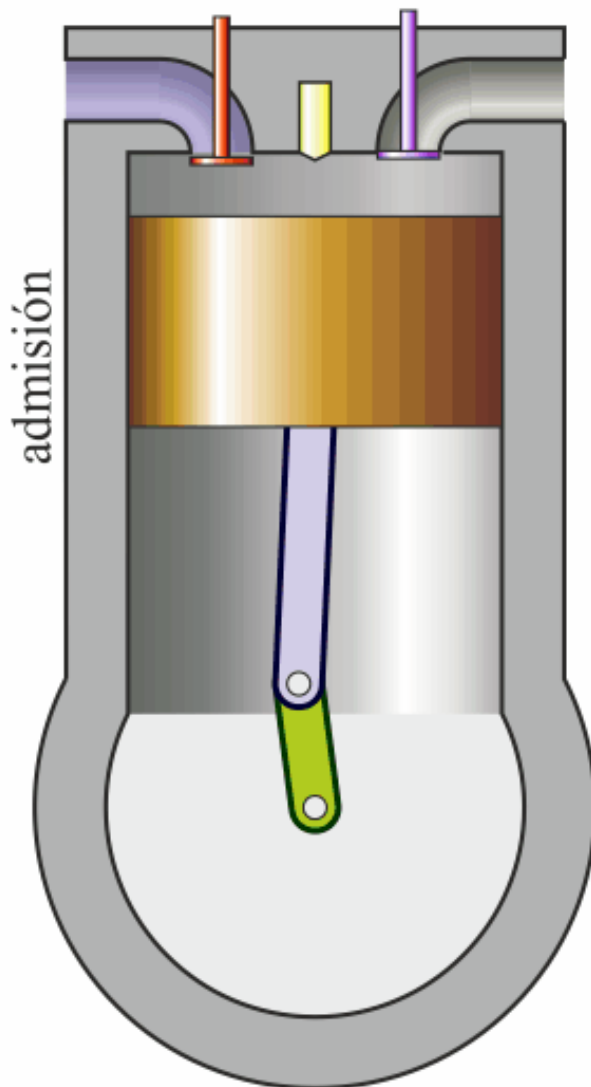
ESCAPE

Pistón sube y expulsa los gases quemados por la válvula de escape
El cigüeñal da $\frac{1}{2}$ revolución

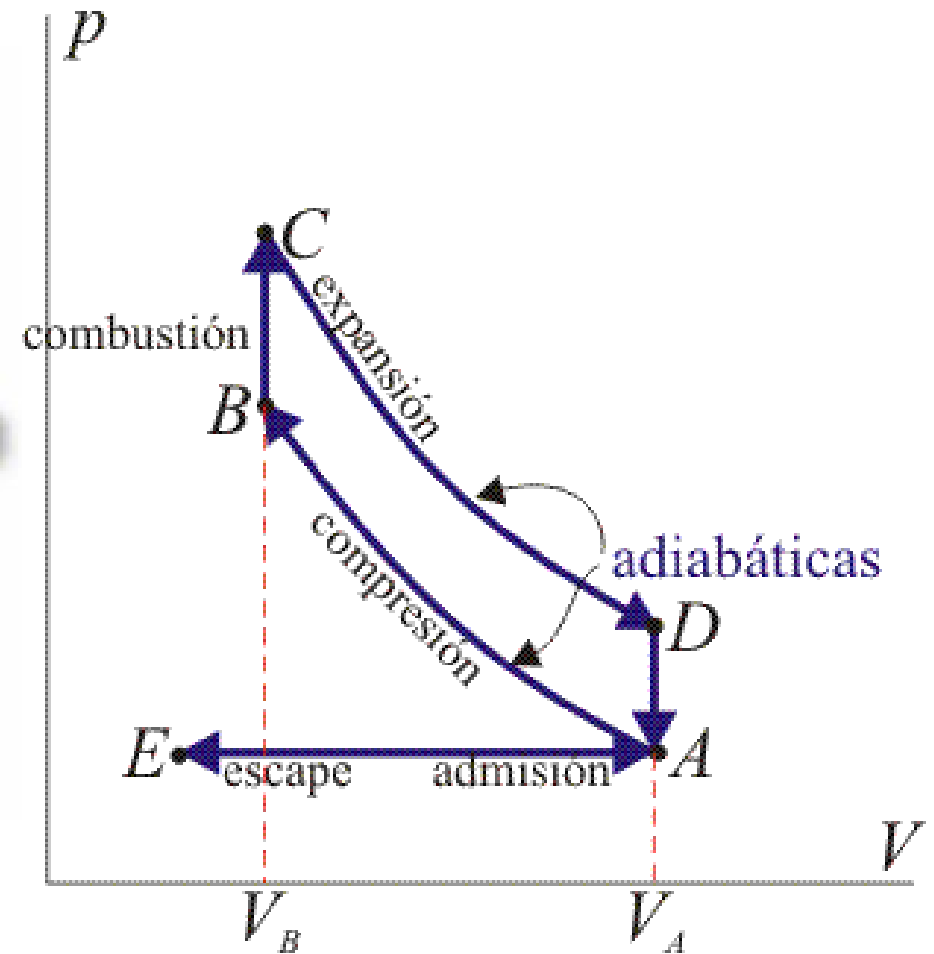
EN UN MOTOR DE 4 T SE PRODUCE UNA EXPLOSIÓN (FASE POTENTE) CADA 2 REVOLUCIONES



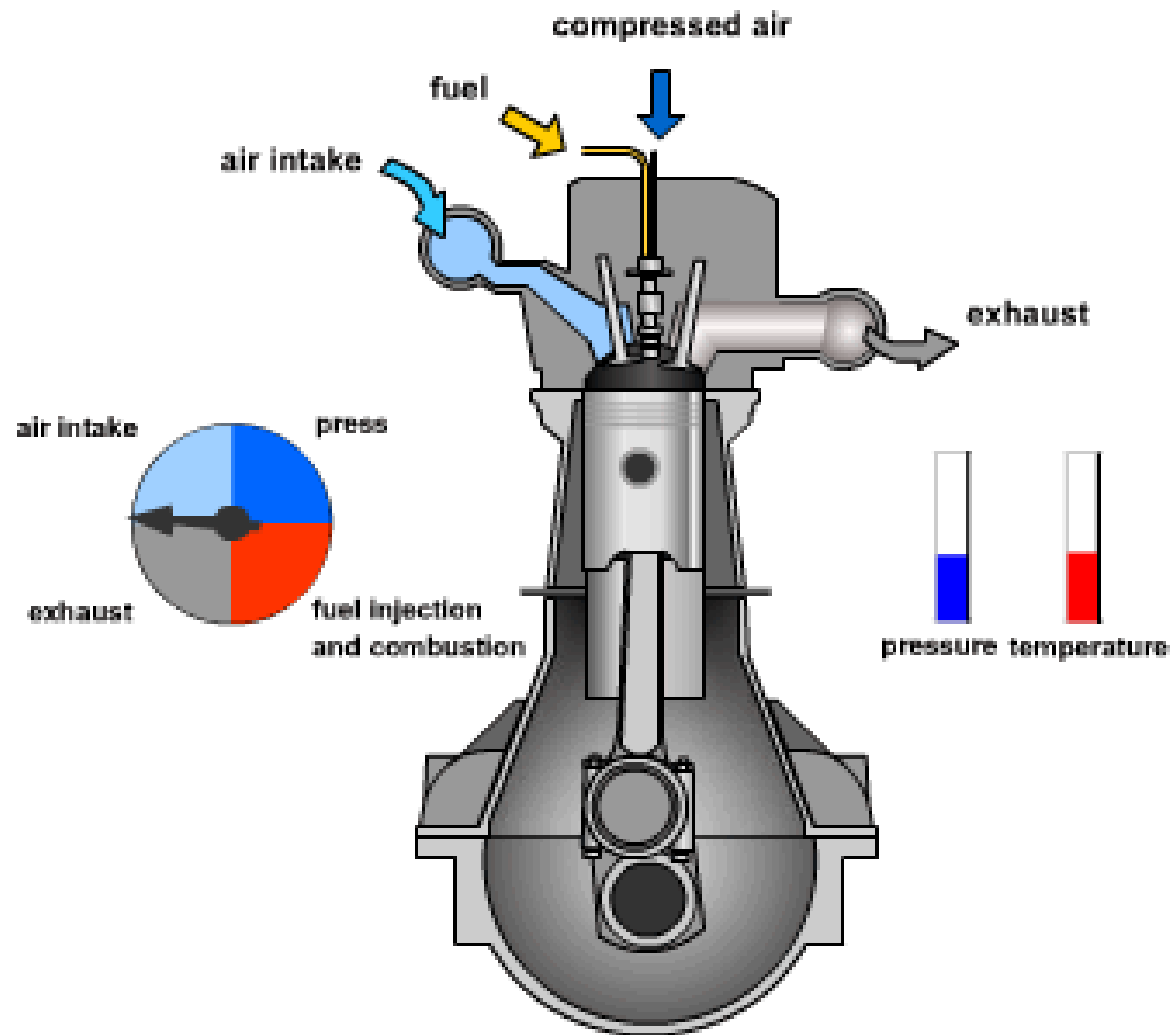
El ciclo Otto - realista



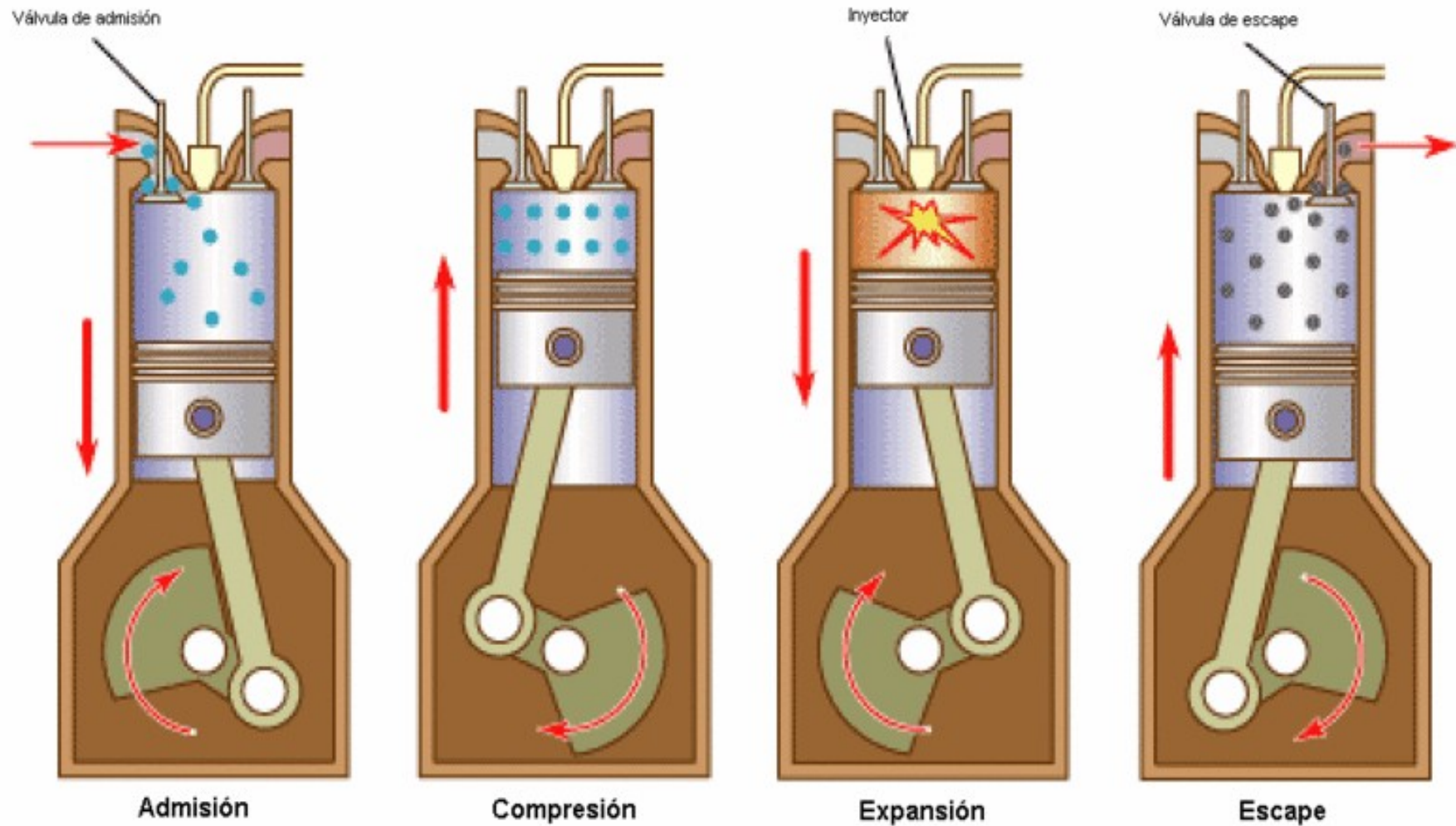
Ciclo Otto, el motor



Ciclo Diesel

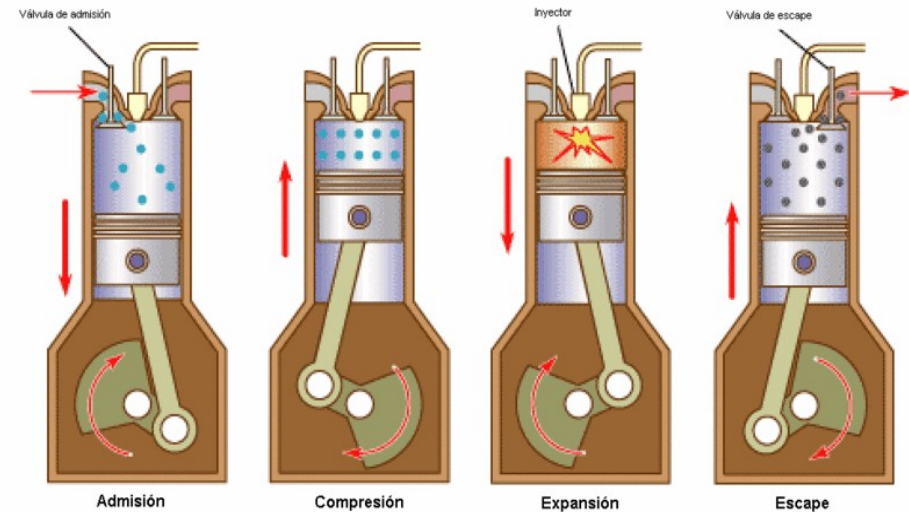
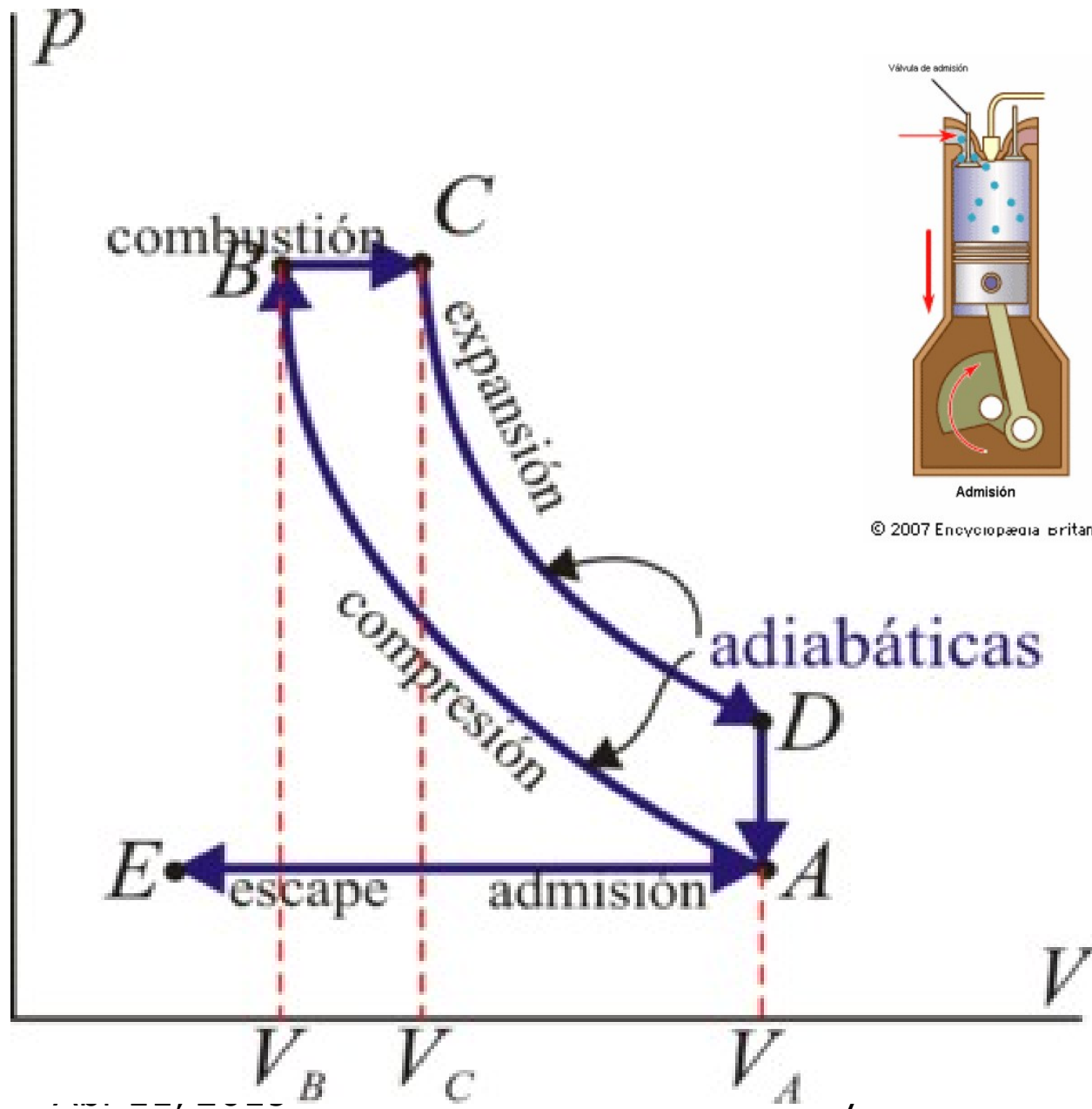


Ciclo Diésel



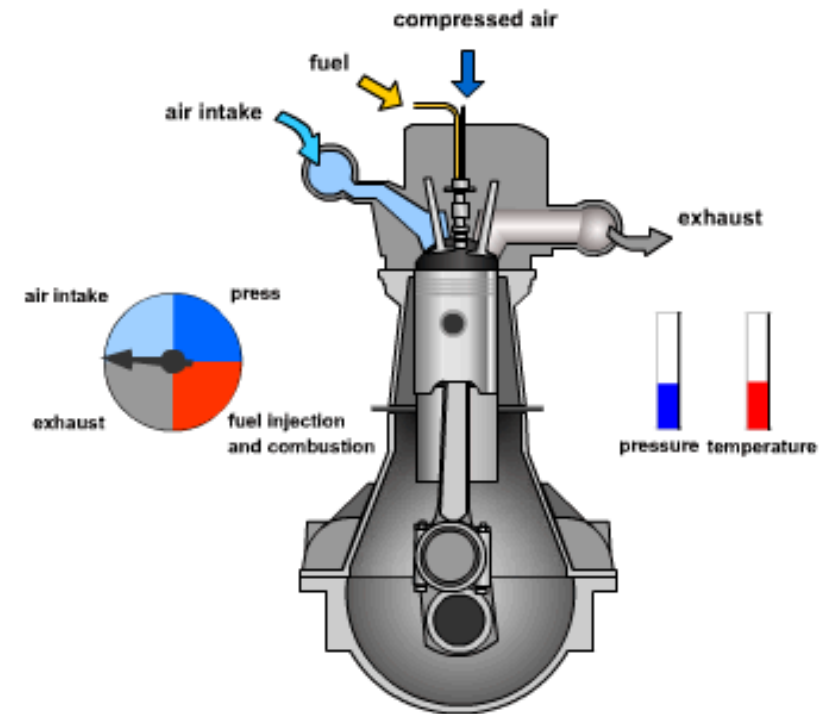
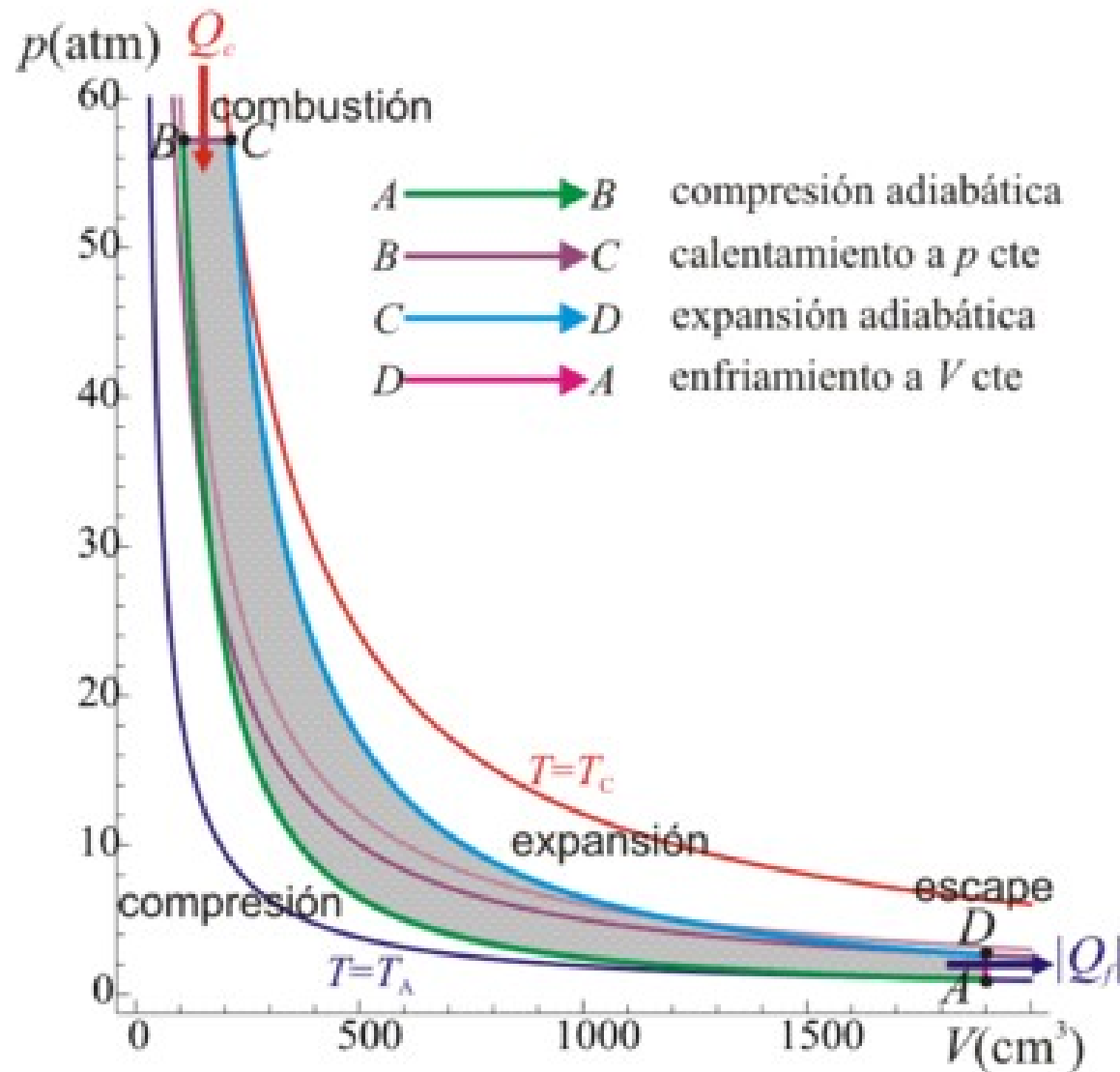
© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

Ciclo Diésel o ciclo de combustión isóbara

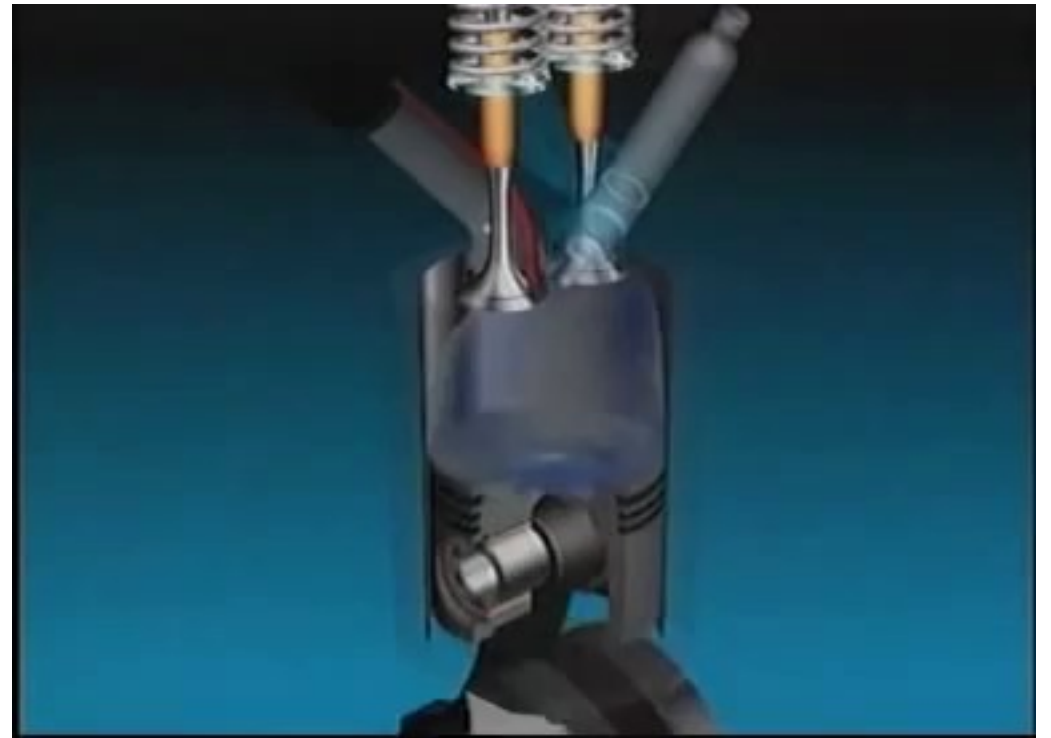
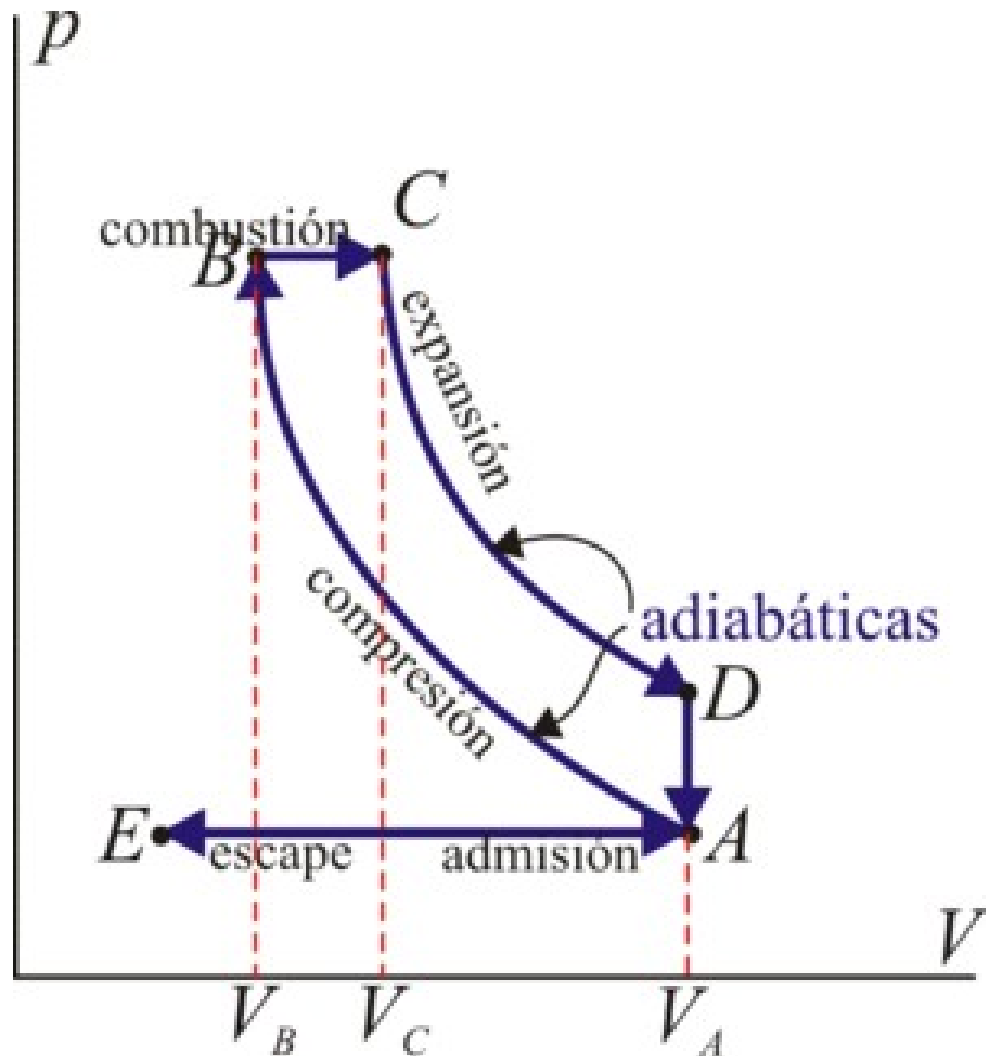


© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

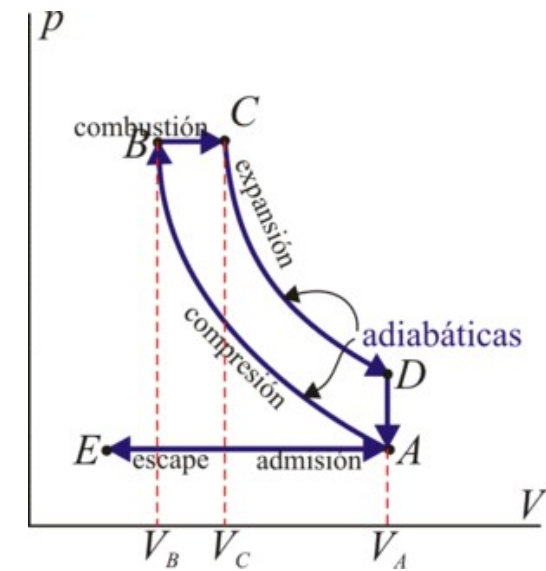
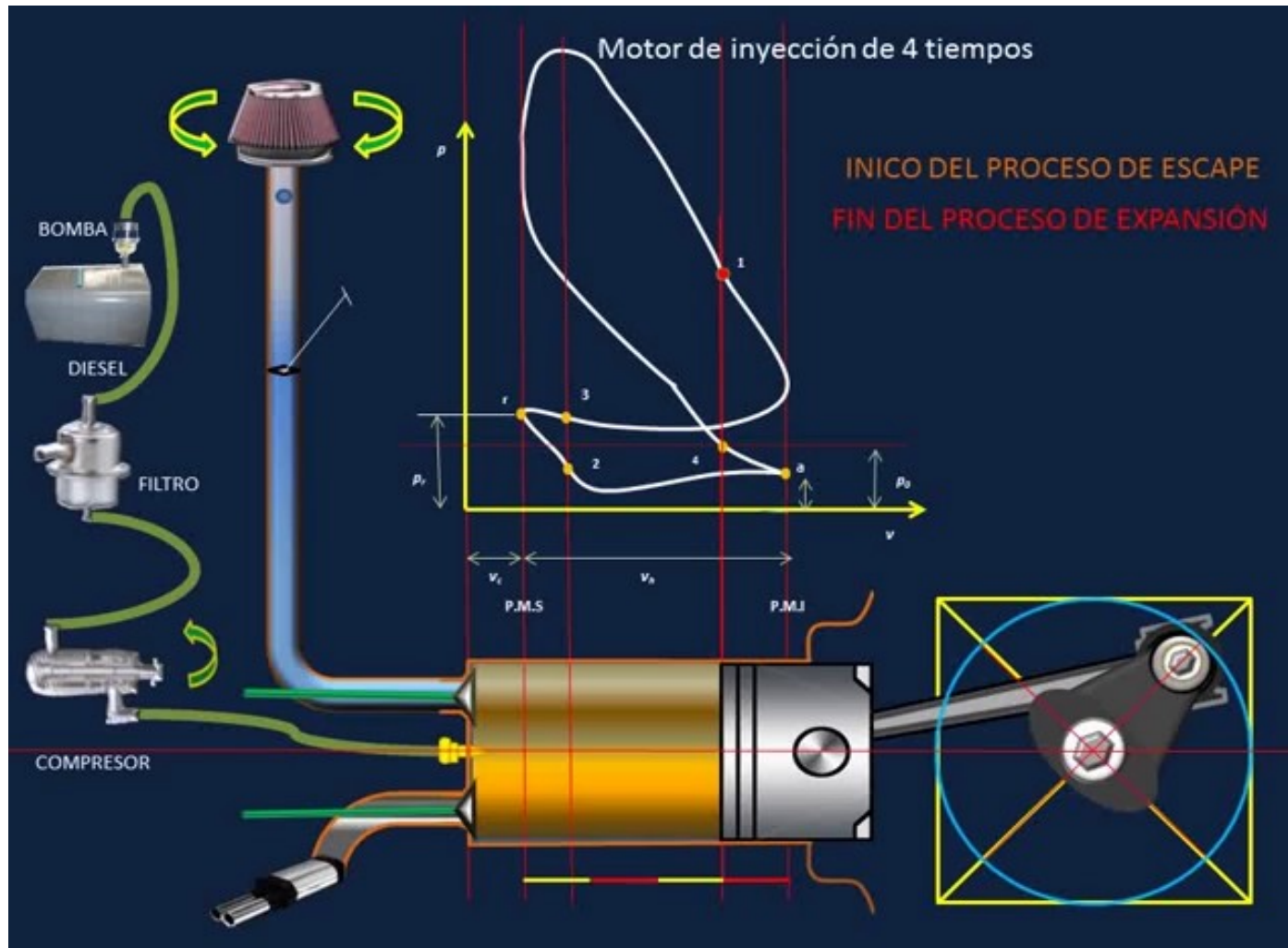
Ciclo Diésel o ciclo de combustión isóbara



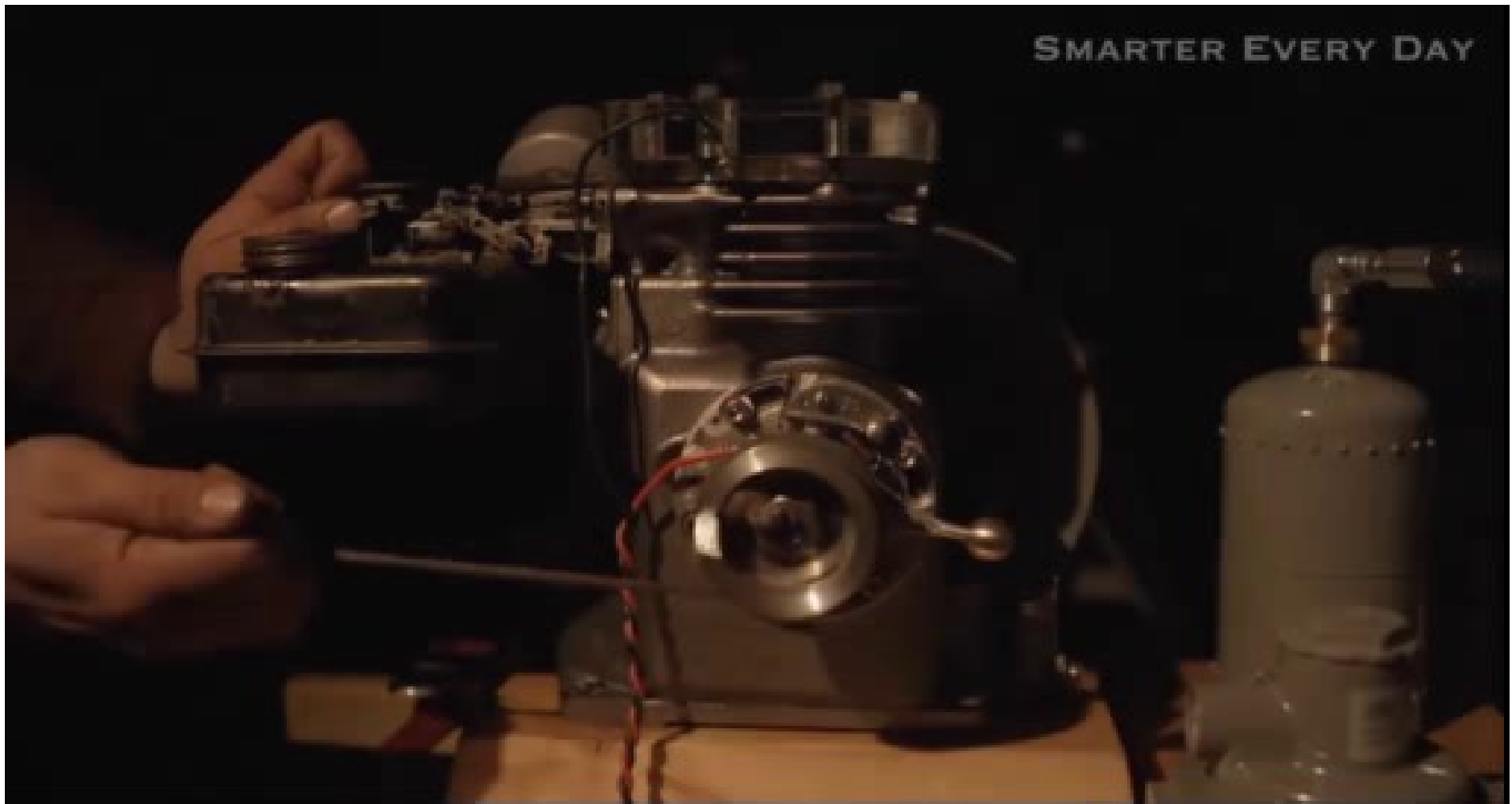
Ciclo Diesel



Ciclo diesel, más realista

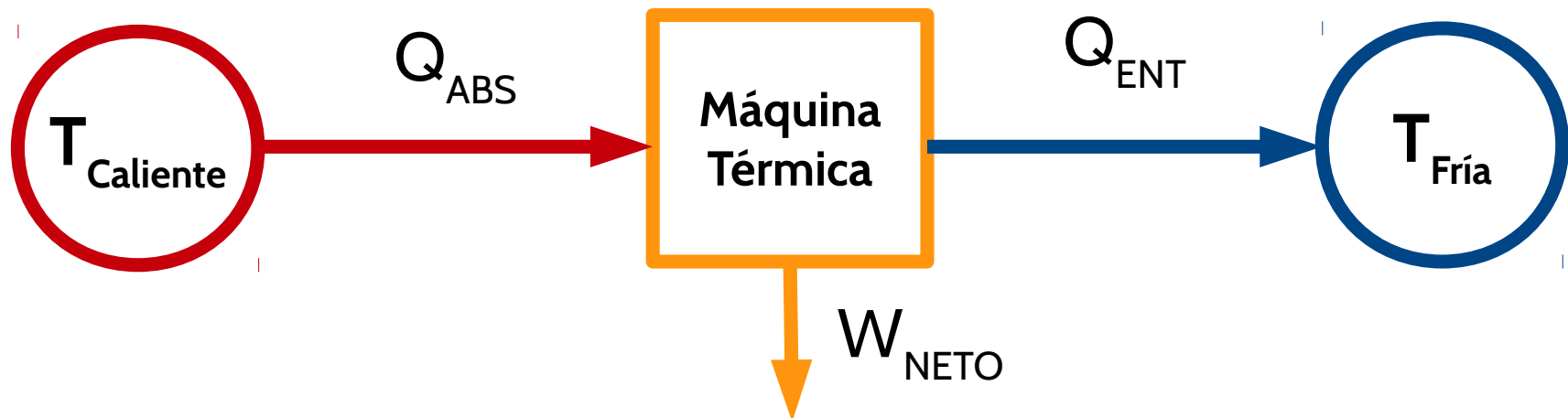


Motor transparente

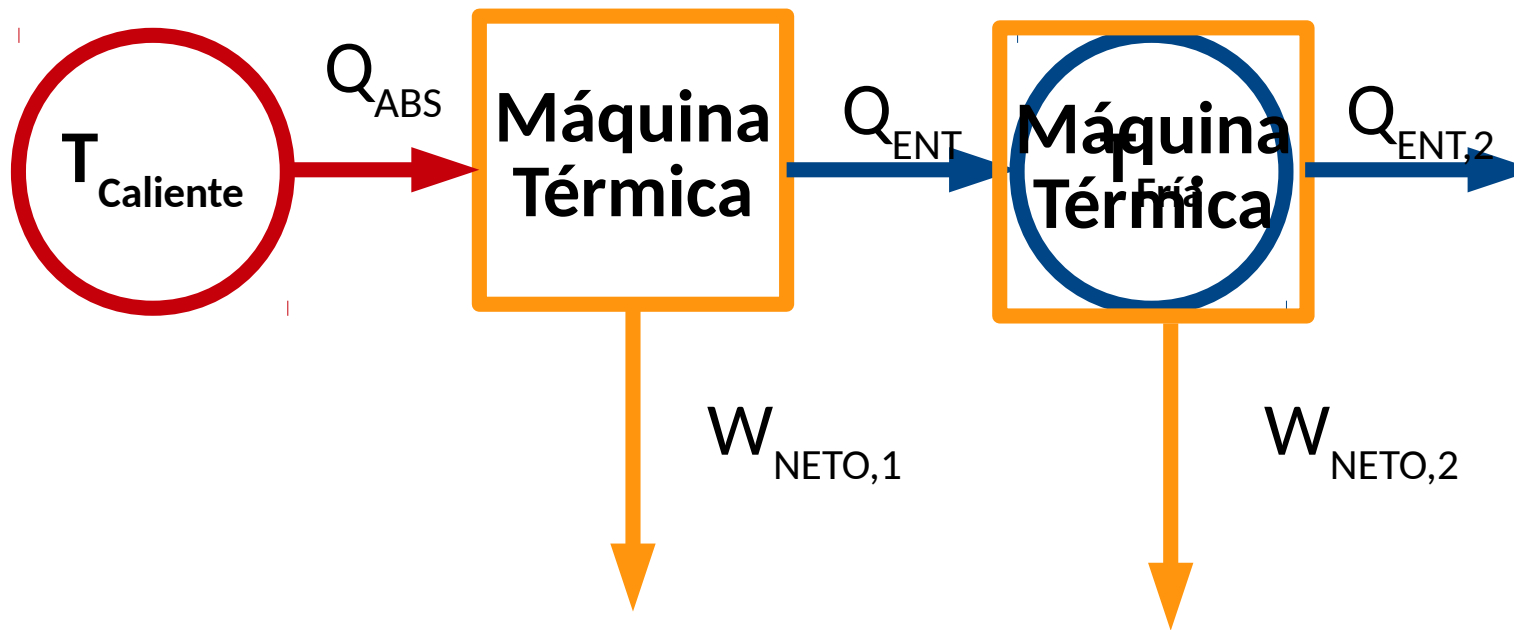


Máquinas térmicas

- Máquina térmica: obtengo trabajo mecánico a partir de la transferencia de calor de la fuente caliente a la fuente fría...

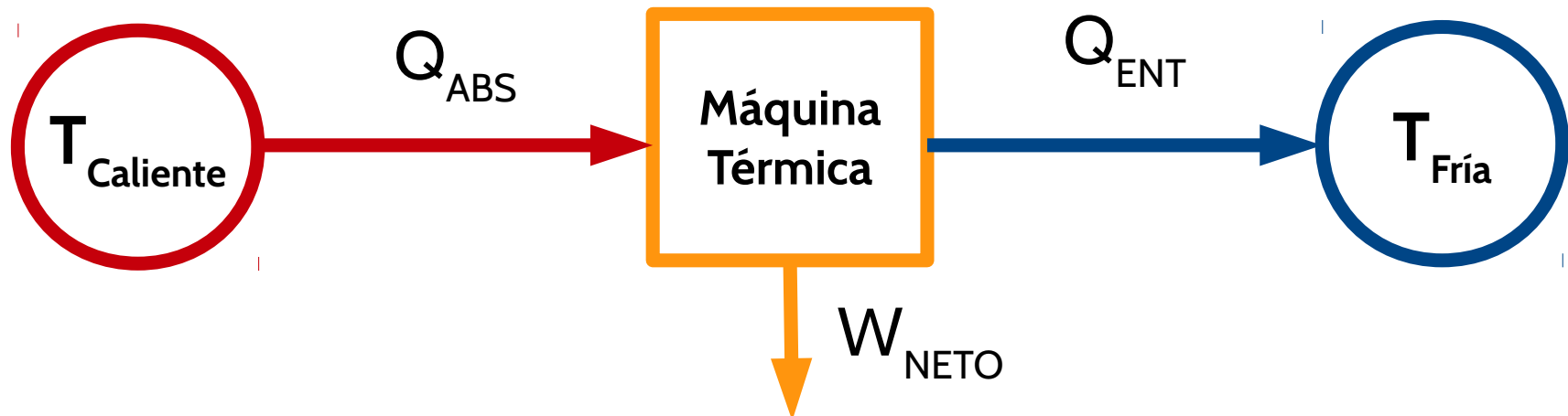


- Mejora de la eficiencia global



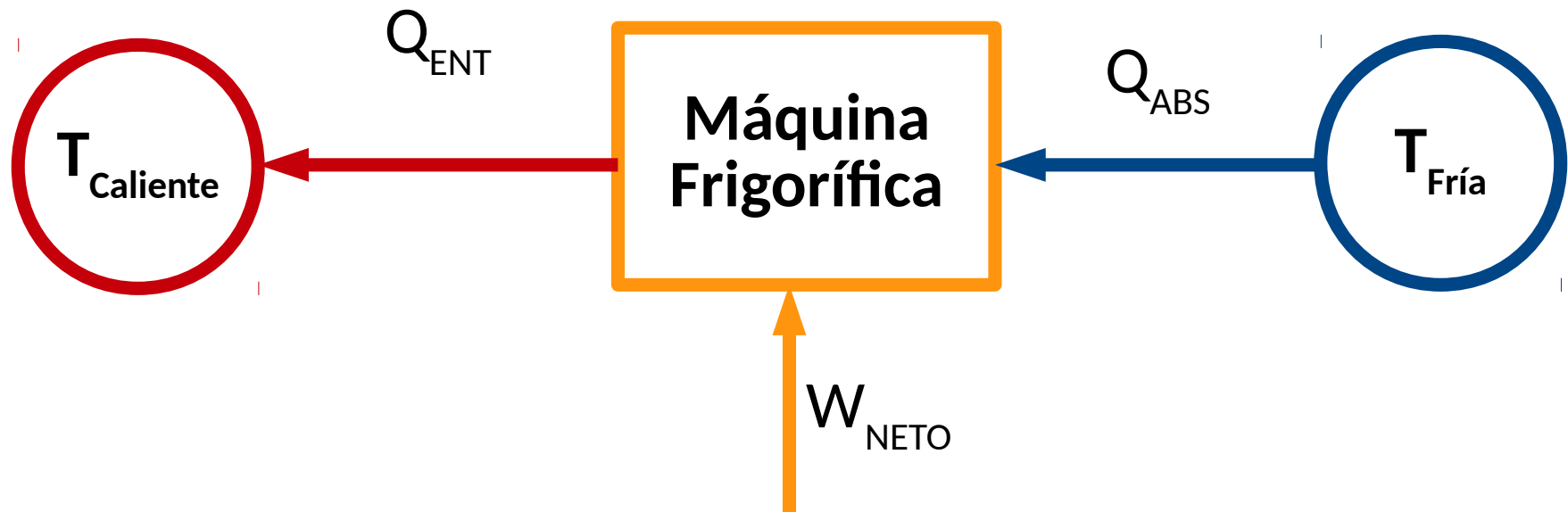
$$\eta = \frac{W_{\text{NETO},1} + W_{\text{NETO},2}}{Q_{\text{ABS}}}$$

- **Fuente caliente:** cede calor, se enfría
- **Fuente fría:** absorbe calor, se calienta
- La máquina térmica “aprovecha” ese flujo para liberar energía en forma de trabajo mecánico “útil”
- Cuando $T_c = T_f \rightarrow$ no hay flujo de calor \rightarrow **muerte térmica**



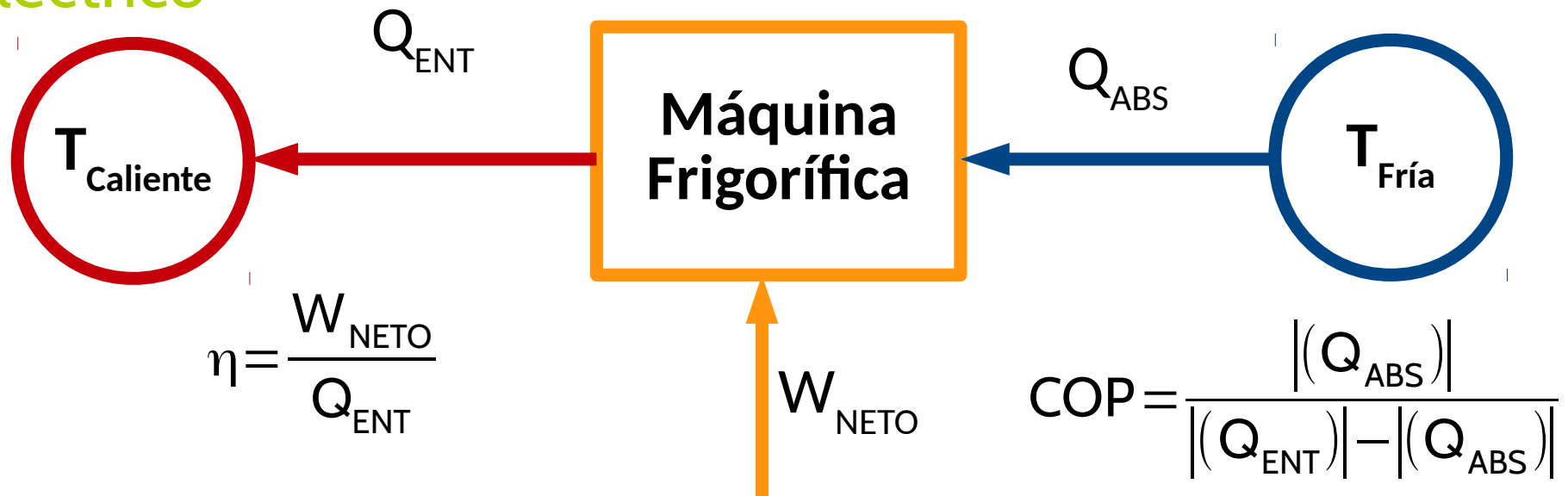
Ciclo inverso → Máquina frigorífica

- Si entrego trabajo, es posible transferir calor de la fuente fría a la caliente
- Heladera:



Ciclo inverso → Máquina frigorífica

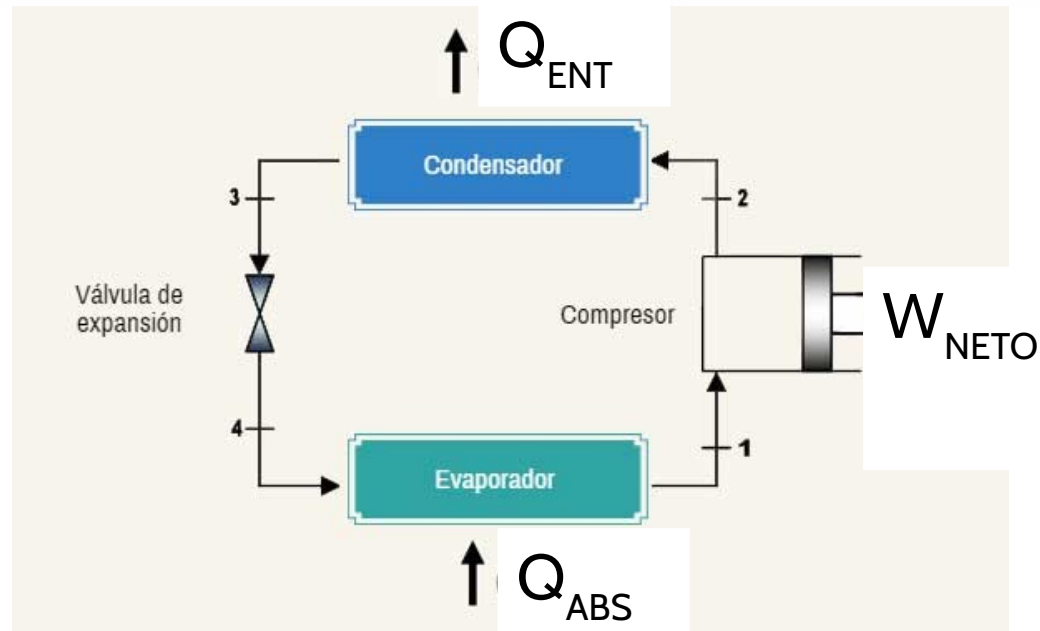
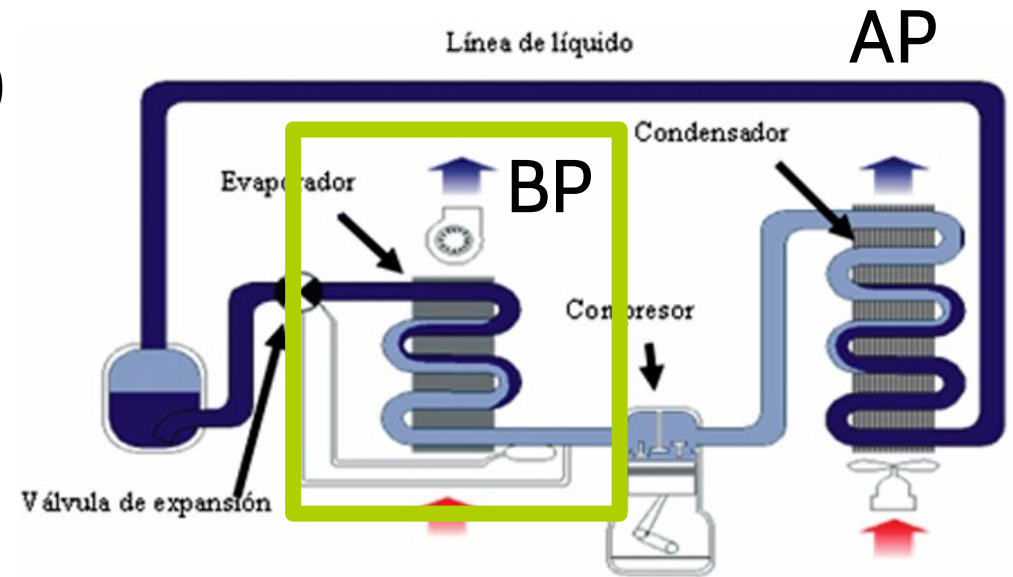
- Si entrego trabajo, es posible transferir calor de la fuente fría a la caliente
- **Heladera:** es una “bomba de calor” que extrae calor de una fuente fría para cederlo a otro a una temperatura mayor, impulsada por un motor externo, usualmente eléctrico



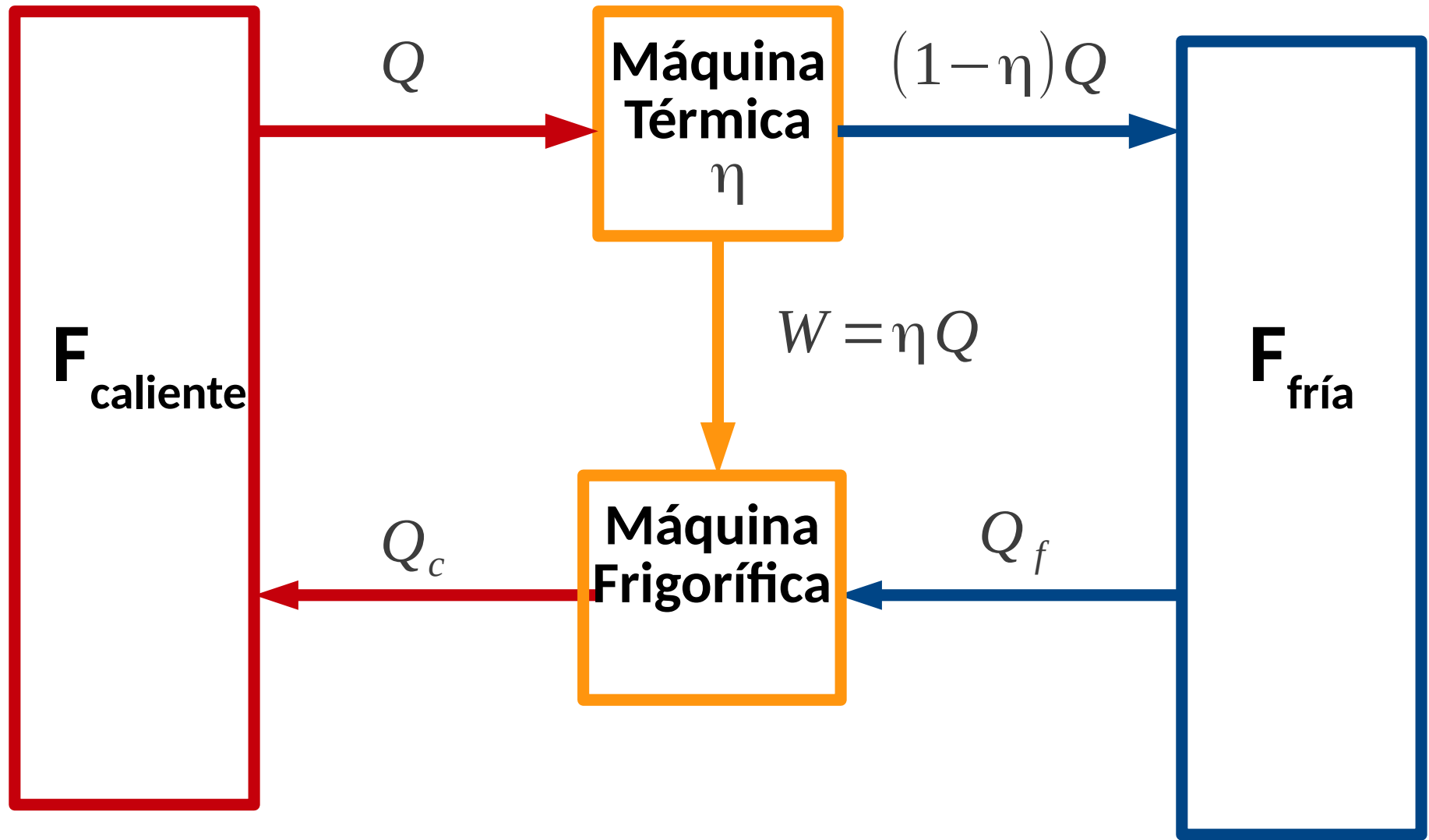
Funcionamiento: refrigeración por compresión:

Líquido refrigerante: bajo punto de vaporización (típicamente -40°C)

- 1) **Compresor**: el gas se comprime (W_{NETO}) en forma adiabática y, en principio, reversible. Alta Presión (AP)
- 2) **Condensador**: se licúa e intercambia calor con la fuente caliente (Aire, Q_{ENT}). Cambio de estado: calor latente, proceso isotérmico (AP)
- 3) **Válvula de expansión**: descompresión adiabática \rightarrow enfriamiento del líquido a baja presión (BP)
- 4) **Evaporador**: el líquido frío absorbe calor de la fuente fría (heladera, Q_{ABS}) y se vaporiza: calor latente, proceso isotérmico (BP)
- Se reinicia el ciclo en el compresor



Máquina reversible e irreversible



Si la máquina térmica no es reversible, $Q_c < Q$