

Universidad Nacional de Río Negro

Física III B – 2021

- **Unidad** 02
- **Clase** U02 C06 - 12/30
- **Fecha** 27 Abr 2021
- **Cont** Máquinas Térmicas (III)
- **Cátedra** Asorey - Calderón
- **Web** <https://gitlab.com/asoreyh/unrn-f3b>



Unidad 2: Primer Principio

Unidad 1

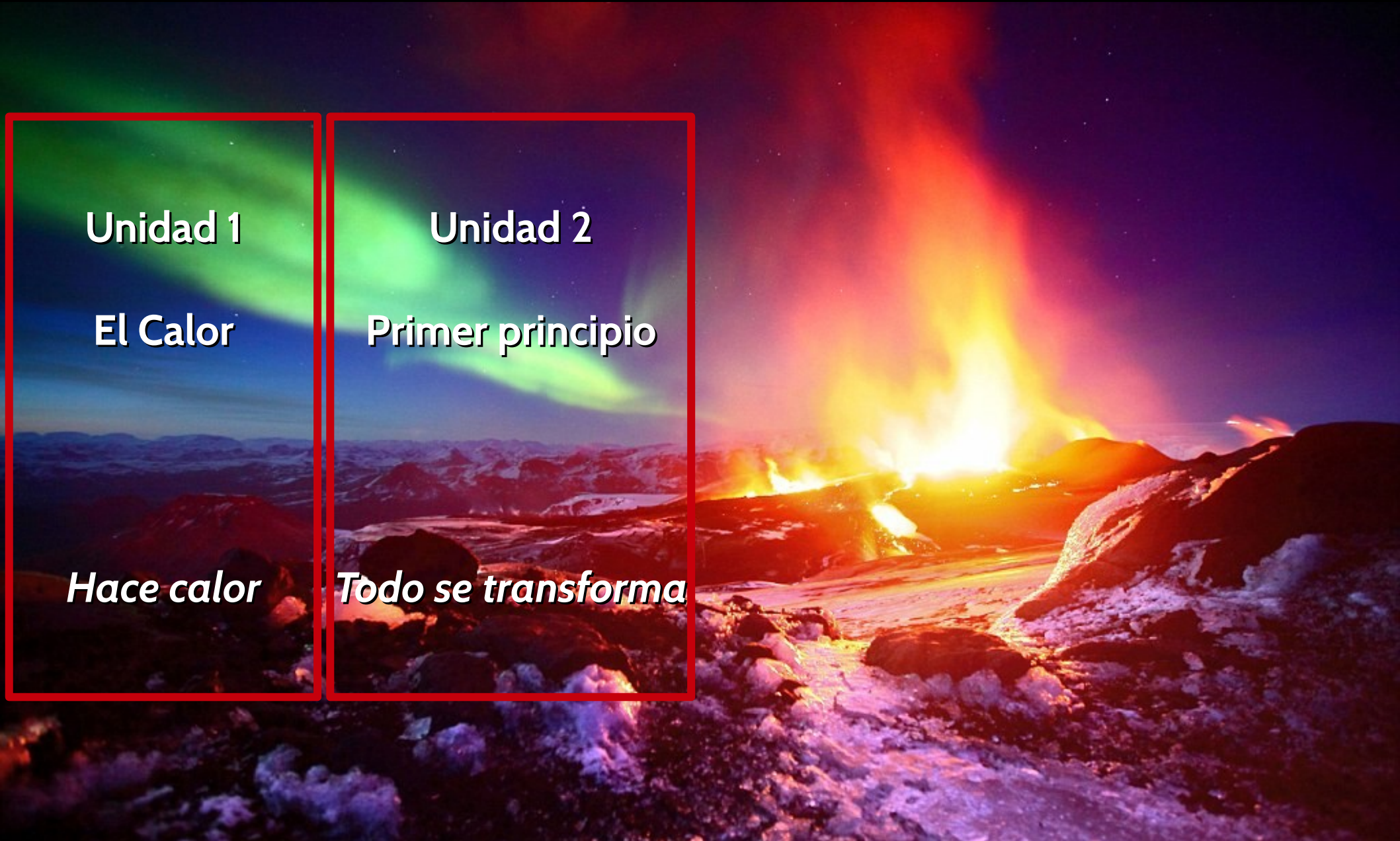
El Calor

Hace calor

Unidad 2

Primer principio

Todo se transforma

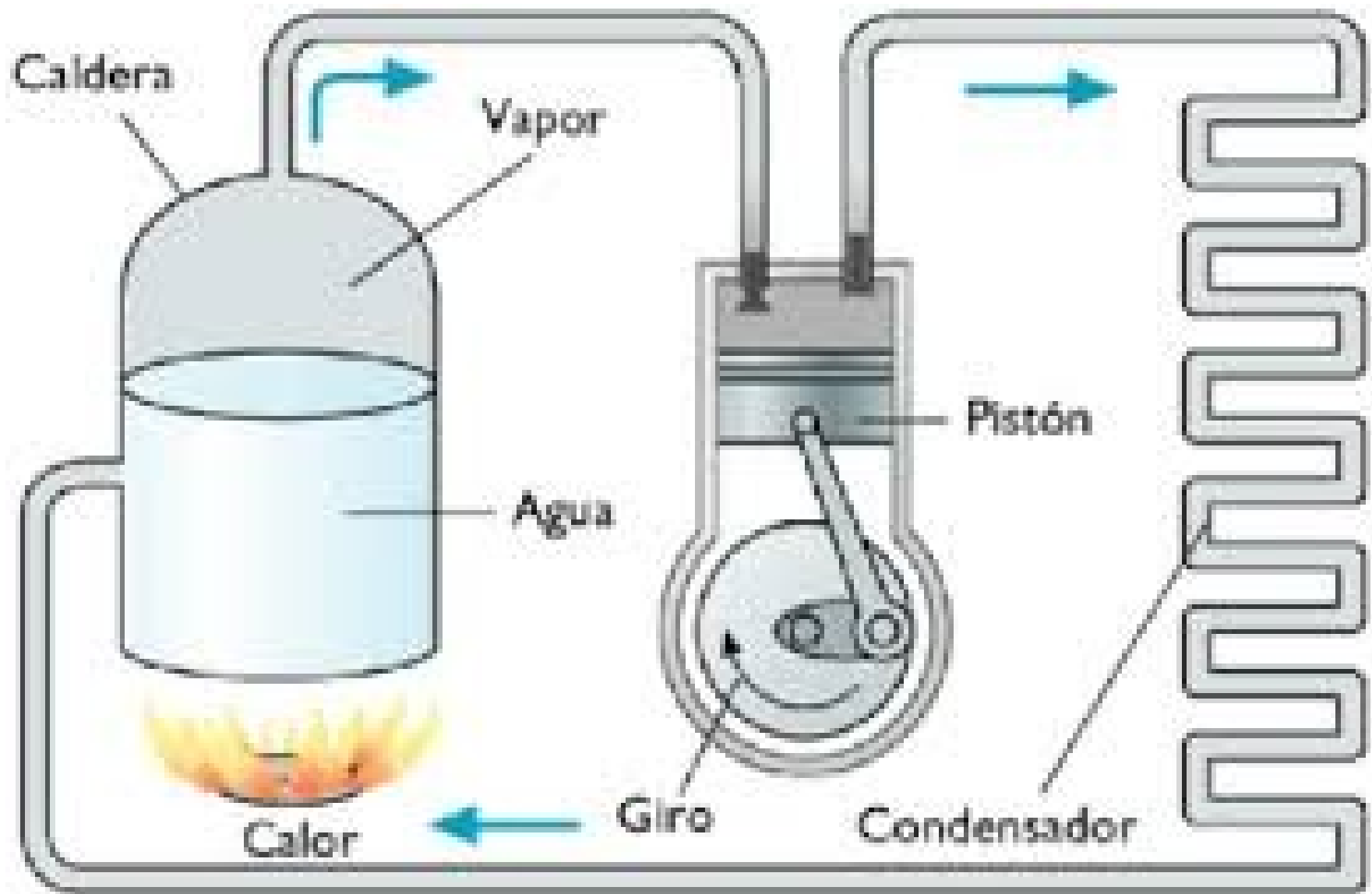


Módulo 1 - Unidad 2: Primer Principio

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



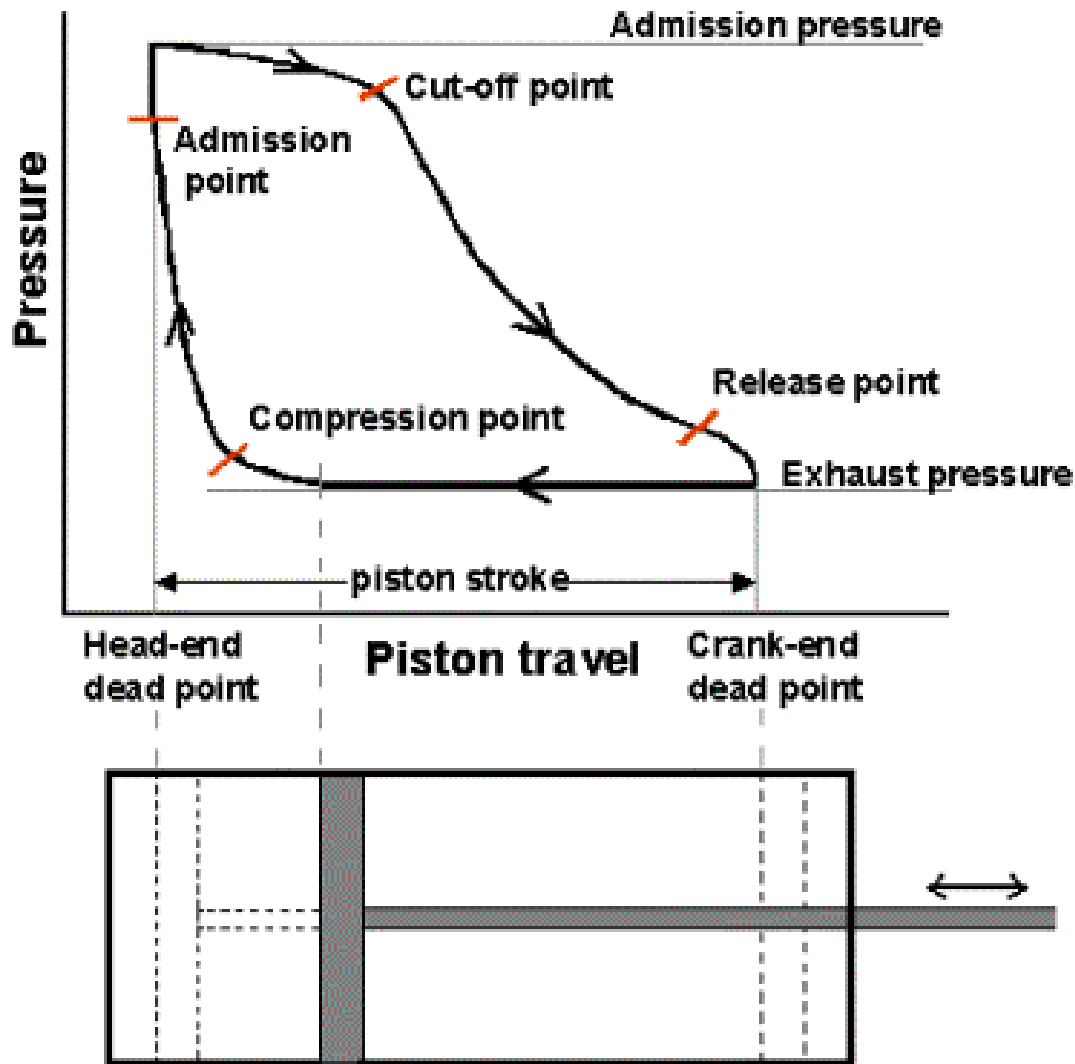
El condensador (y válvulas) mejora de rendimiento al no enfriar el pistón



Un ciclo que funciona

El inicio de la revolución industrial

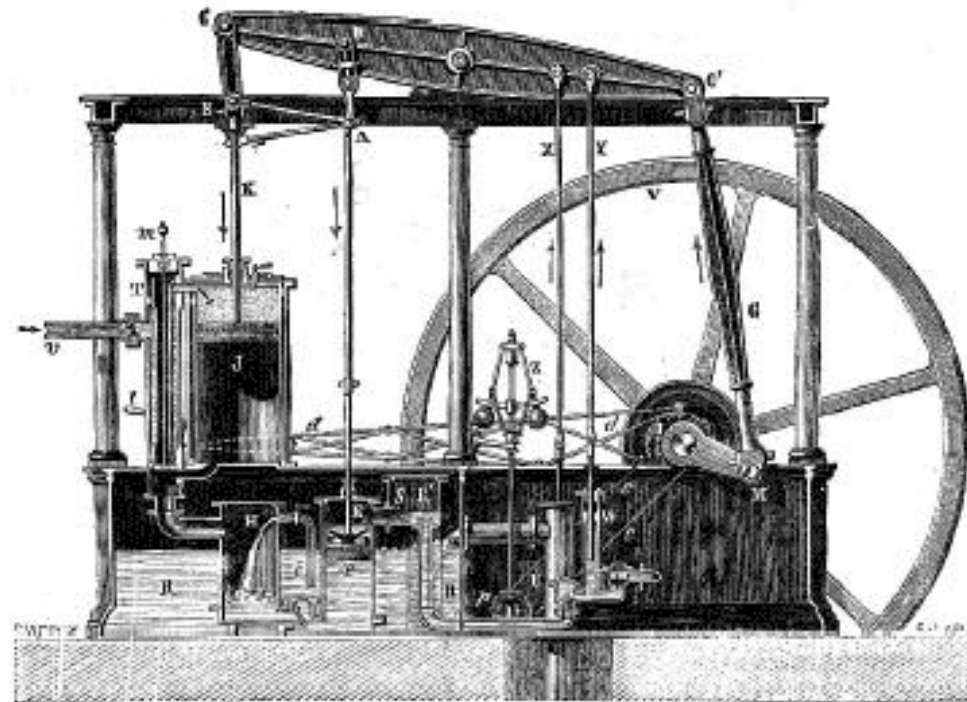
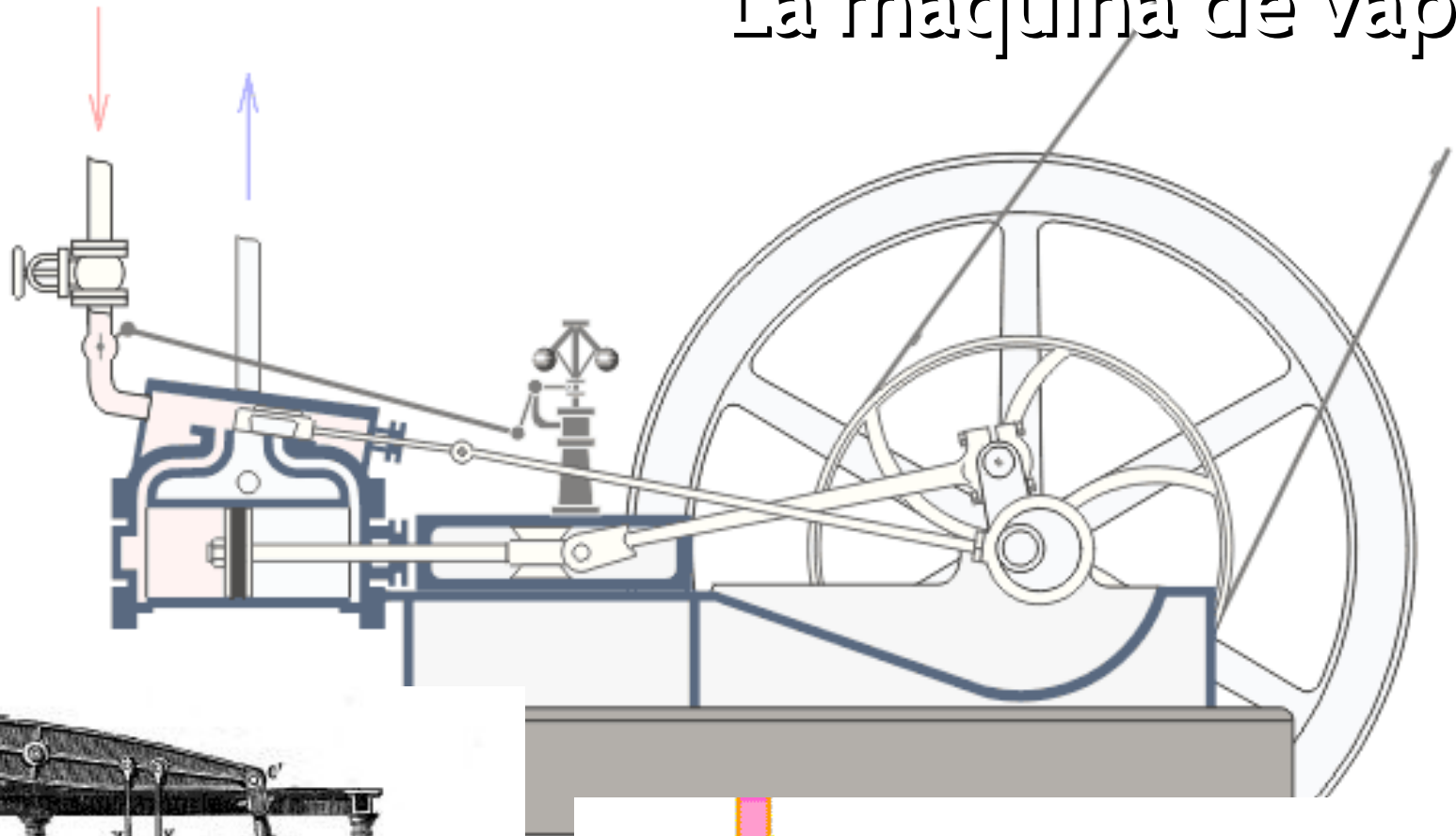
SW Halpene



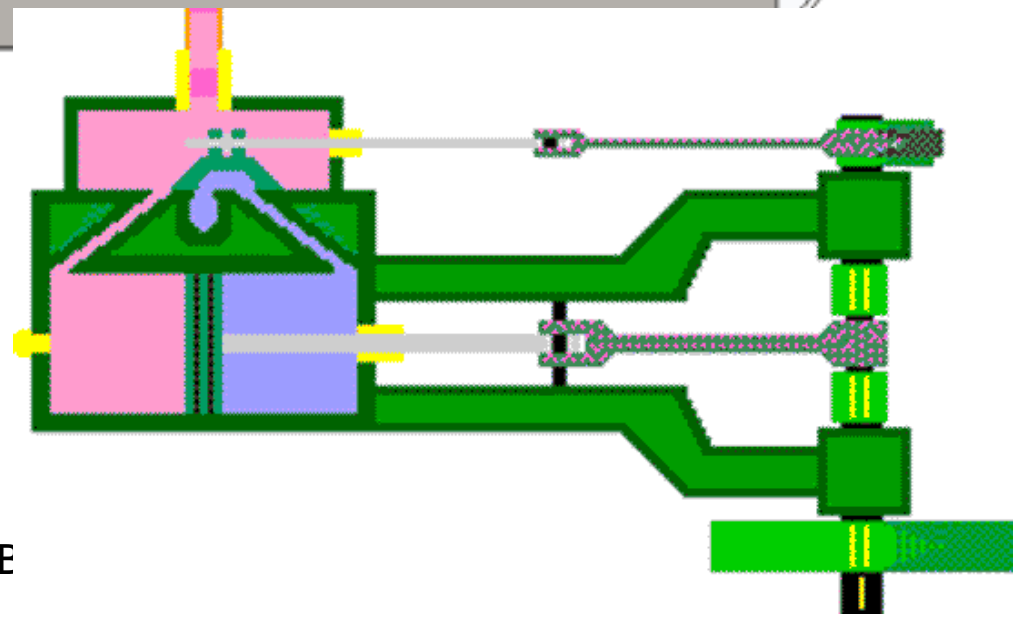
- **Admisión:**
el vapor de alta presión ingresa (ingreso de energía desde la fuente caliente)
- **Expansión:**
comienza la expansión del vapor desplazando al pistón y produciendo trabajo mecánico
- **Escape:**
Rápida salida de vapor de baja presión hacia la fuente fría
- **Compresión:**
La admisión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



La máquina de vapor



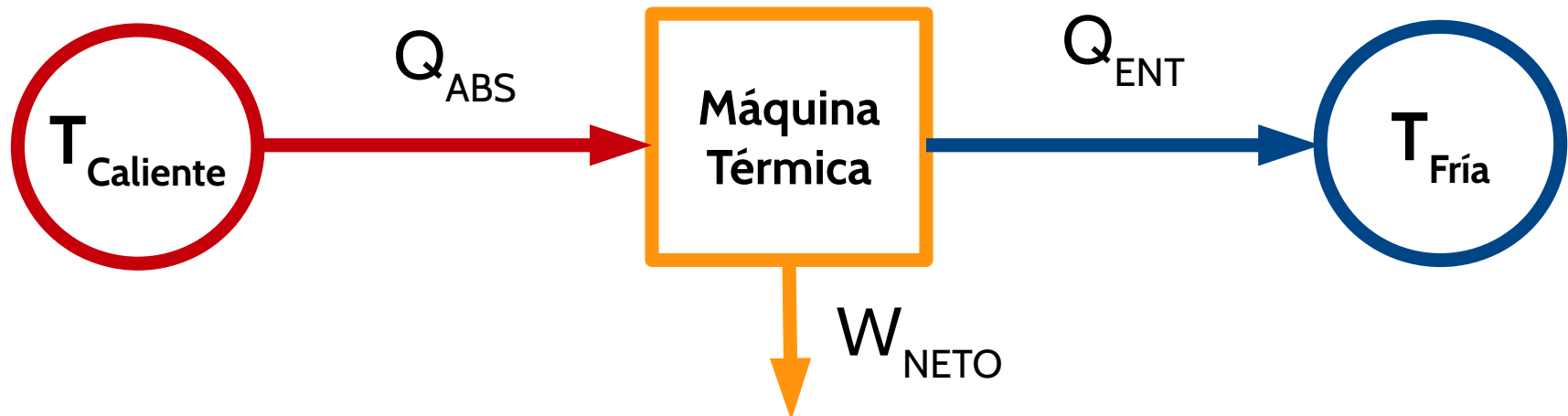
F3E



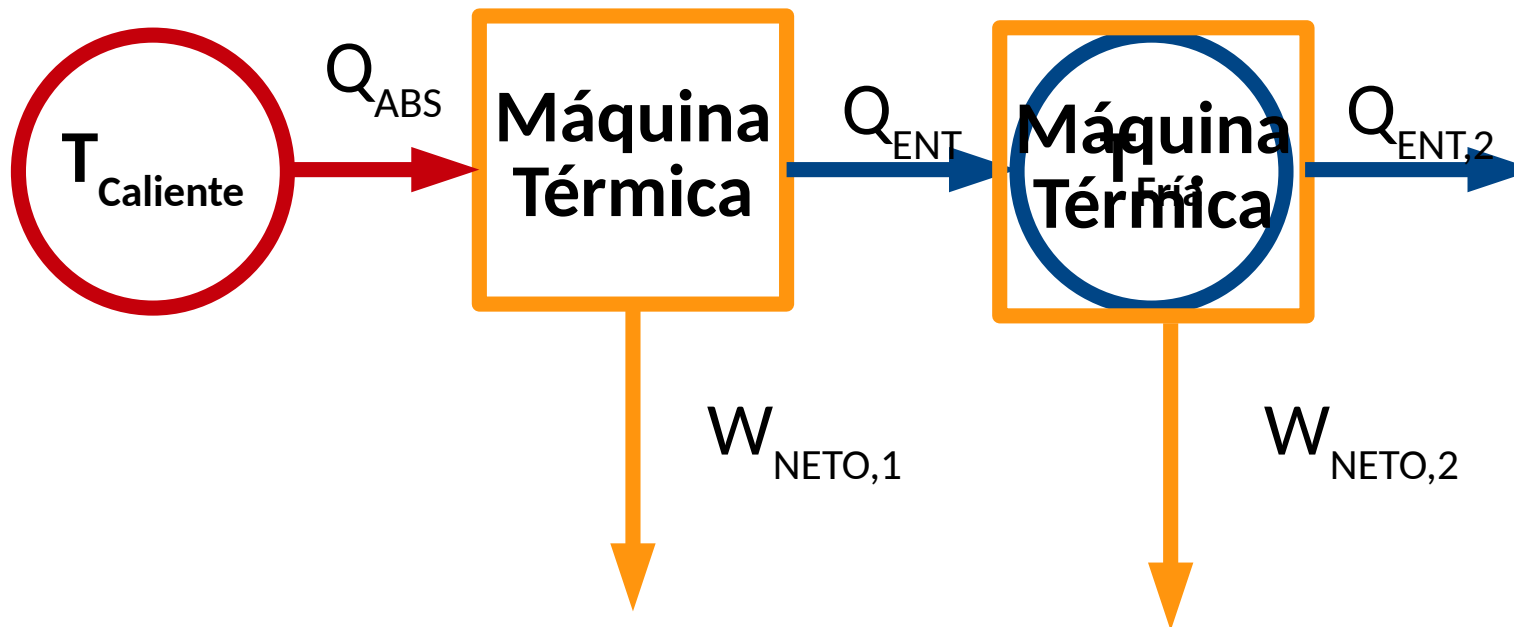
El conjunto (circa 1850)



- **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**



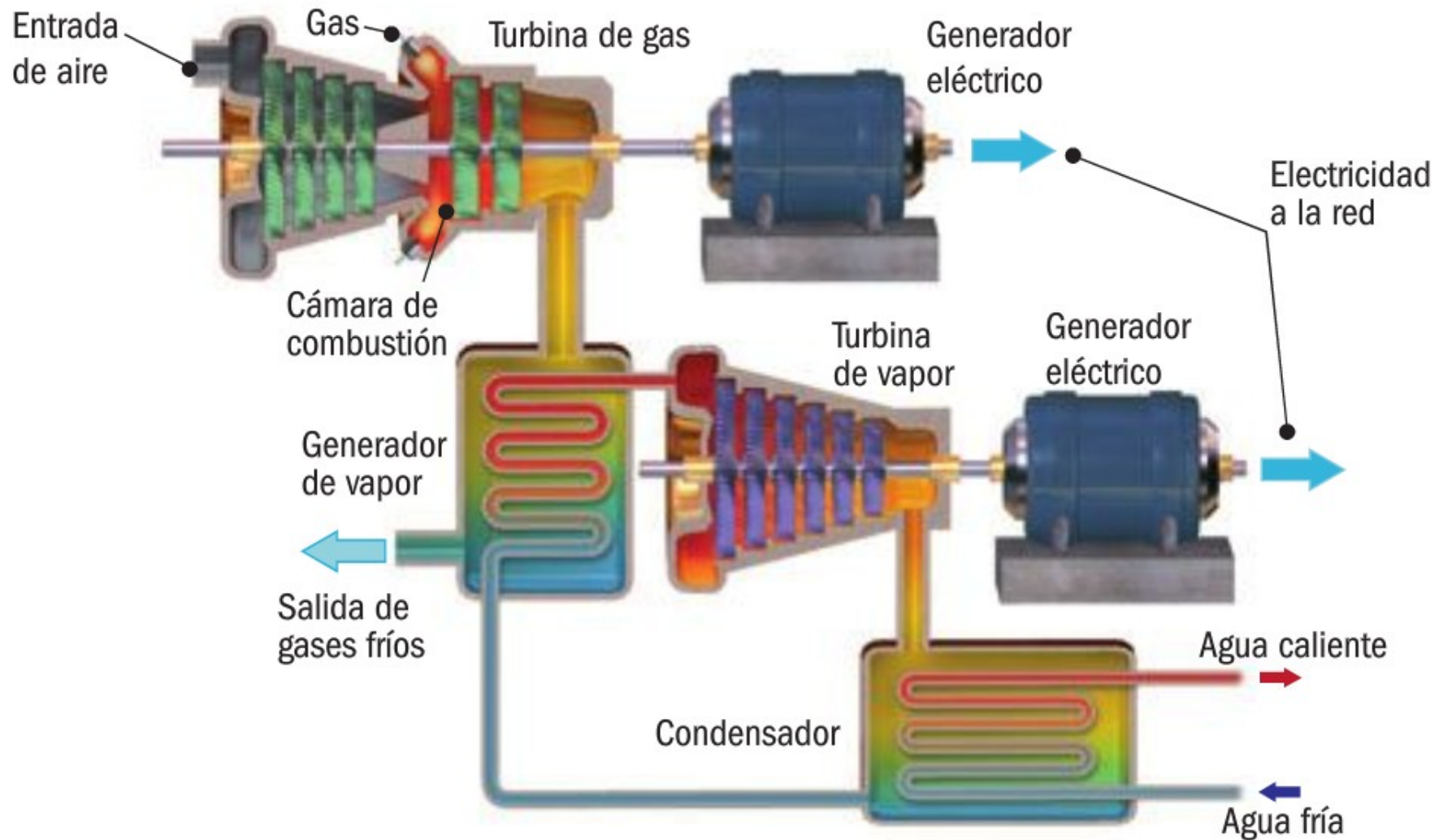
- Mejora de la eficiencia global



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

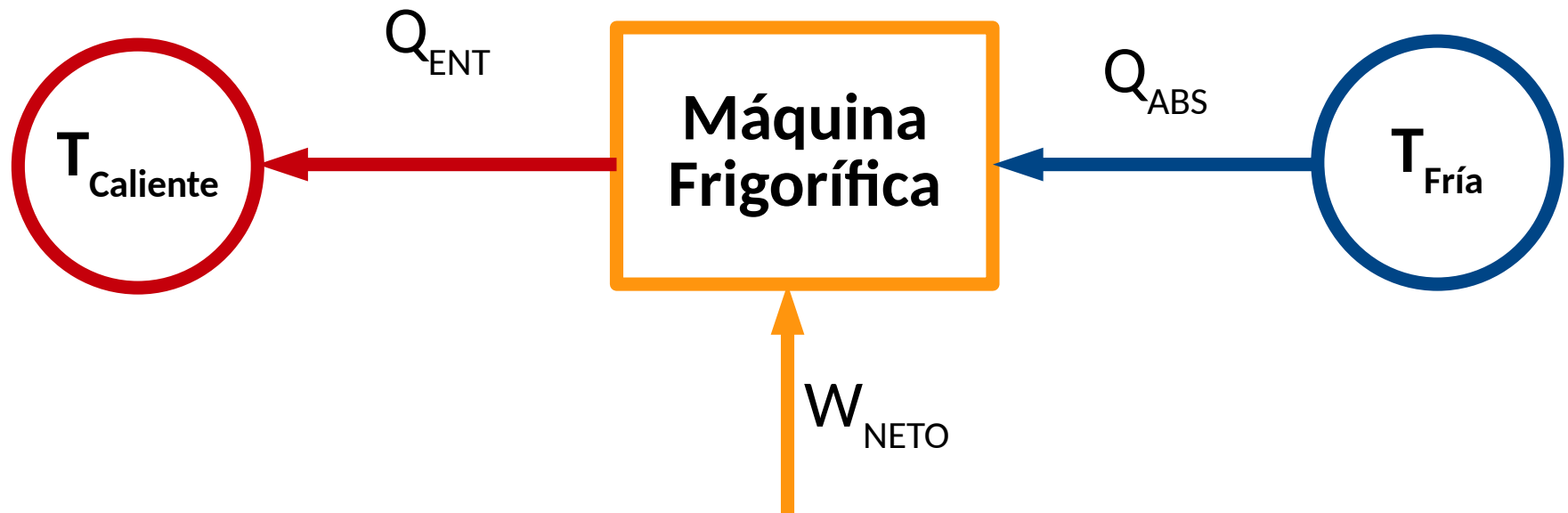
Ciclo combinado real

Esquema de una central térmica de ciclo combinado



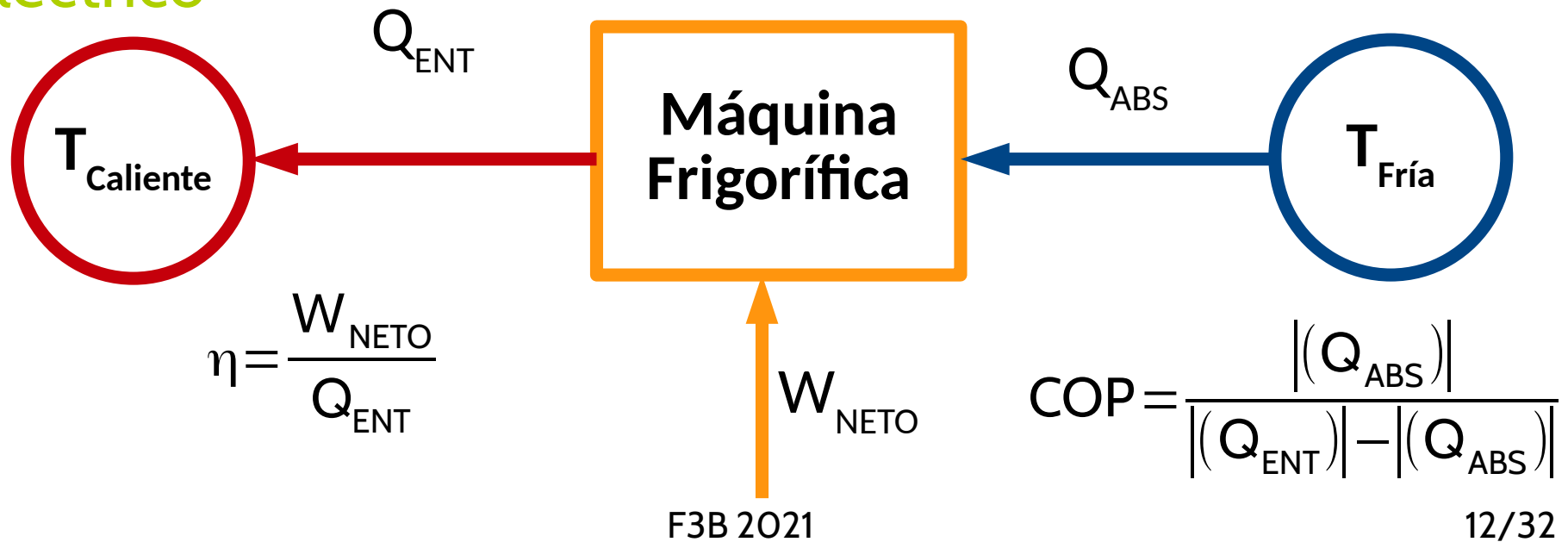
Ciclo inverso → Máquina frigorífica

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



Ciclo inverso → Máquina frigorífica

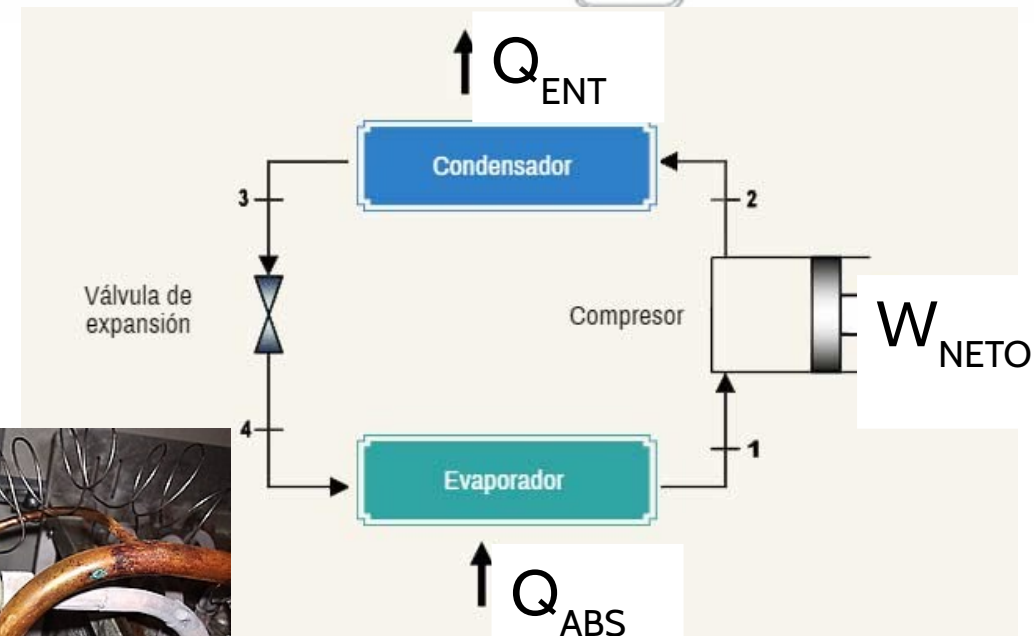
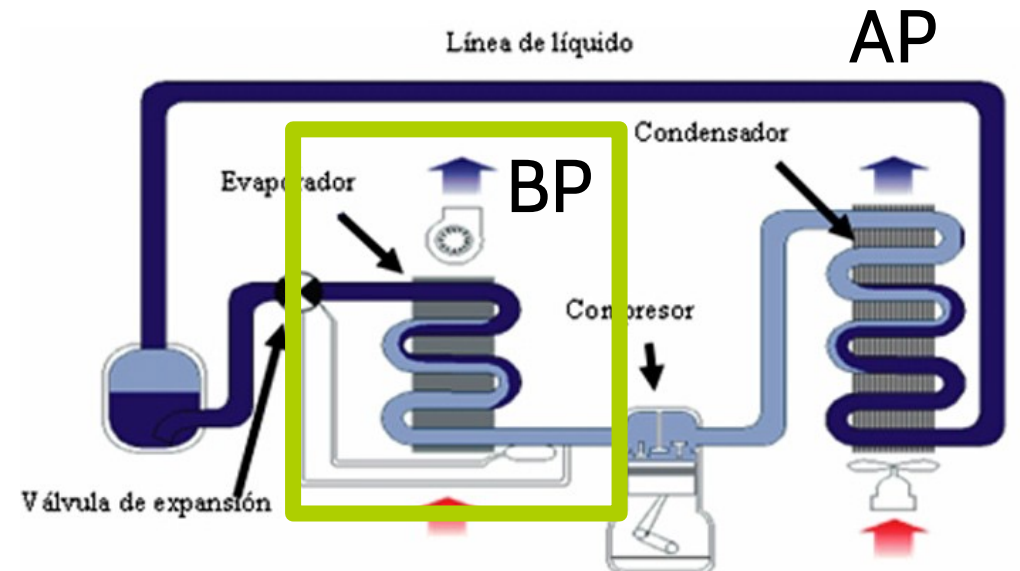
- Si entrego trabajo, es posible transferir calor de la fuente fría a la caliente
- **Heladera:** es una “bomba de calor” que extrae calor de una fuente fría para cederlo a otro a una temperatura mayor, impulsada por un motor externo, usualmente eléctrico



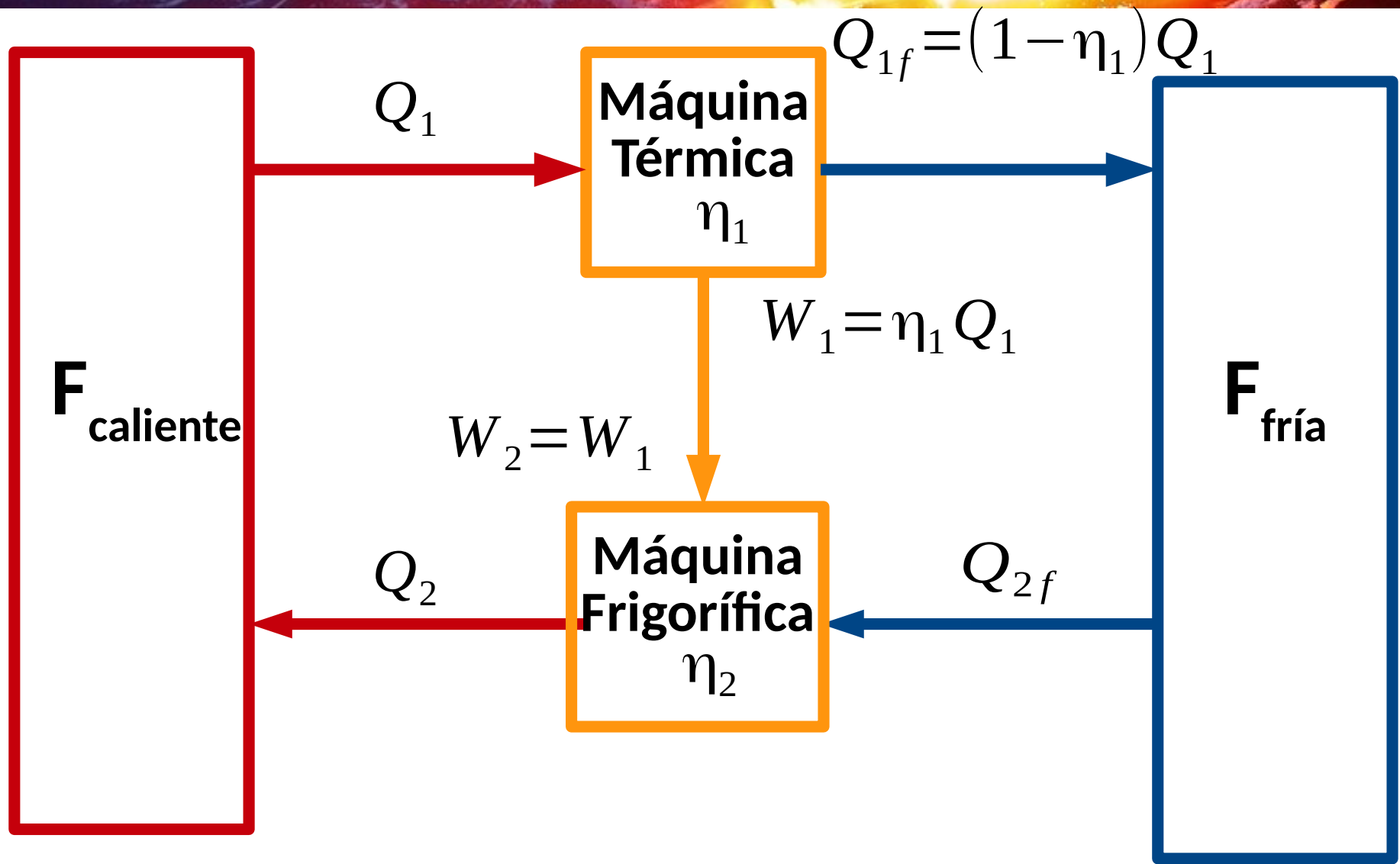
Funcionamiento: refrigeración por compresión:

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

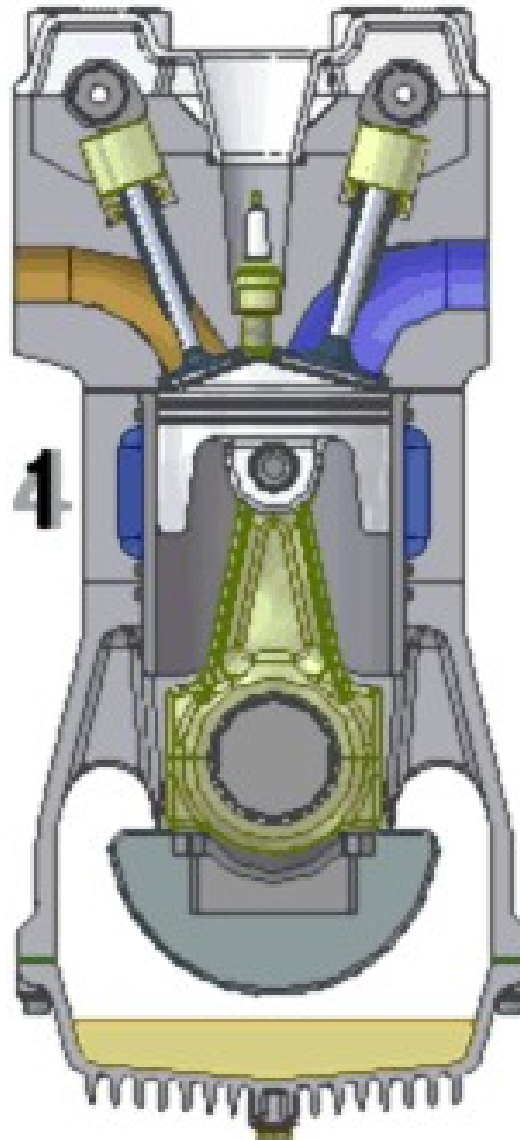
- 1) **Compresor**: el gas se comprime (W_{NETO}) en forma adiabática y, en principio, reversible. Alta Presión (AP)
- 2) **Condensador**: se licúa e intercambia calor con la fuente caliente (Aire, Q_{ENT}). Cambio de estado: calor latente, proceso isotérmico (AP)
- 3) **Válvula de expansión**: descompresión 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



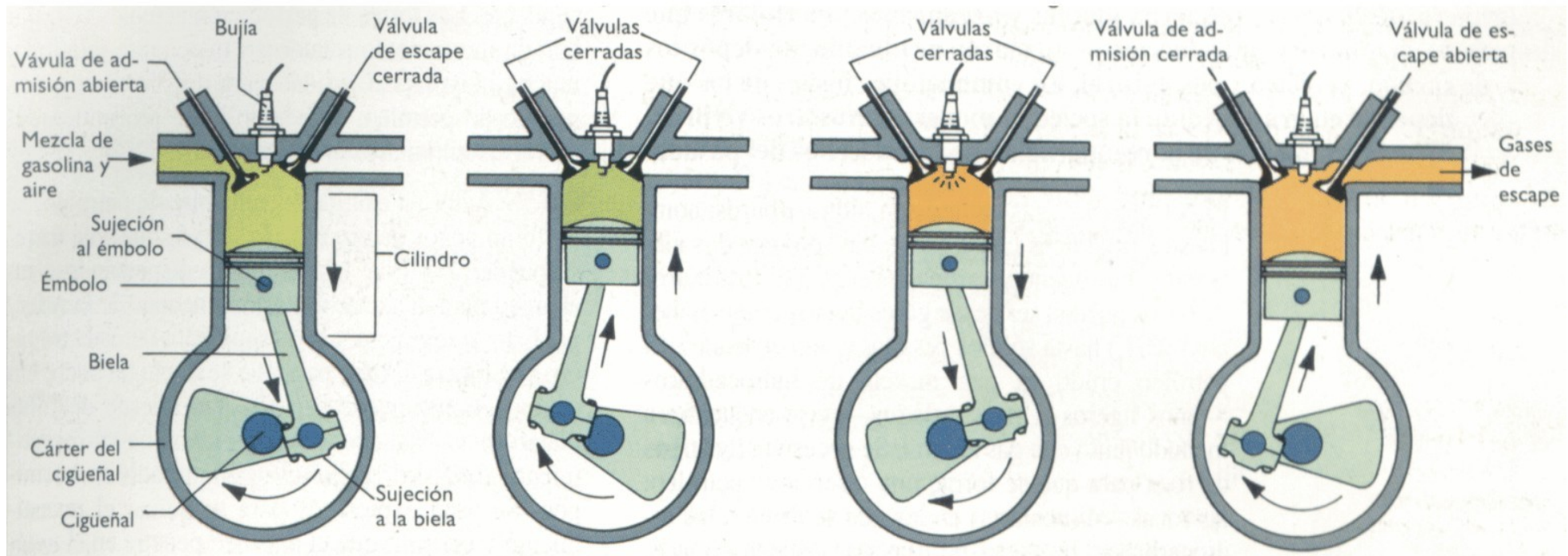
¿Quemar combustible para enfriar?



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

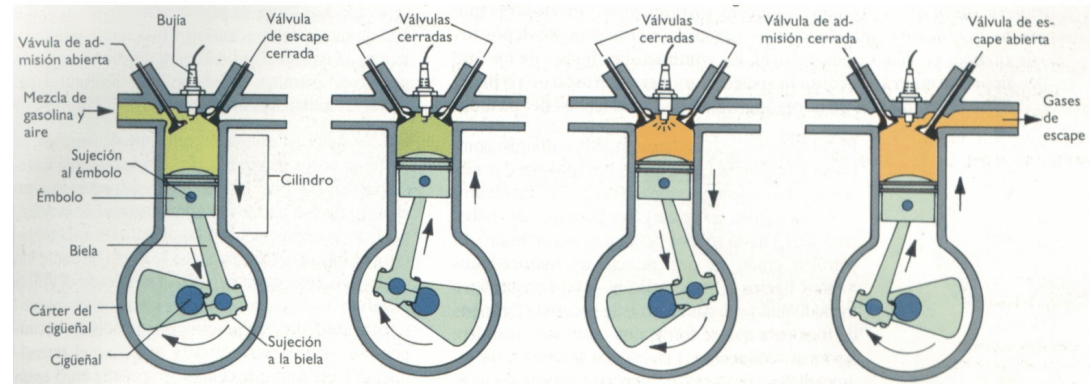
Pistón sube y expulsa los gases quemados por la válvula de escape

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

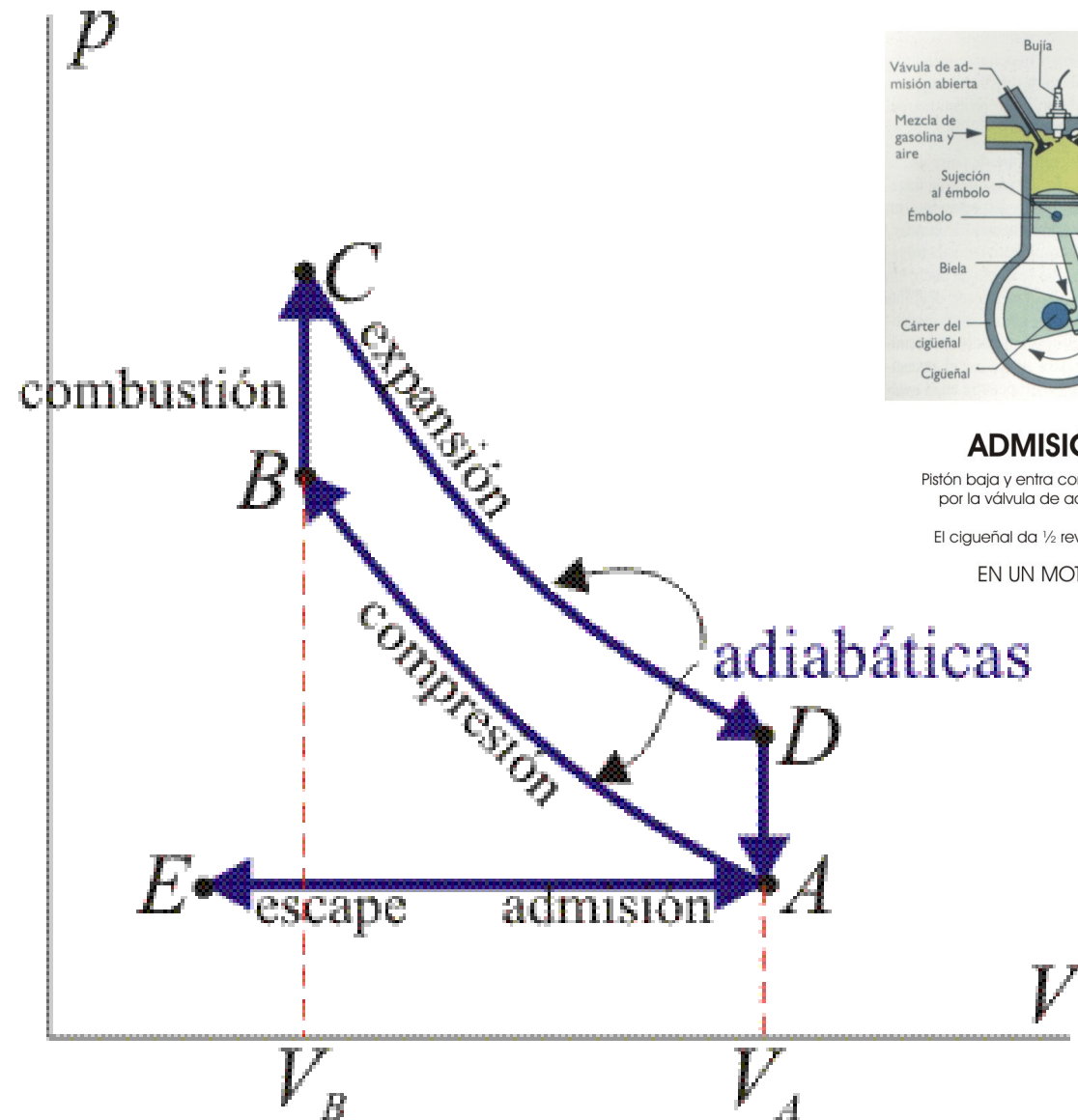
EXPLOSIÓN

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

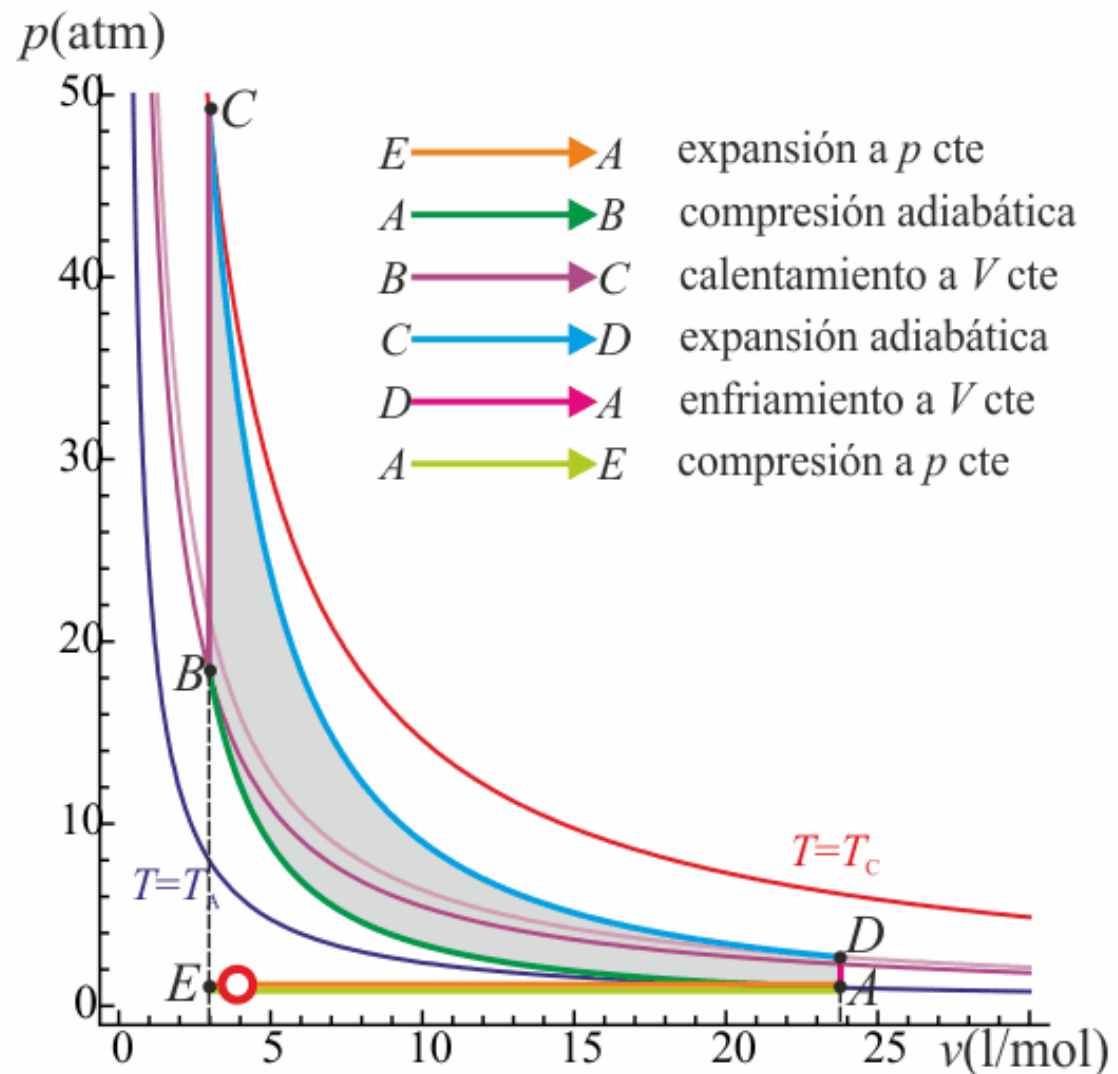
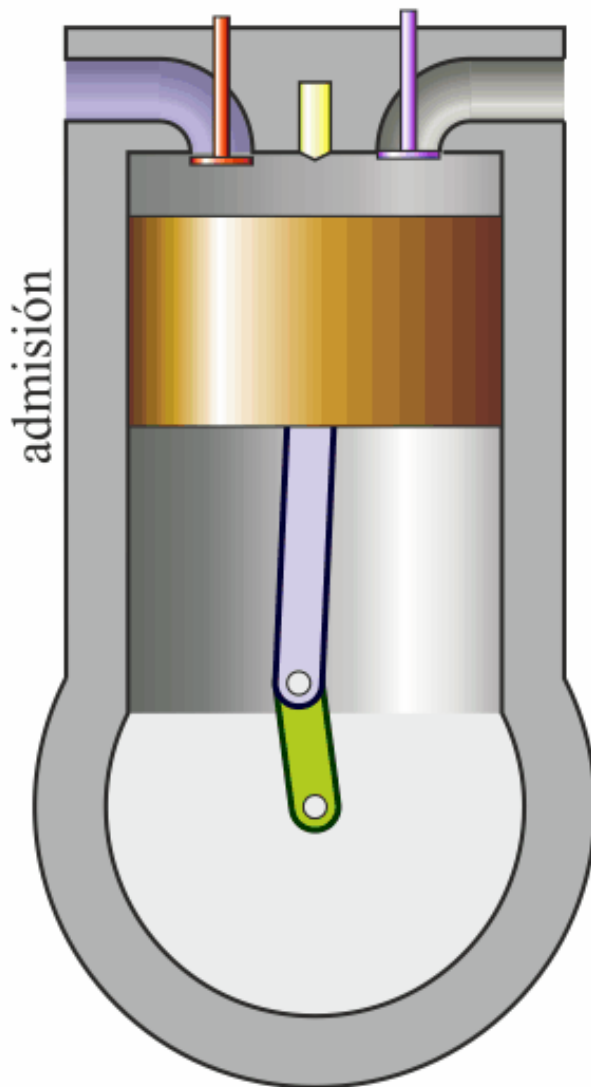
ESCAPE

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

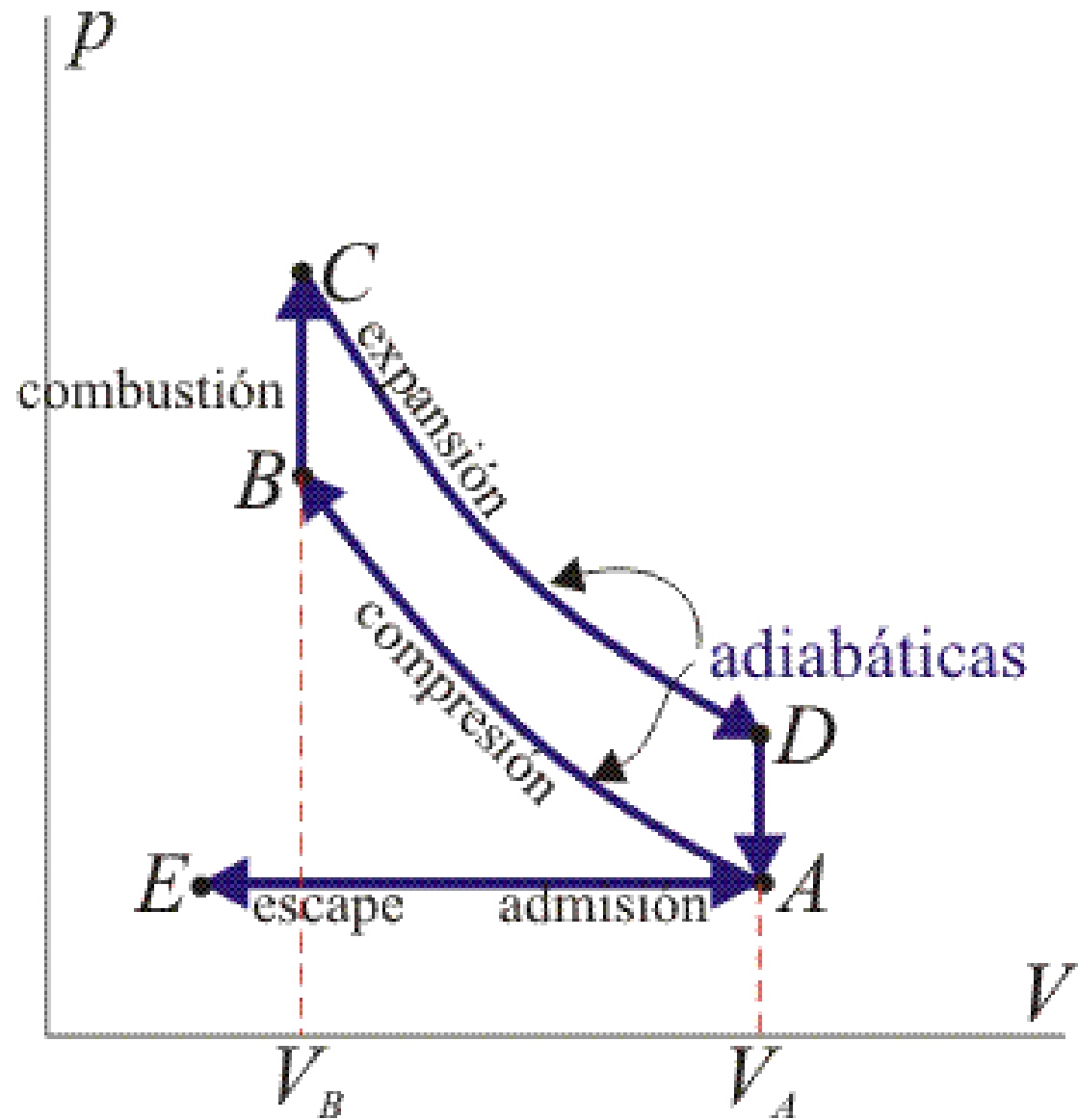
EN UN MOTOR DE 4 T SE PRODUCE UNA EXPLOSIÓN (FASE POTENTE) CADA 2 REVOLUCIONES



El ciclo Otto - realista

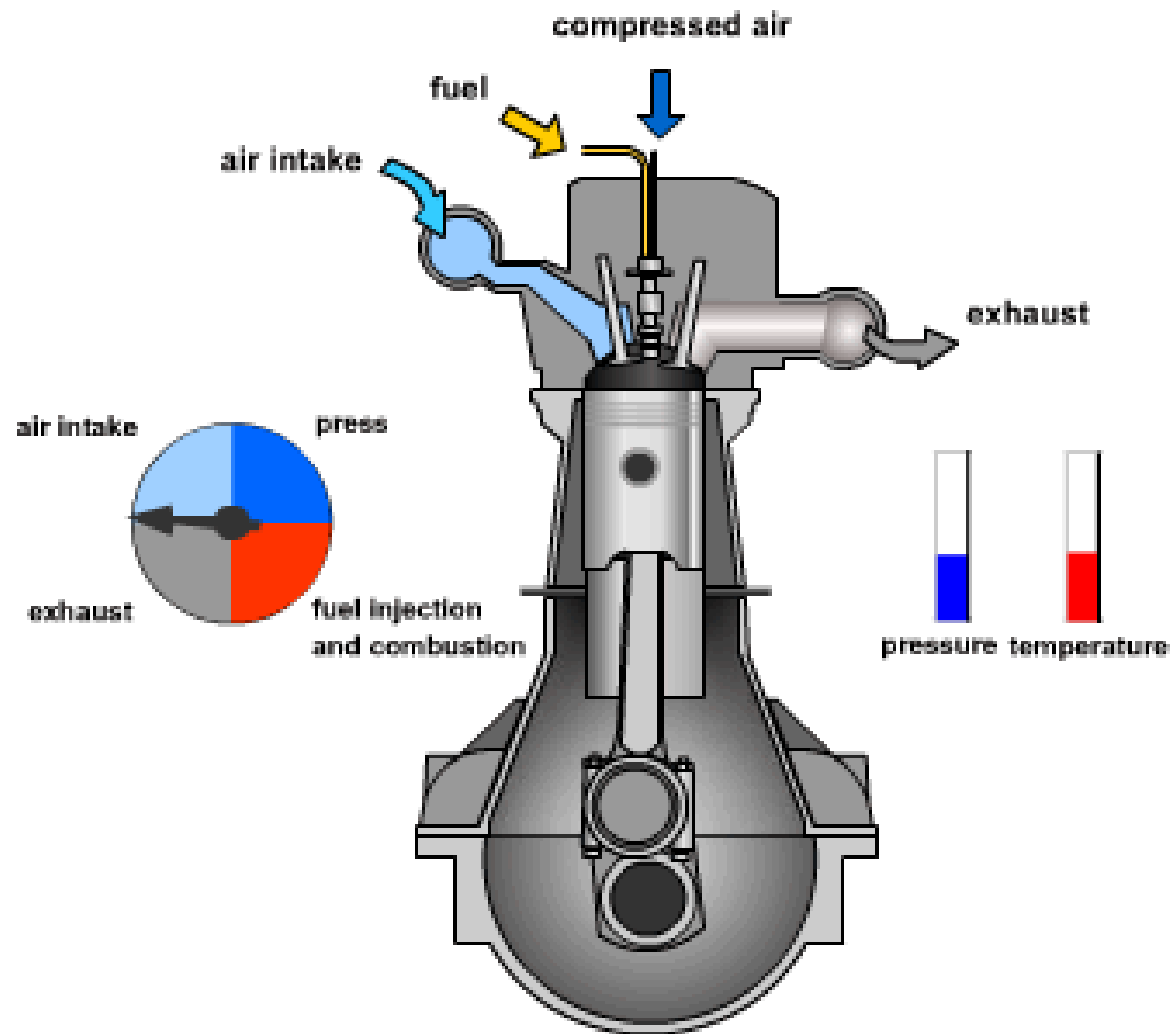


Ciclo Otto, el motor

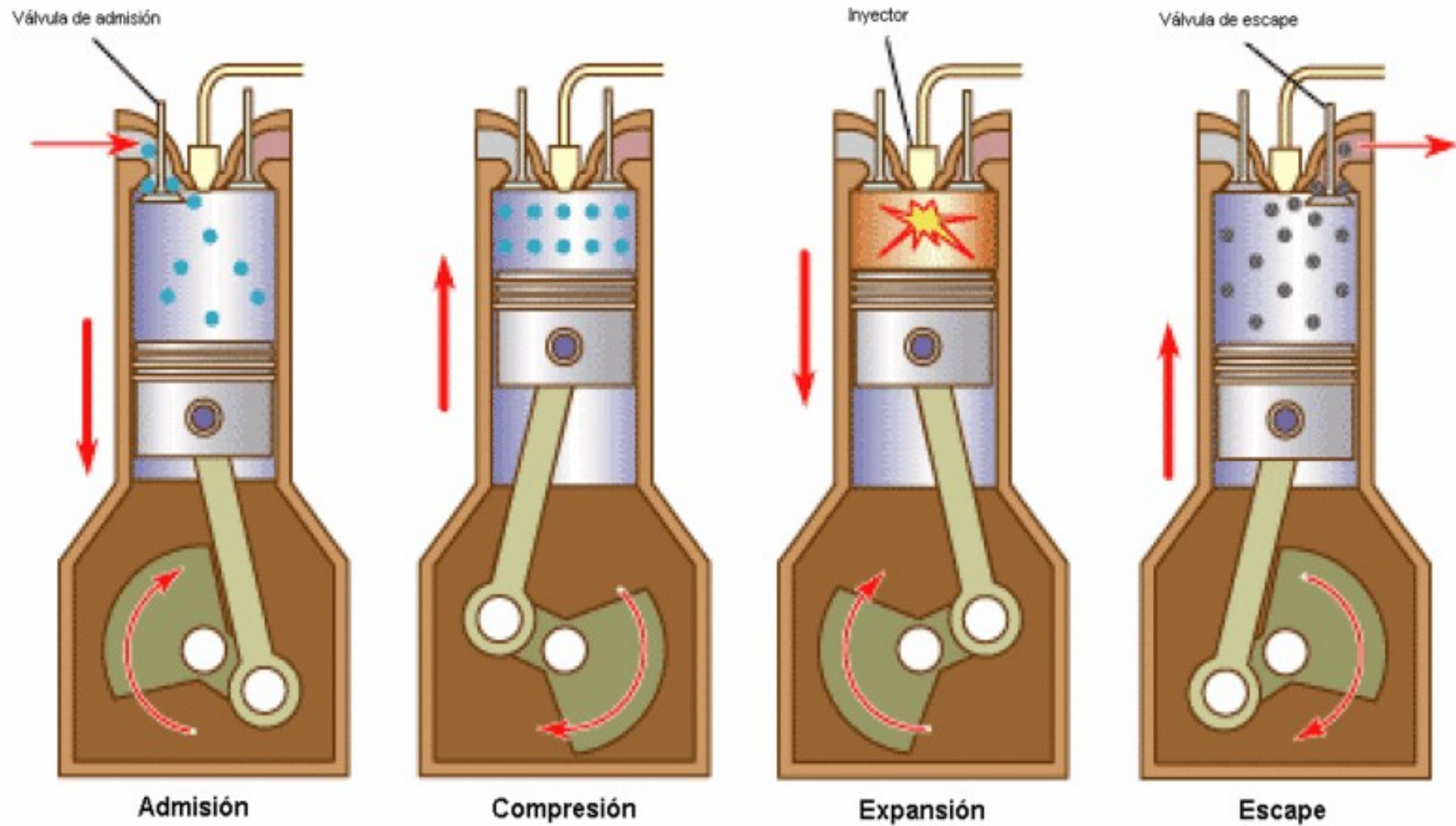


- Video motor ciclo otto u02c05.mp4

Ciclo Diesel

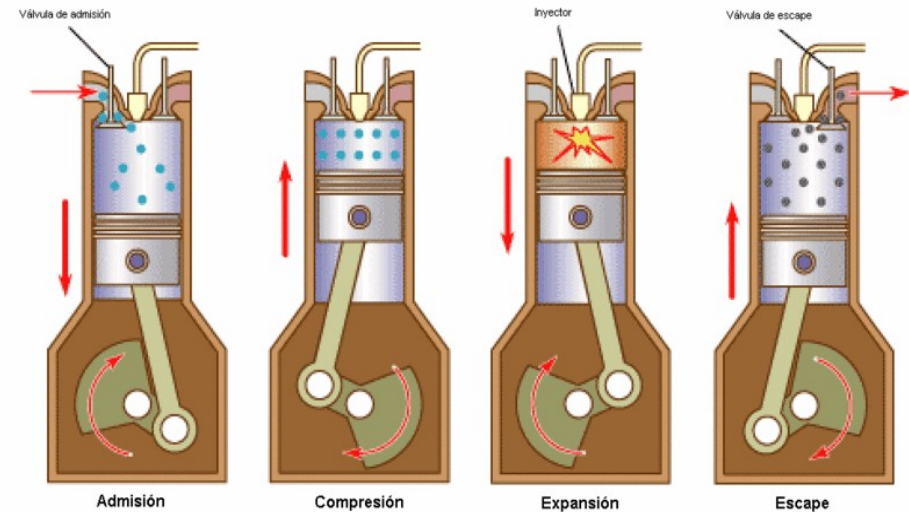
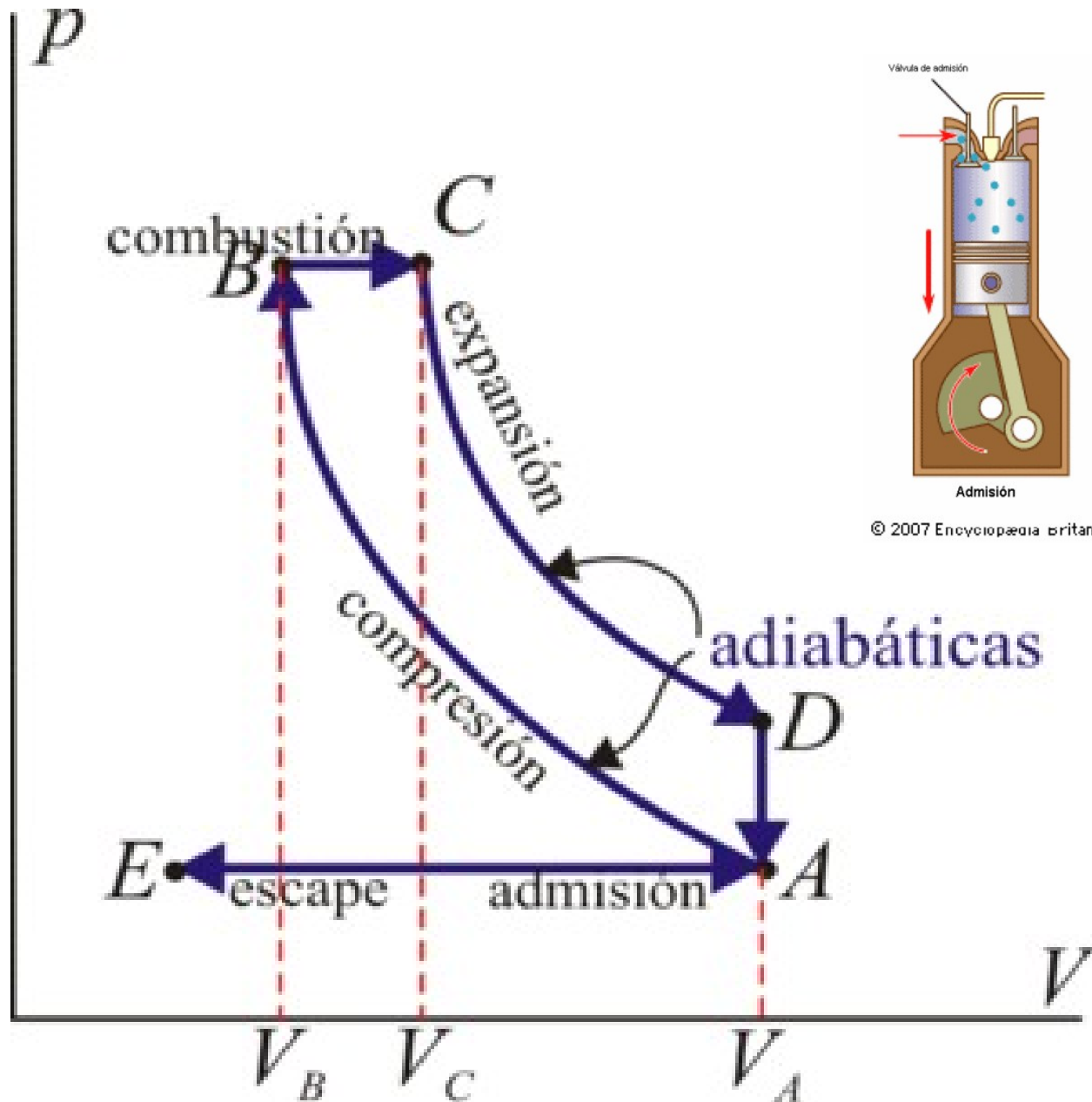


Ciclo Diésel



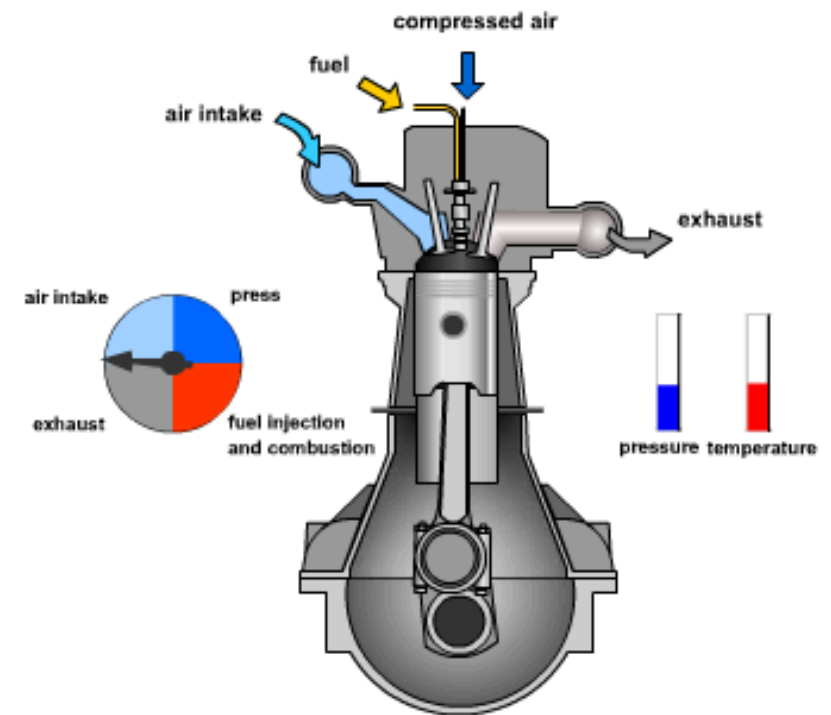
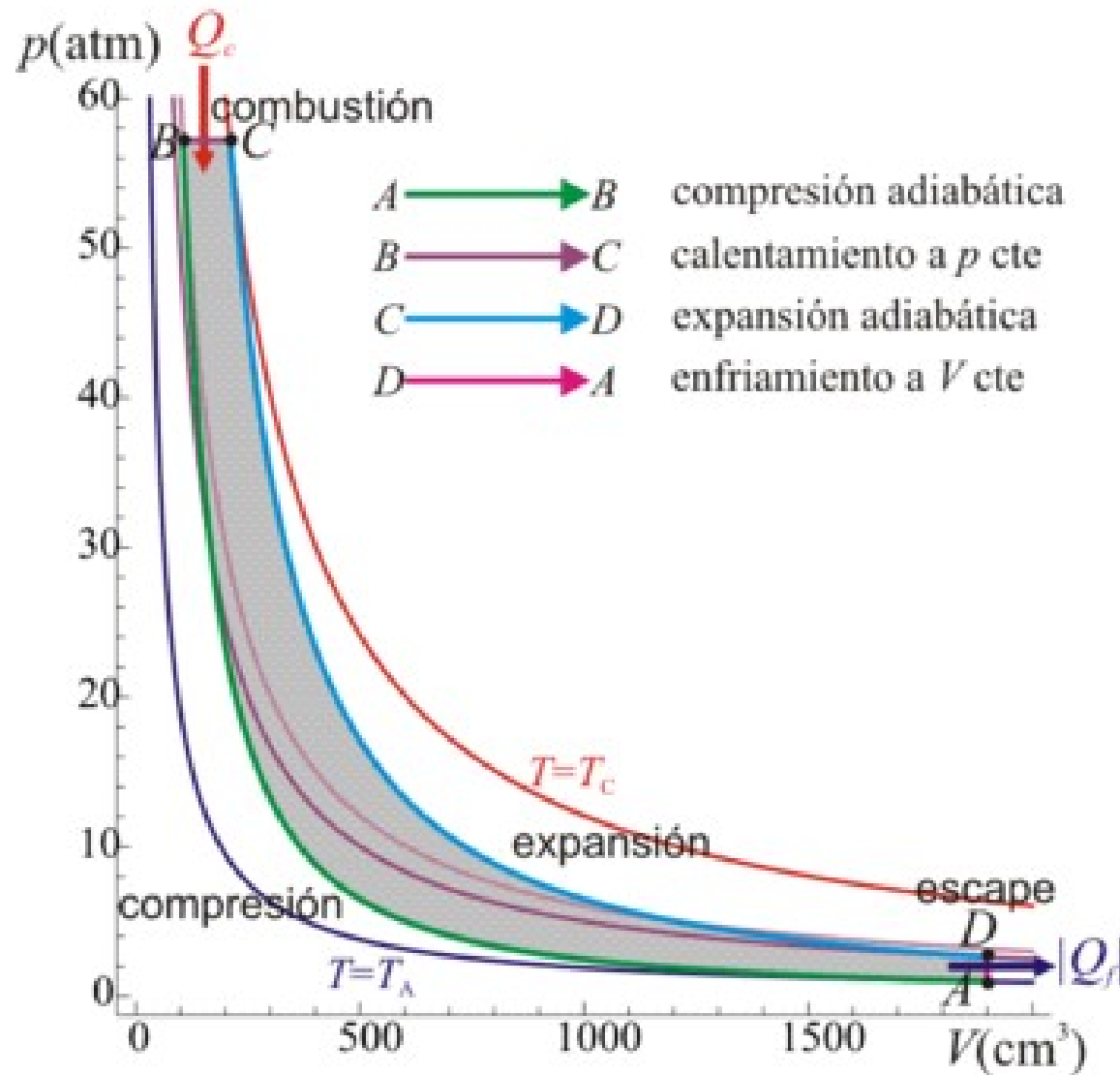
© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

Ciclo Diésel o ciclo de combustión isóbara

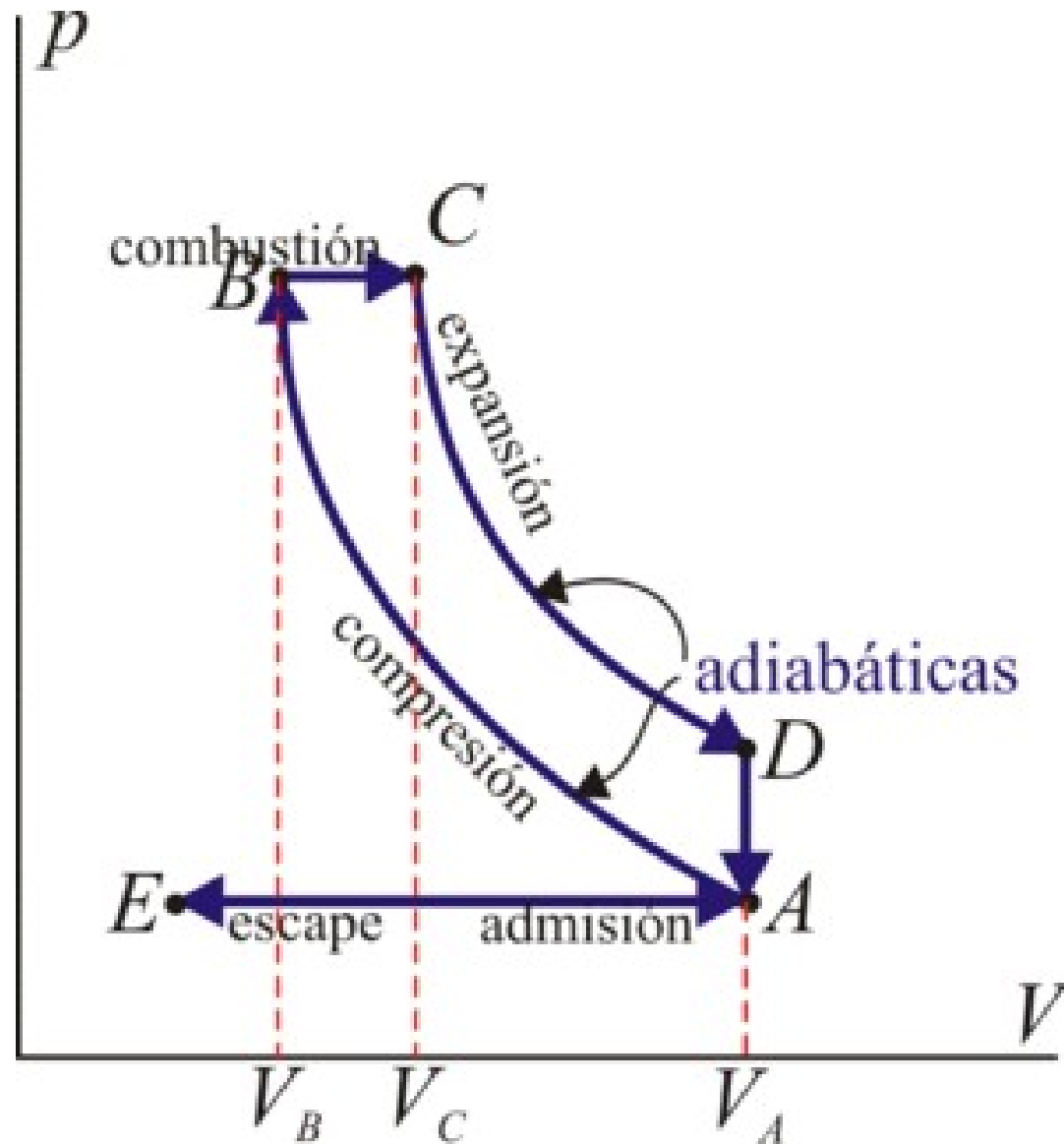


© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

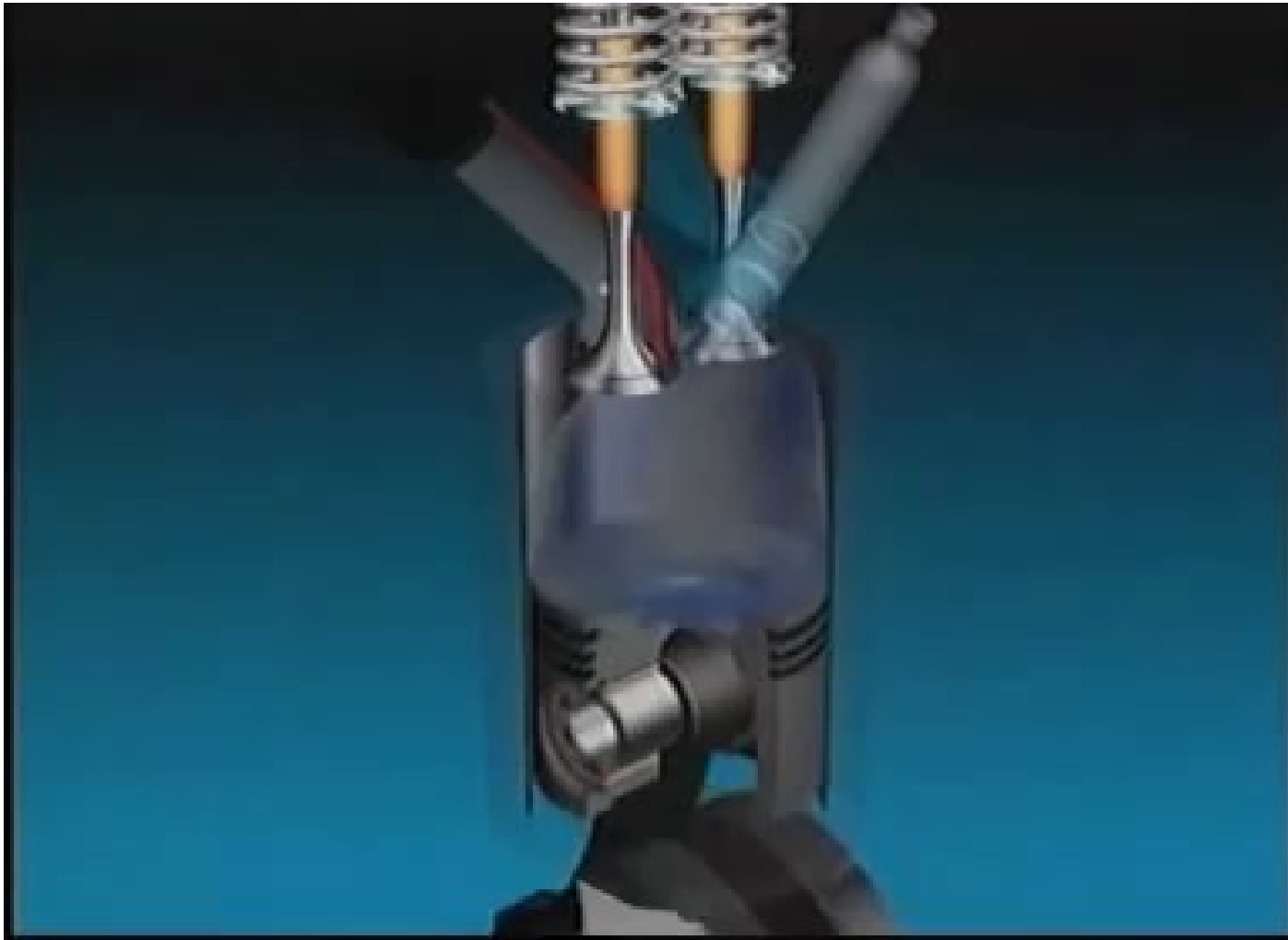
Ciclo Diésel o ciclo de combustión isóbara



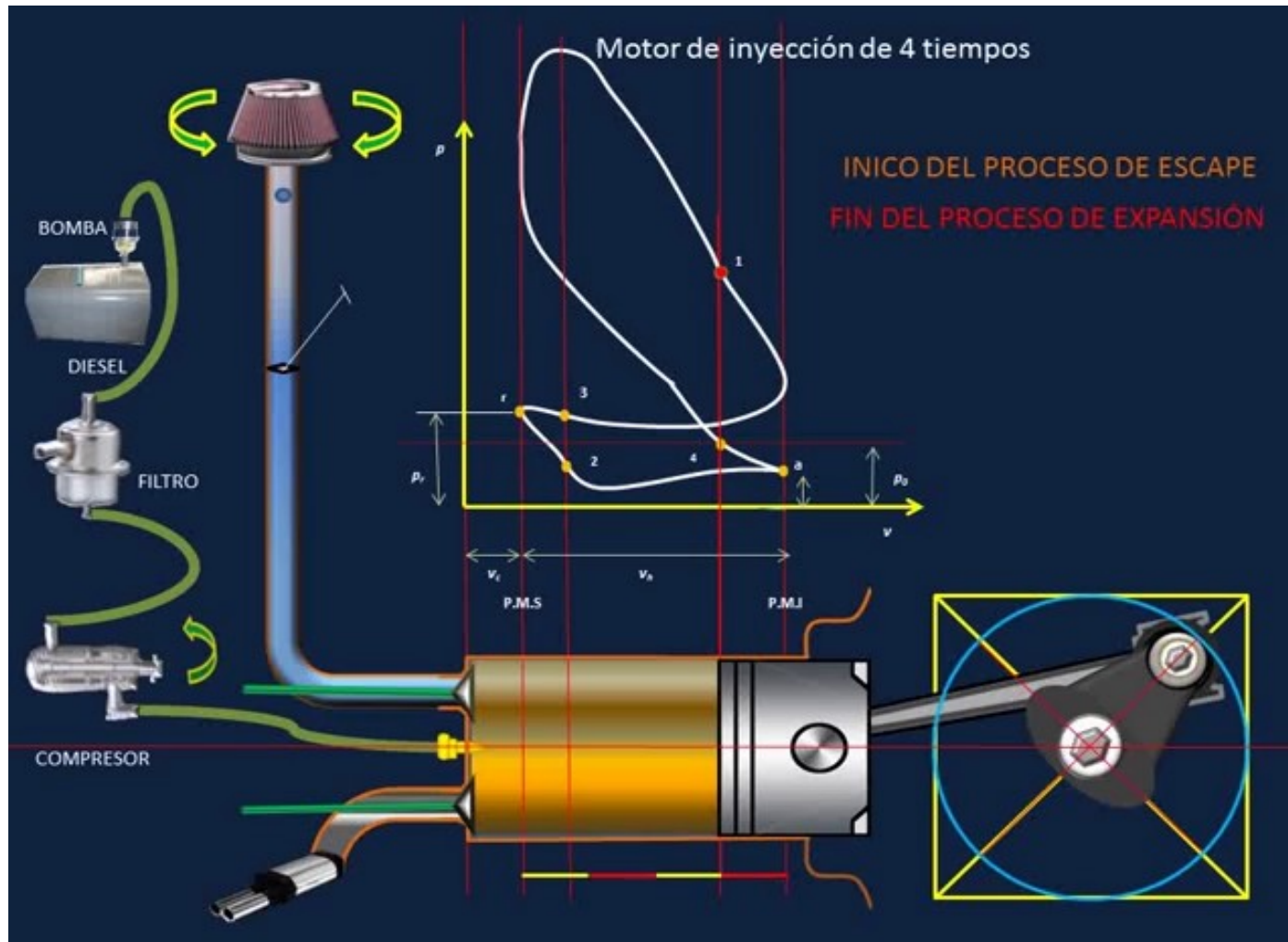
Ciclo Diesel



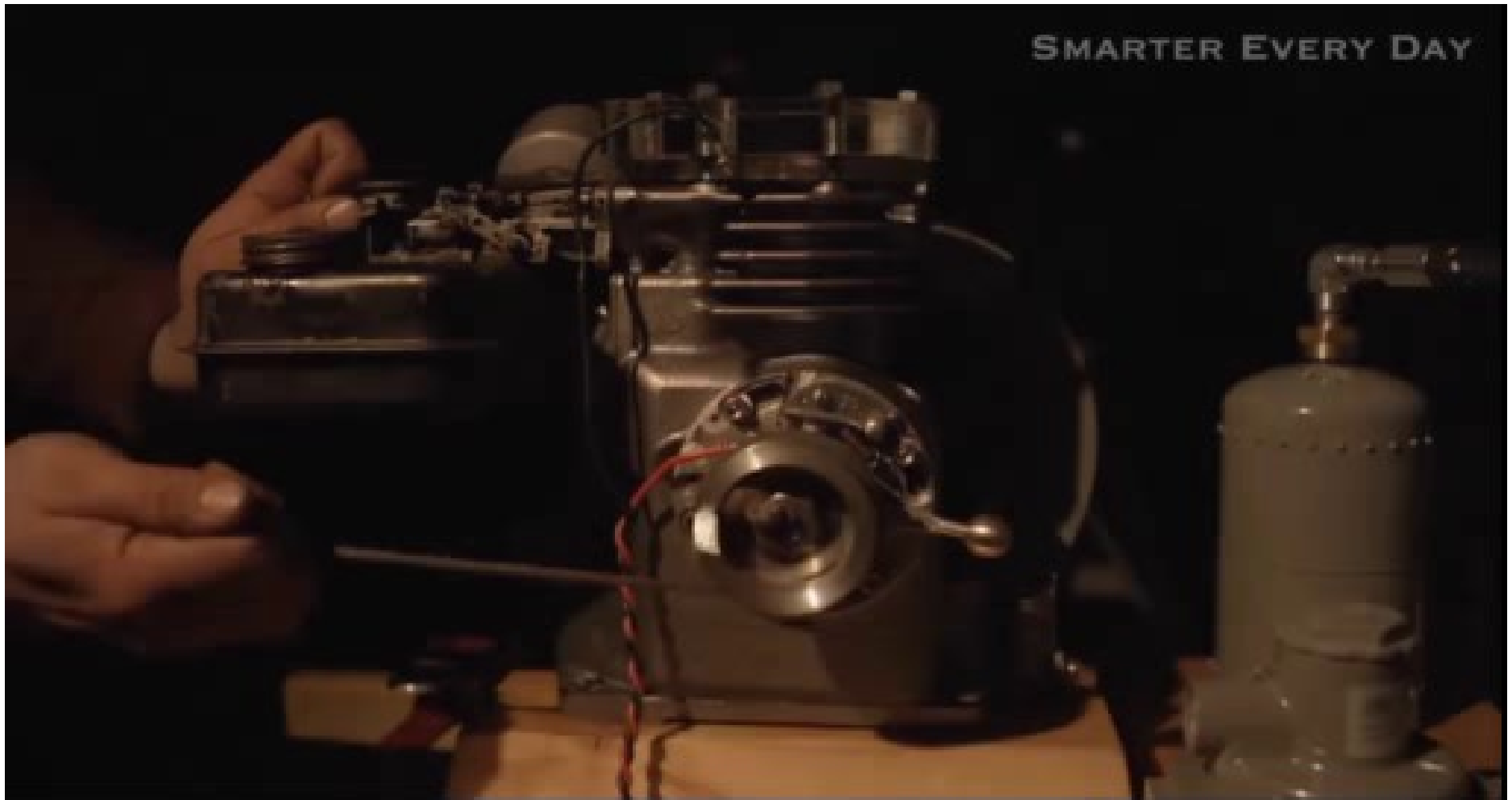
Ciclo Diesel ideal



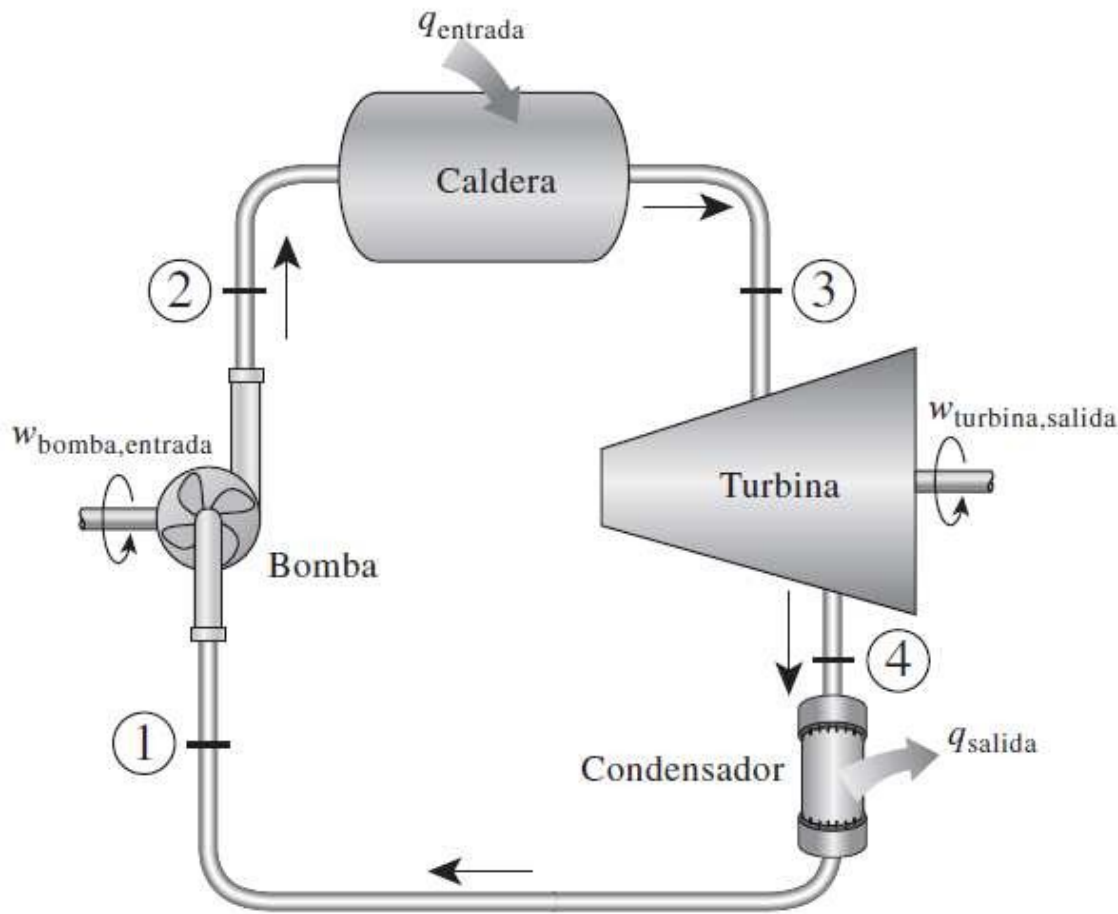
Ciclo Diesel realista



Motor transparente

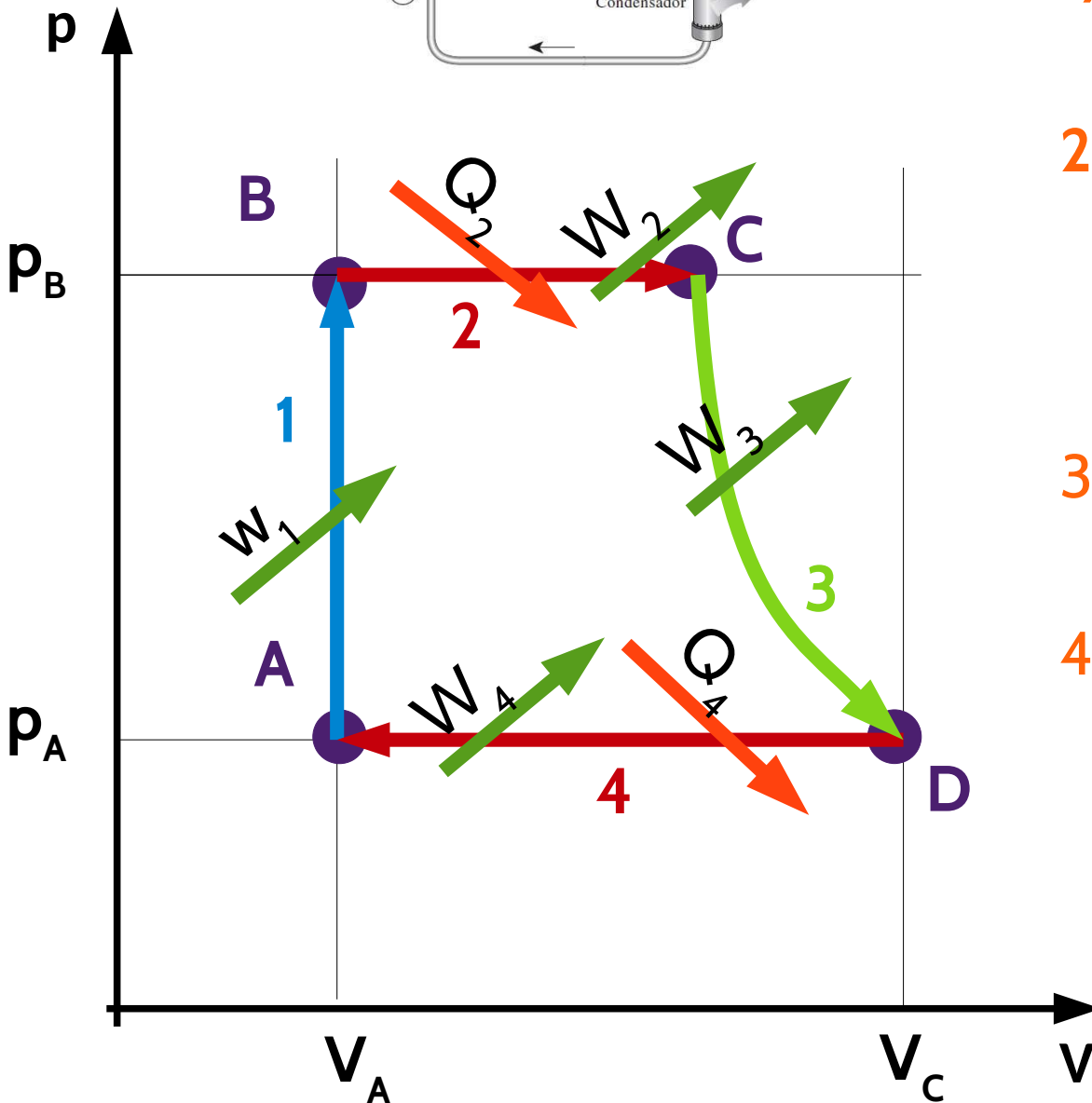
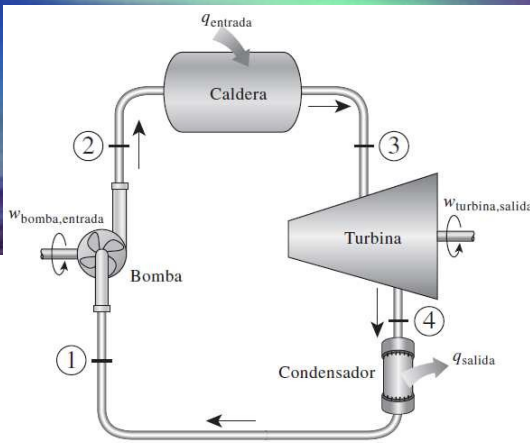


Ciclo de Rankine



- 1) **bomba**: compresión de agua líquida
- 2) **caldera**: calentamiento y vaporización del agua líquida. Calentamiento isobárico del vapor
- 3) **turbina**: expansión adiabática del vapor hasta la presión inicial;
- 4) **condensador**: enfriamiento y condensación isobárica del vapor. Enfriamiento del agua líquida hasta la temperatura inicial

Ciclo de Rankine



- 1) **bomba**: compresión de agua líquida
- 2) **caldera**: calentamiento y vaporización del agua líquida. Calentamiento isobárico del vapor
- 3) **turbina**: expansión adiabática del vapor hasta la presión inicial;
- 4) **condensador**: enfriamiento y condensación isobárica del vapor. Enfriamiento del agua líquida hasta la temperatura inicial

- El ciclo de Rankine es un ciclo “realista”, en la actualidad es utilizado con mejoras
- Se trata de una mejora respecto a otros ciclos basados sólo en gas, al introducir un sistema bifásico (agua y vapor), para evitar comprimir el gas
 - Al comprimir agua líquida, se requiere mucho menos energía en la etapa de compresión.
- Tener en cuenta el calor latente de vaporización y condensación

Turbina de vapor

<https://www.youtube.com/watch?v=AyAd-gLO9CE>

