

# Universidad Nacional de Río Negro

## Física III B – 2022

- **Unidad** 02 – Primer principio
- **Clase** U02 C07 - 13/30
- **Cont** Máquinas térmicas, III
- **Cátedra** Asorey
- **Web** <https://campusbimodal.unrn.edu.ar/course/view.php?id=24220>



# Contenidos: B5331 Física IIIB 2022 alias Termodinámica

Unidad 1

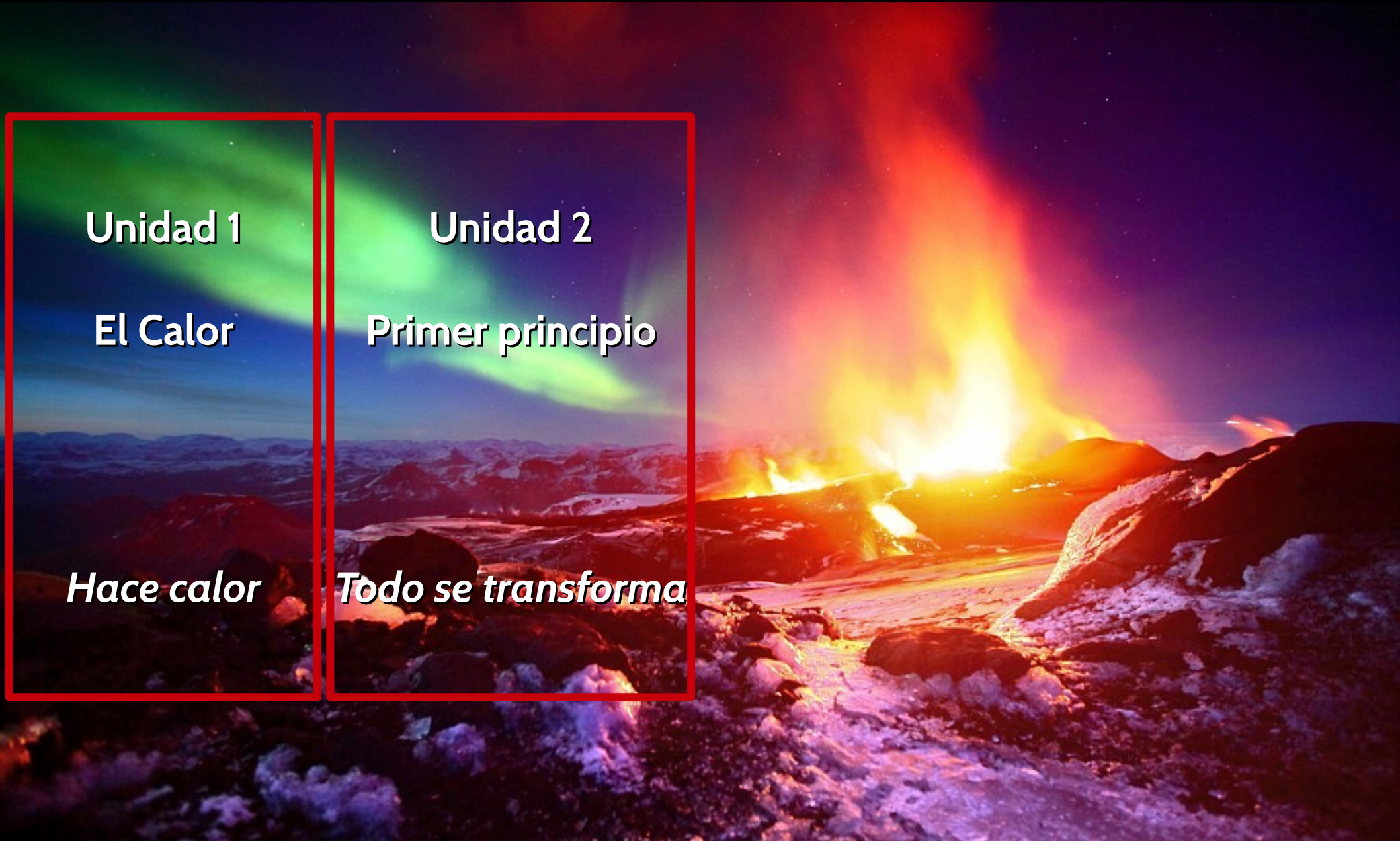
El Calor

*Hace calor*

Unidad 2

Primer principio

*Todo se transforma*





# Unidad 02: Primer Principio

## Del 31/Mar al 19/Abr (7 encuentros)

**Calor y trabajo. Equivalente mecánico del calor.**  
**Experimento de Joule. Sistemas. Fuentes de calor.**  
**Potenciales termodinámicos. Primer principio.**  
**Máquinas térmicas. Ciclos termodinámicos. Ciclo de Carnot. Eficiencia de una máquina térmica.**

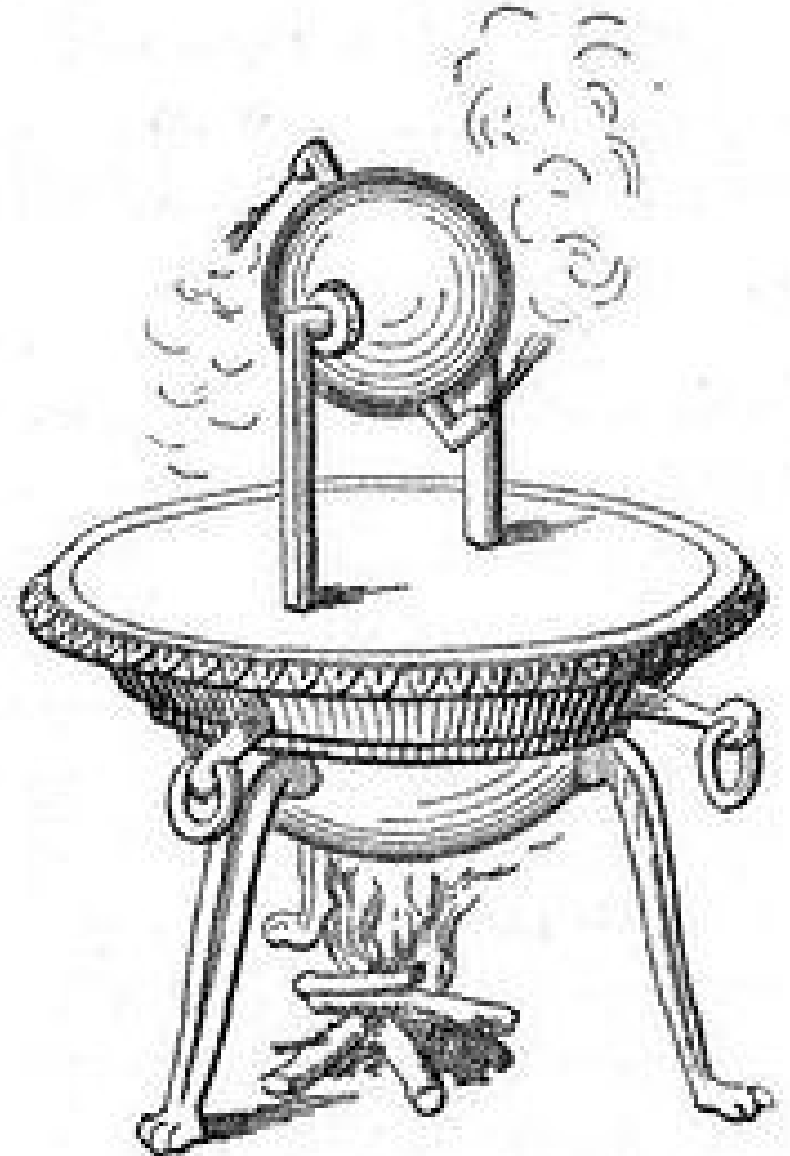
**Entrega guía 02: Miércoles 04/May 23:59**



# Las primeras

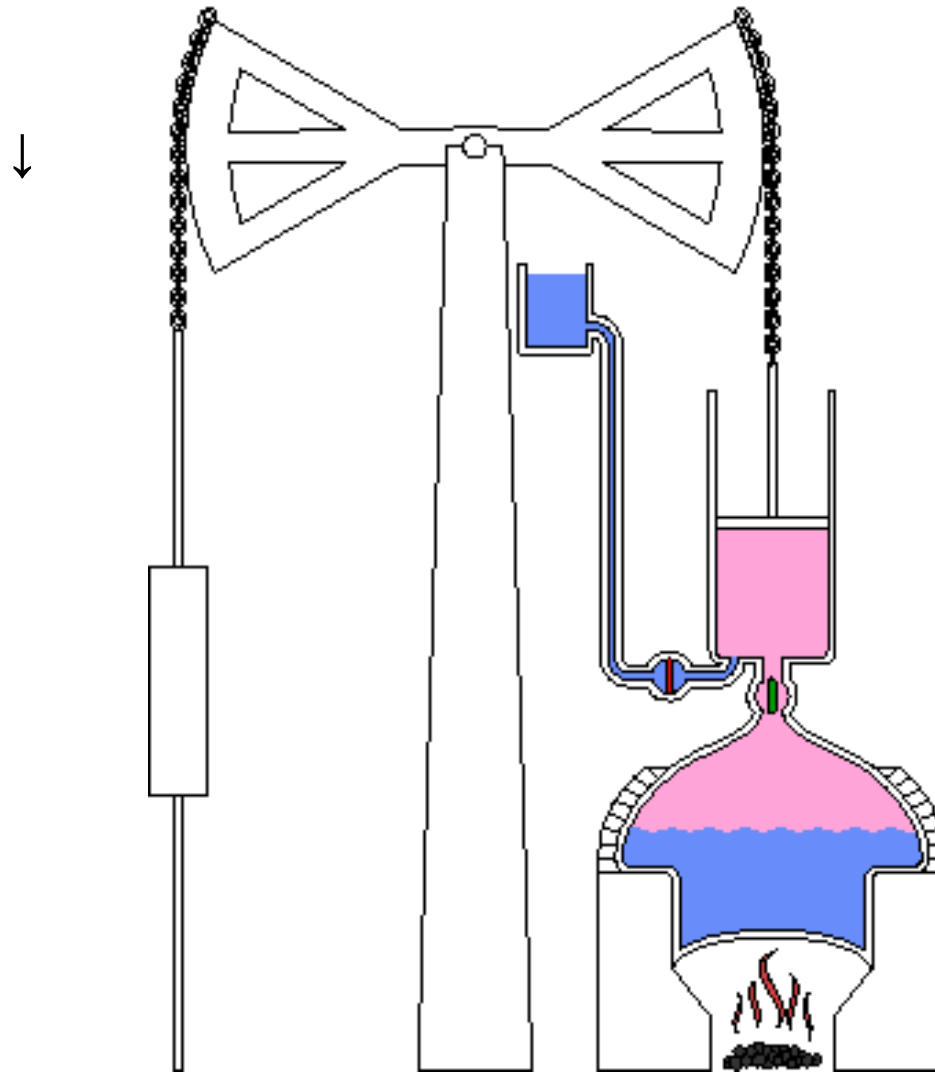
- Herón de Alejandría (siglo I ó II a.C.)
- Libro “Neumática”, ¡¡100 máquinas!!

Eolípila

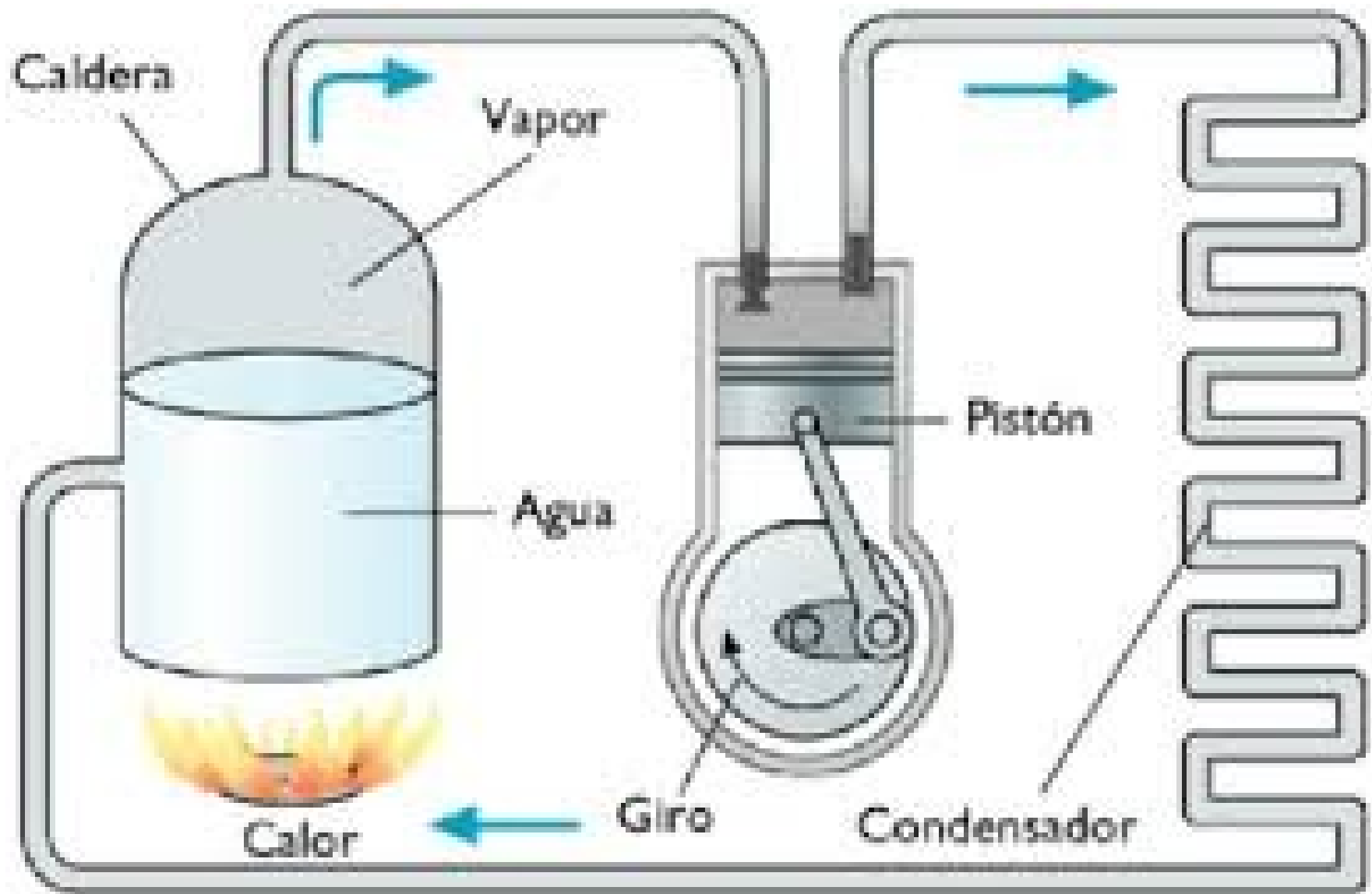




# Otra: máquina de Newcomen



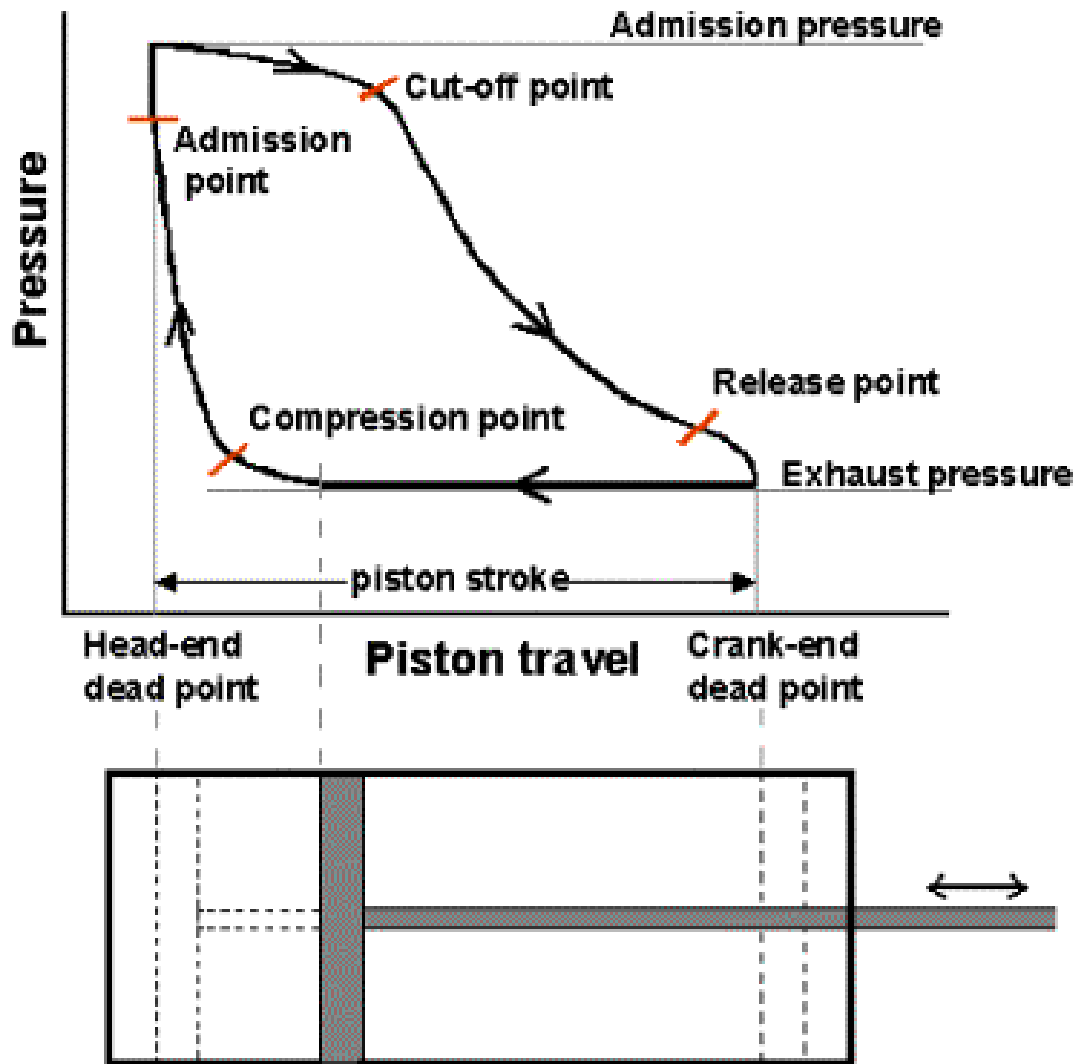
# El condensador (y válvulas) mejora de rendimiento al no enfriar el pistón



# Un ciclo que funciona

## El inicio de la revolución industrial

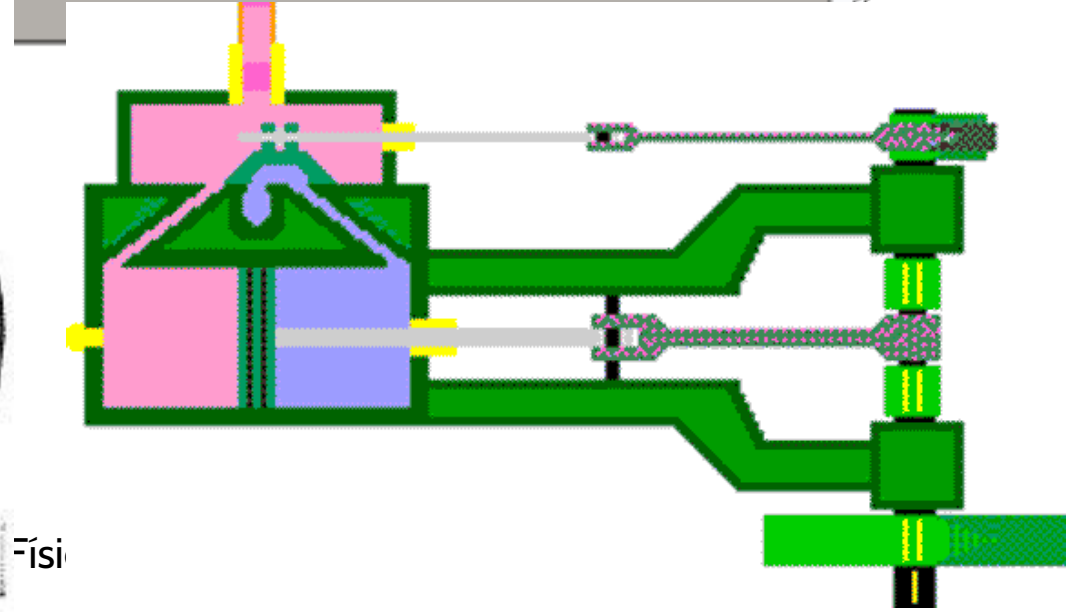
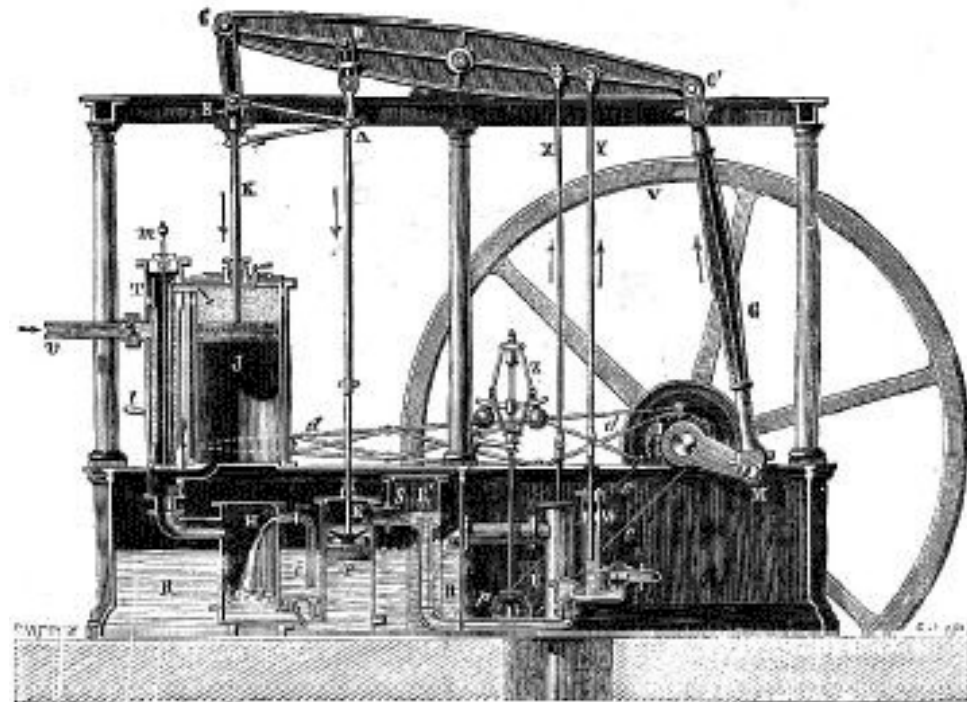
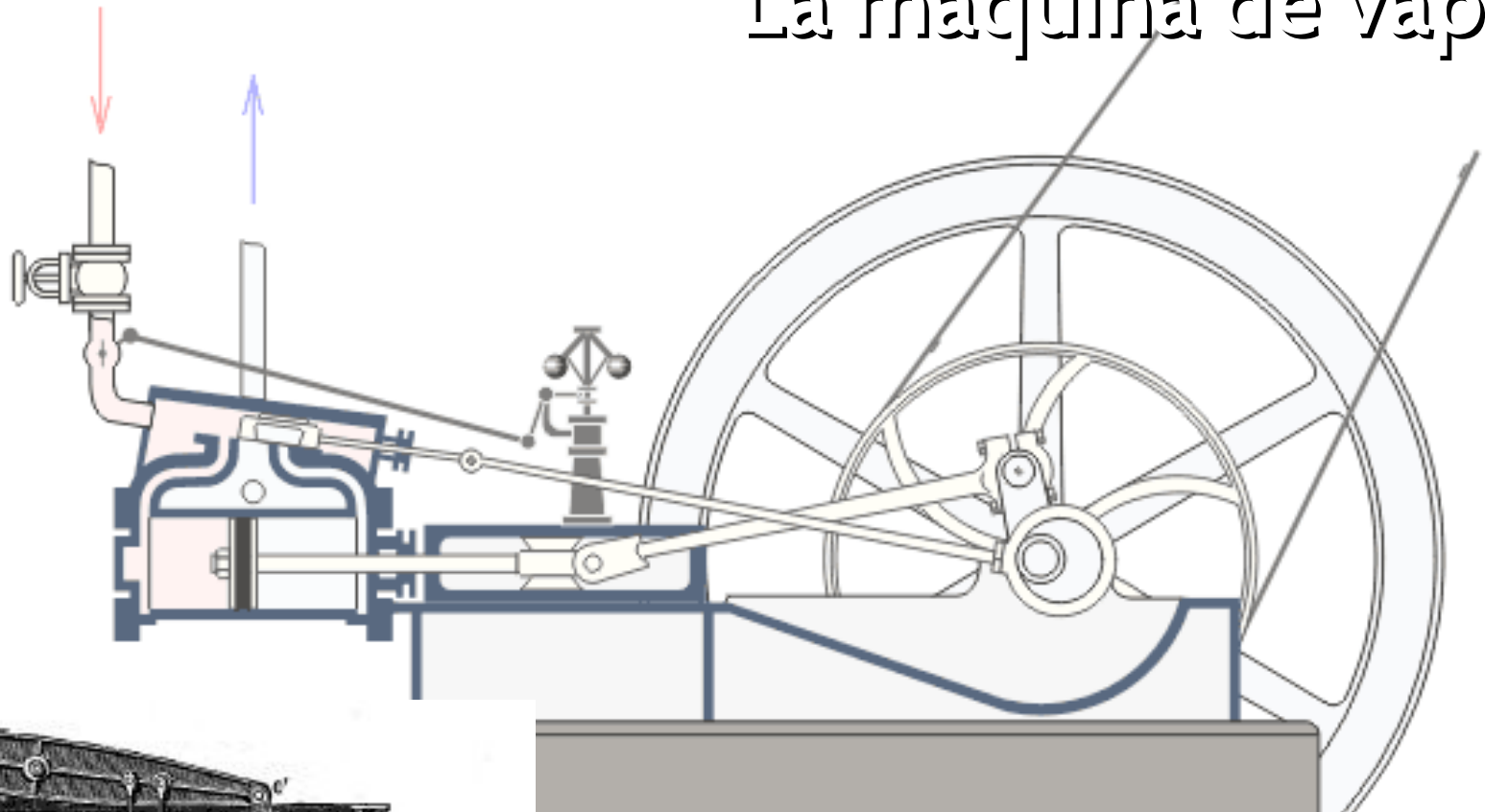
SW Halpene



- **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

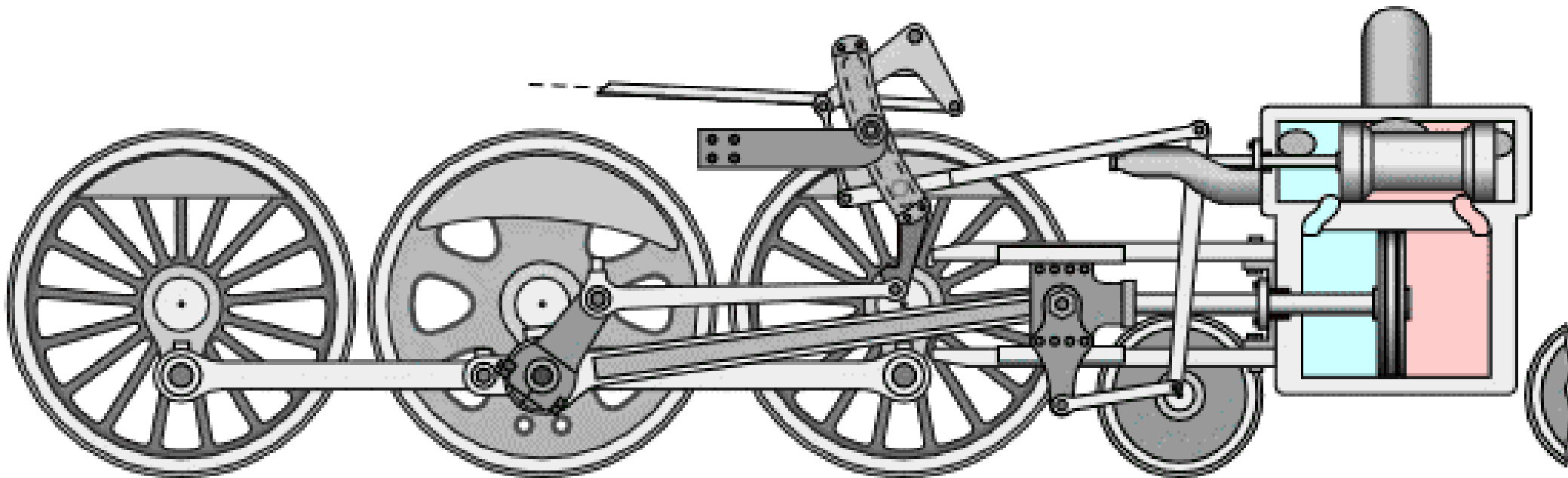
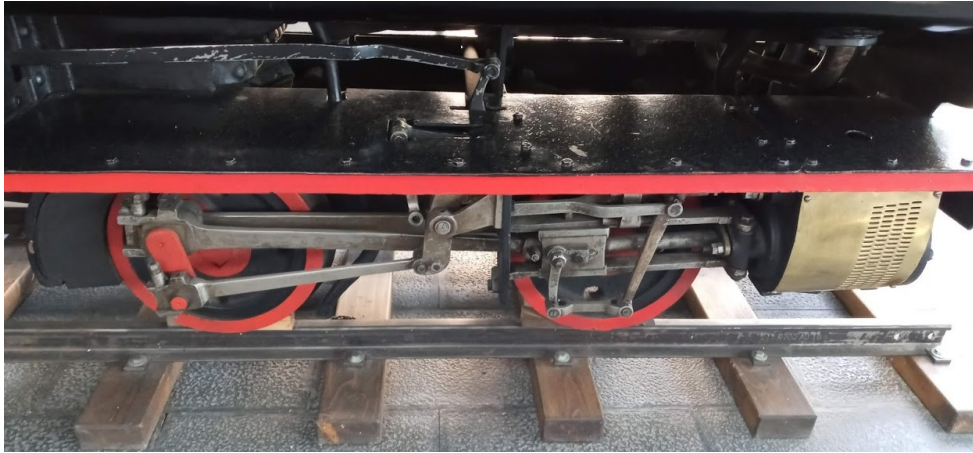


# La máquina de vapor



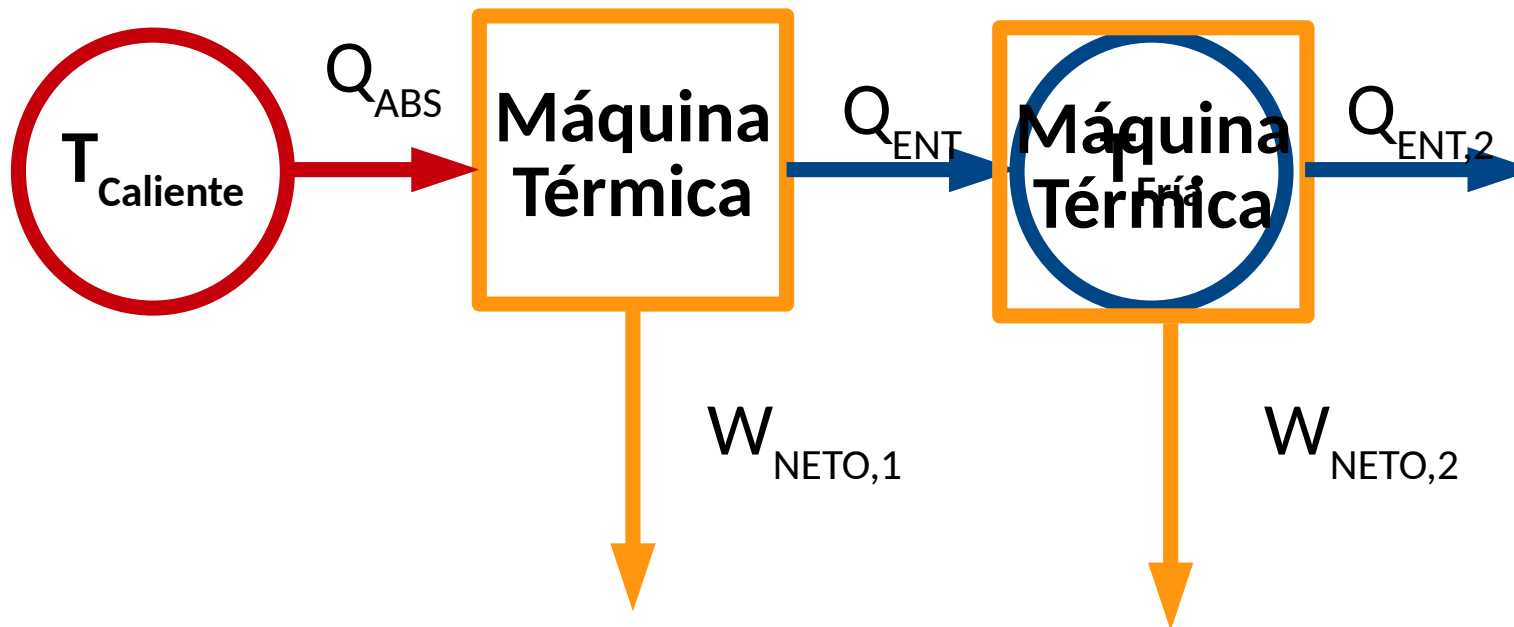


# Doble acción real: motor de Walschaert



# Ciclo combinado

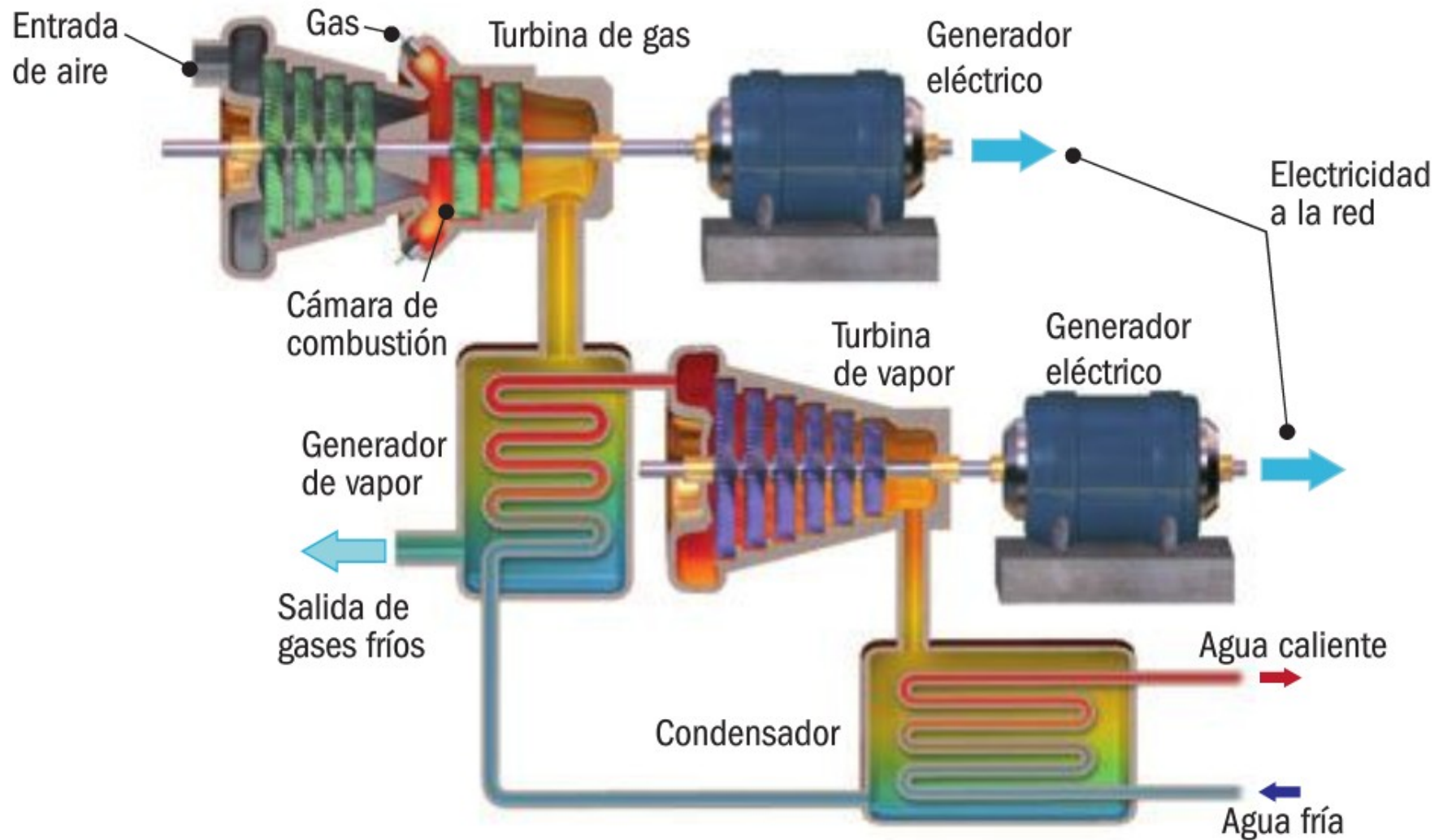
- Mejora de la eficiencia global



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

# Ciclo combinado real

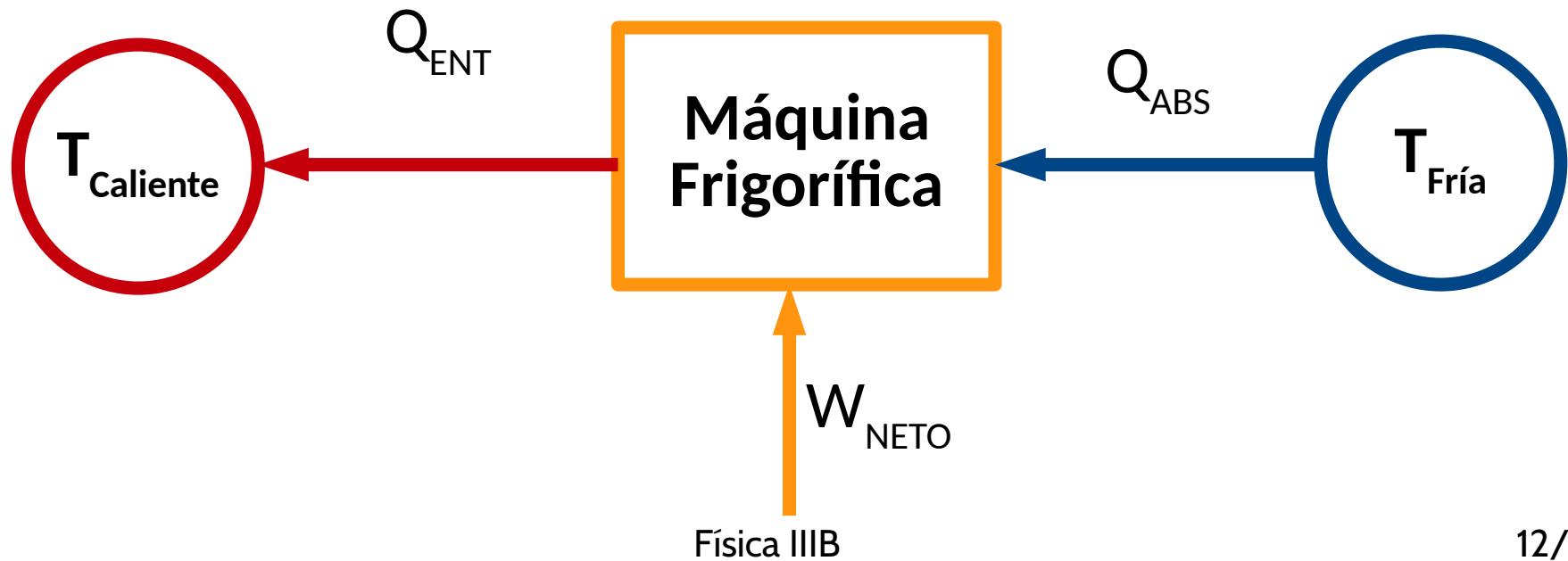
## Esquema de una central térmica de ciclo combinado





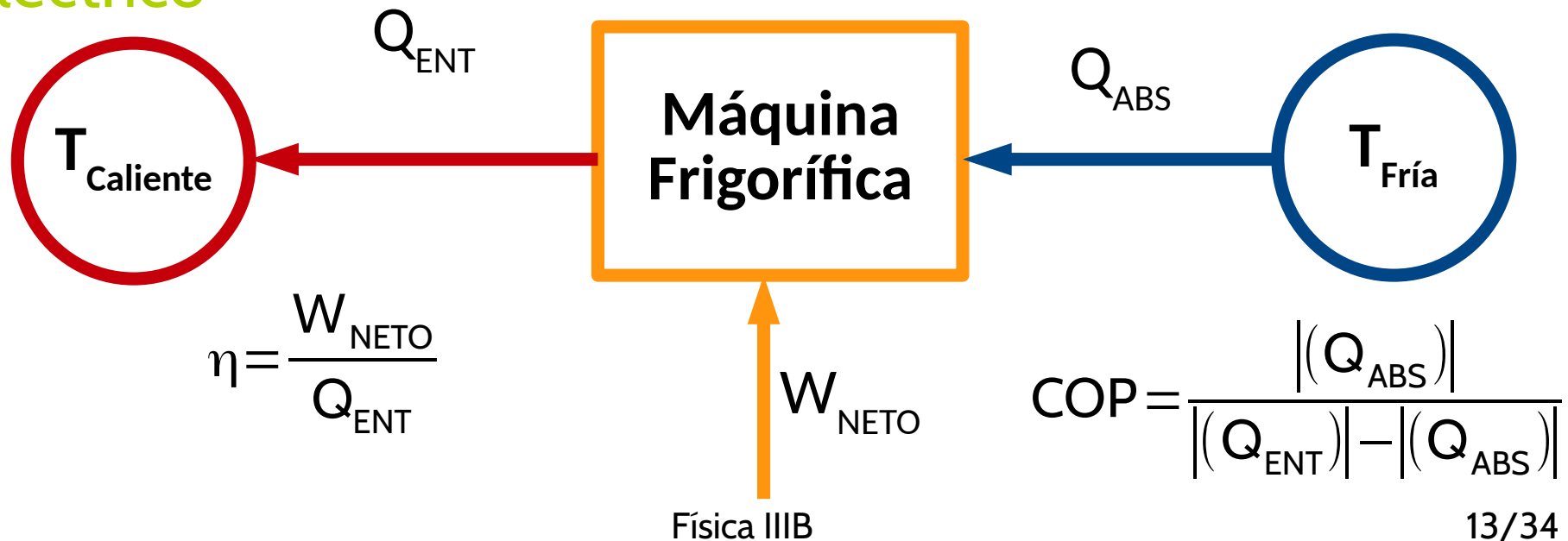
# Ciclo inverso → Máquina frigorífica

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

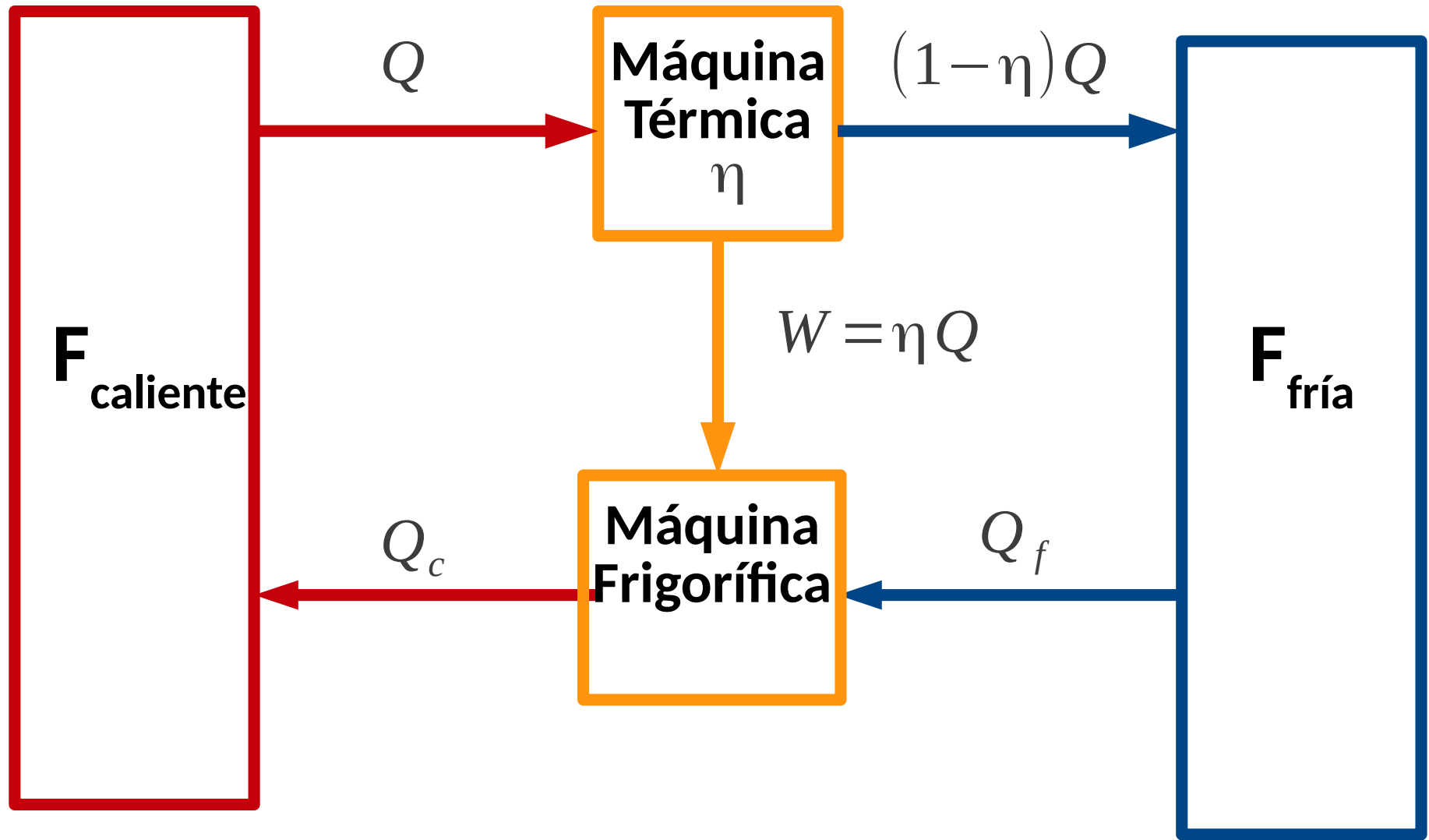


# Ciclo inverso → Máquina frigorífica

- 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



# Máquina reversible e irreversible



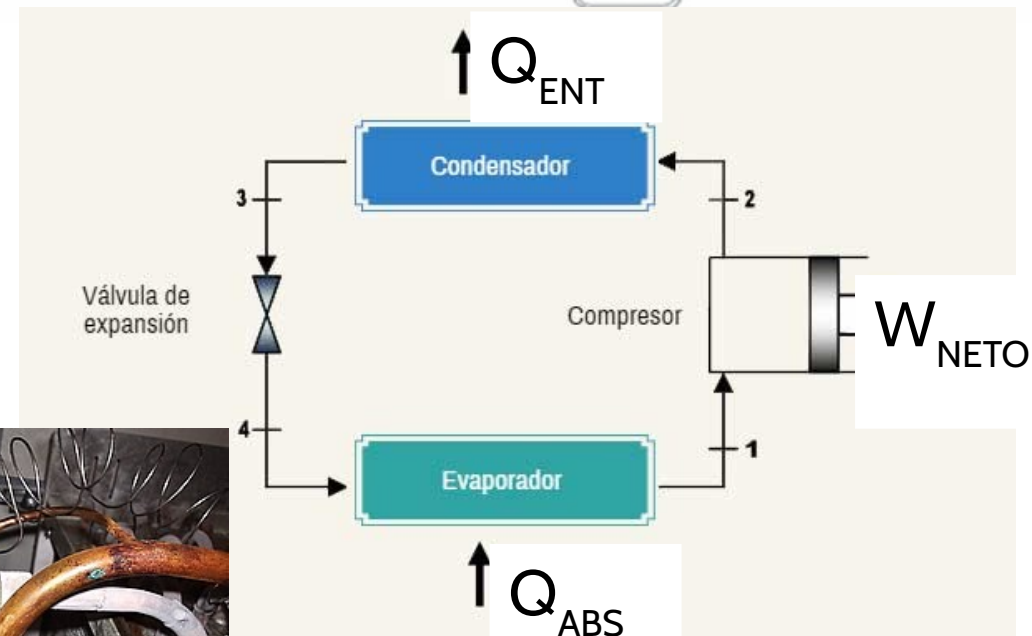
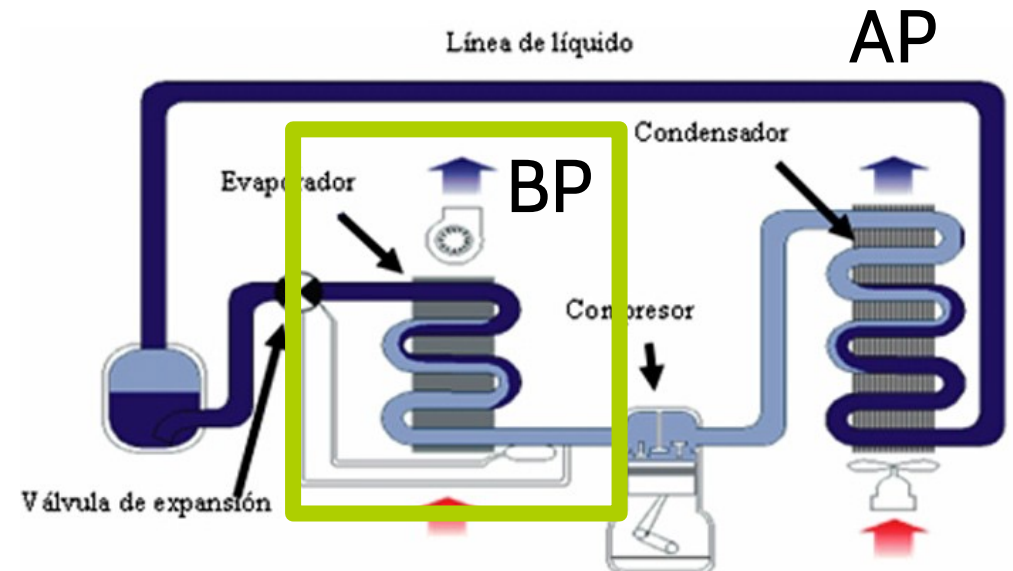
Si la máquina térmica no es reversible,  $Q_c < Q$



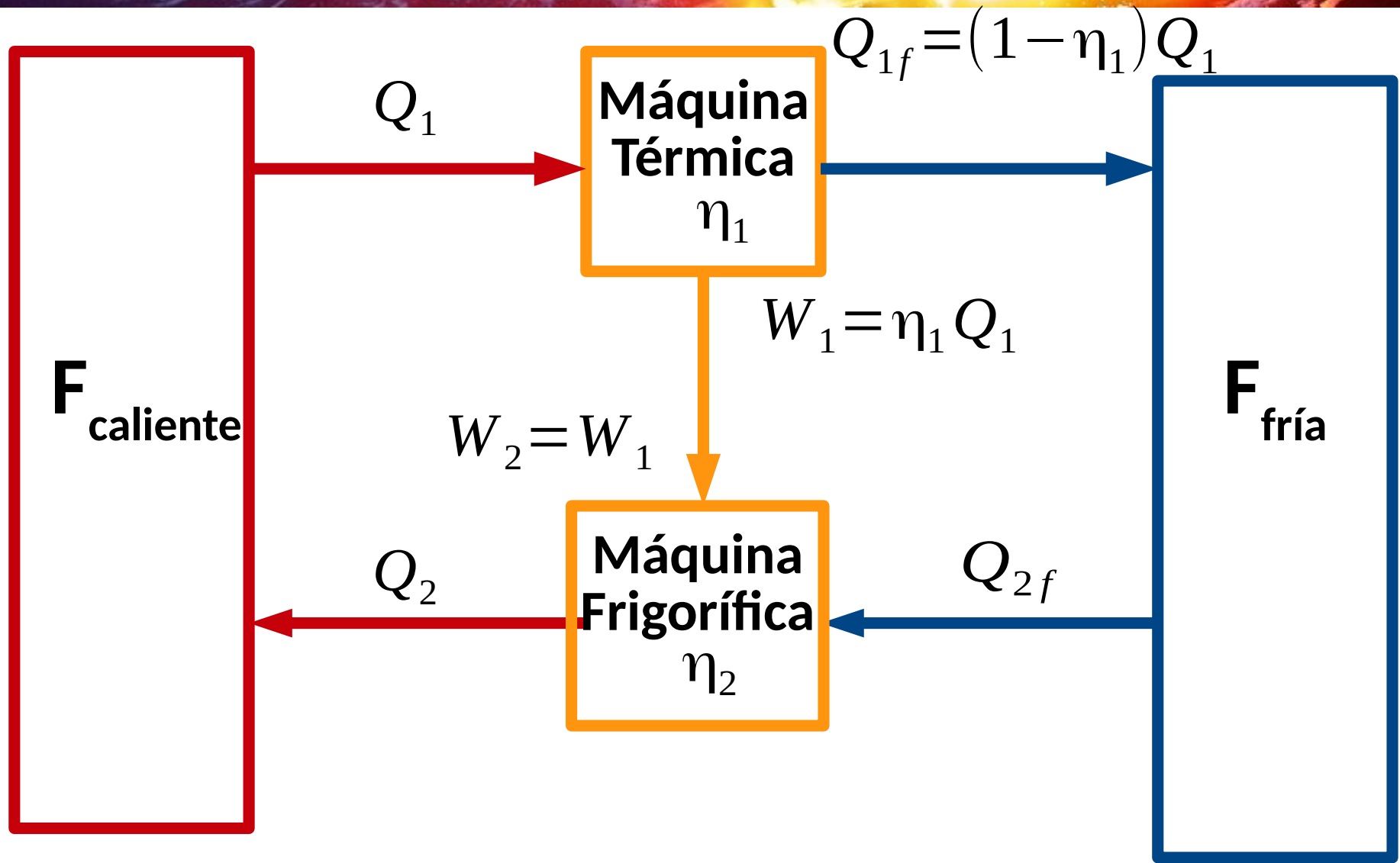
# Funcionamiento: refrigeración por compresión:

Líquido refrigerante: bajo punto de vaporización (típicamente  $-40^{\circ}\text{C}$ )

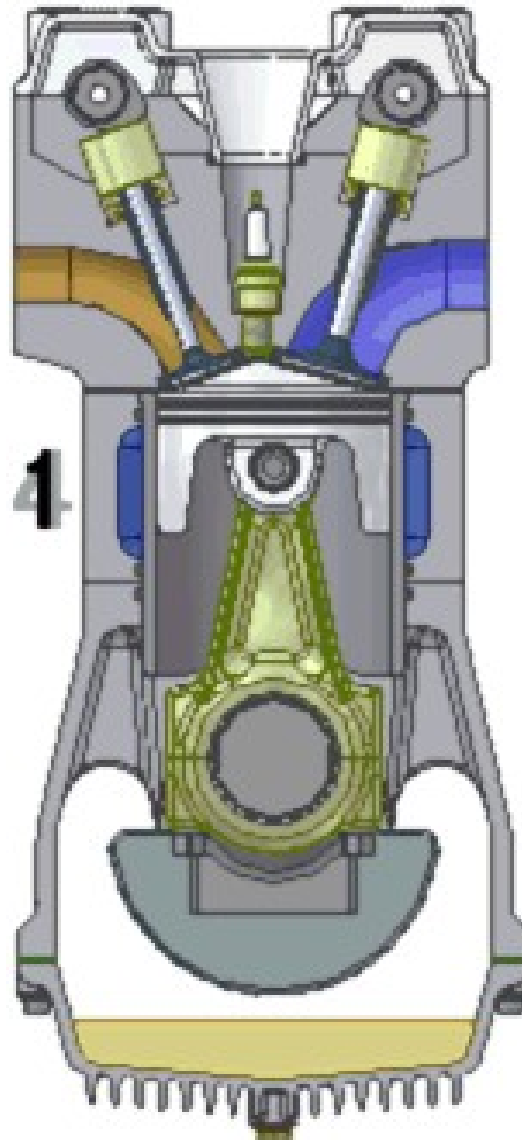
- 1) **Compresor**: el gas se comprime ( $W_{\text{NETO}}$ ) en forma adiabática y, en principio, reversible. Alta Presión (AP)
- 2) **Condensador**: se licúa e intercambia calor con la fuente caliente (Aire,  $Q_{\text{ENT}}$ ). Cambio de estado: calor latente, proceso isotérmico (AP)
- 3) **Válvula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



# ¿Quemar combustible para enfriar?

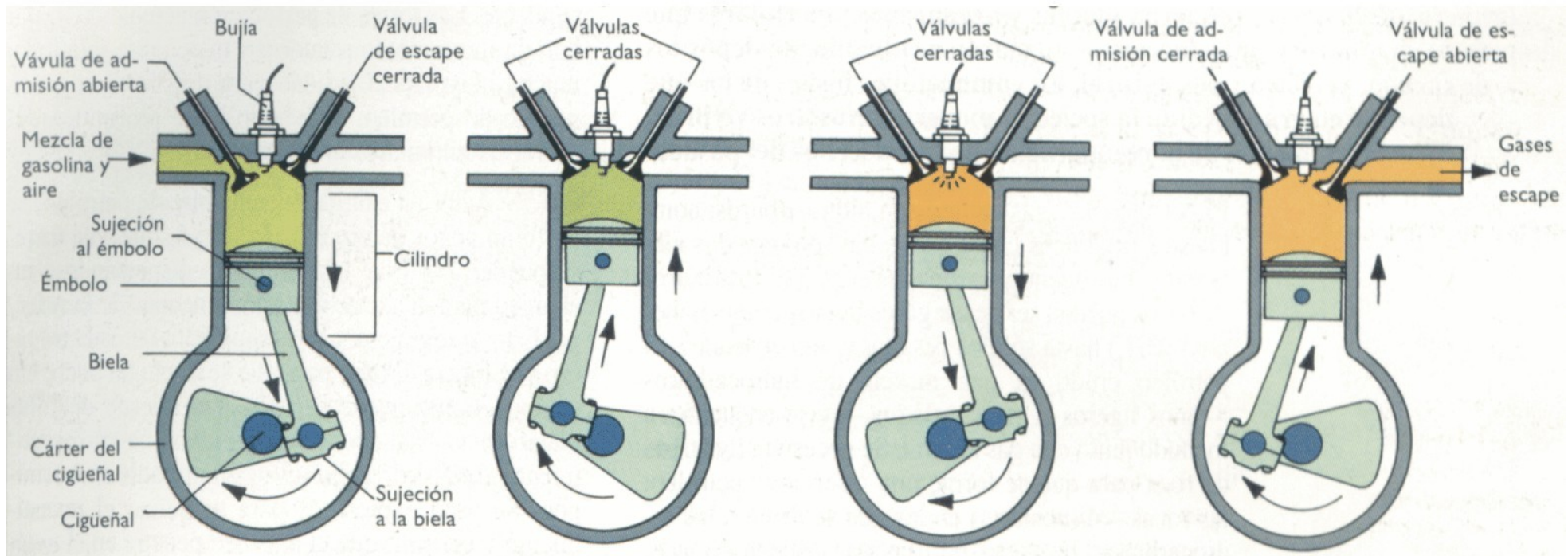


# Ciclo Otto





## 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

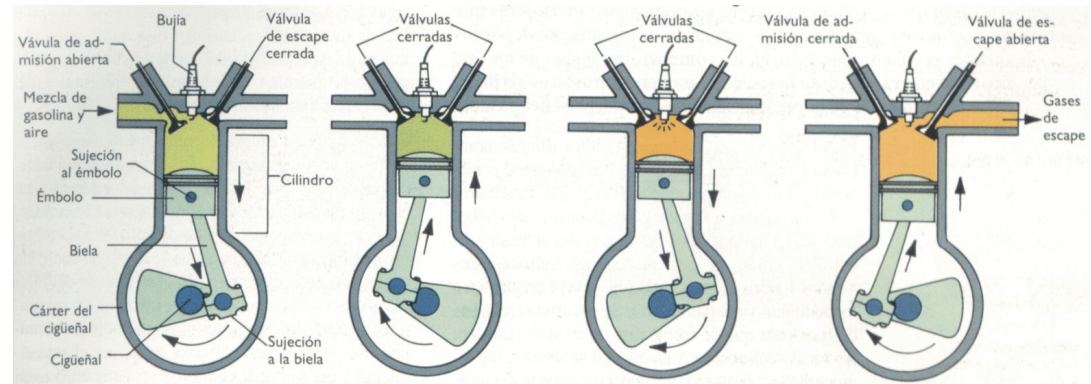
Pistón sube y expulsa los gases quemados por la válvula de escape

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

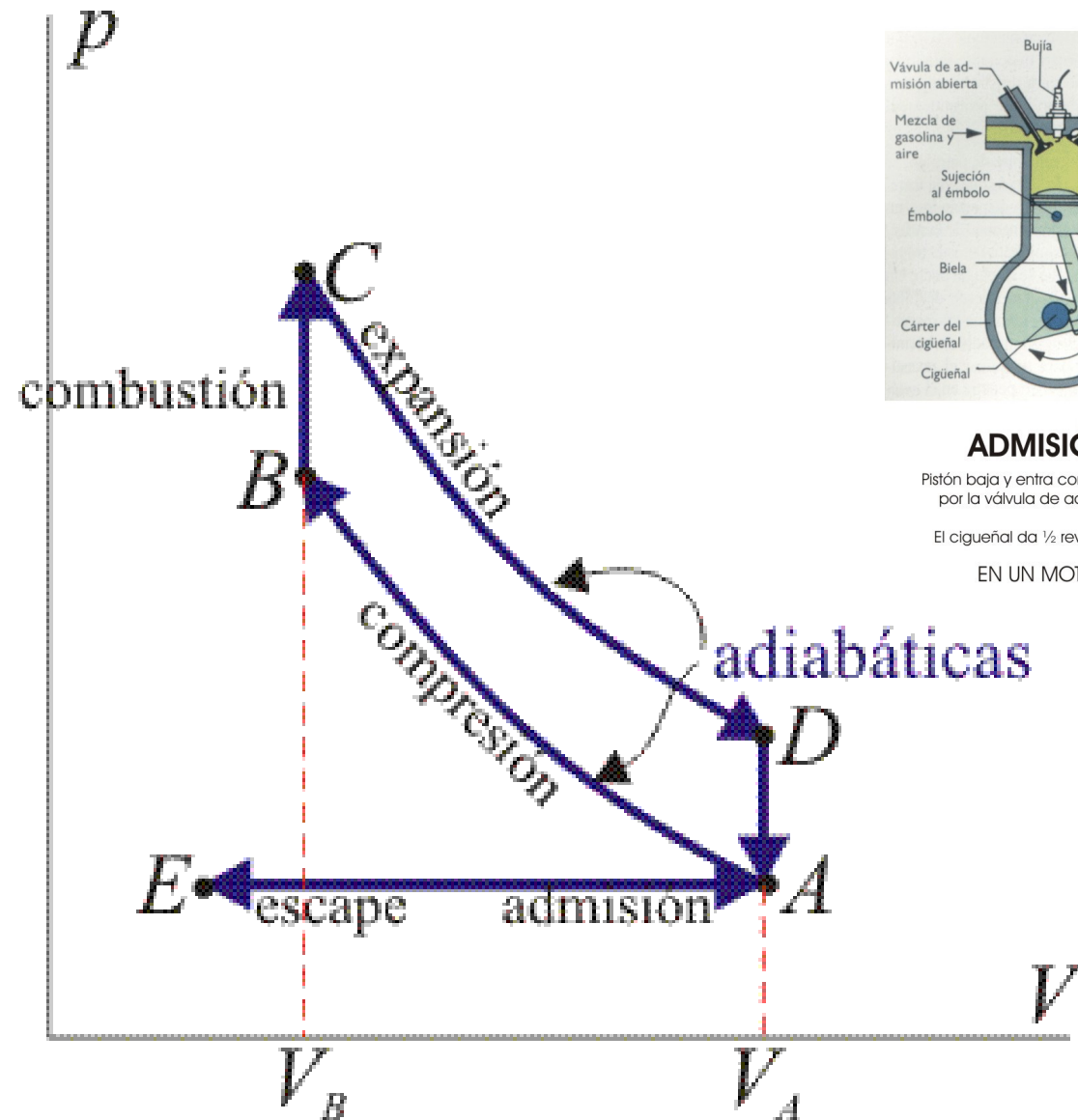
### EXPLOSIÓN

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

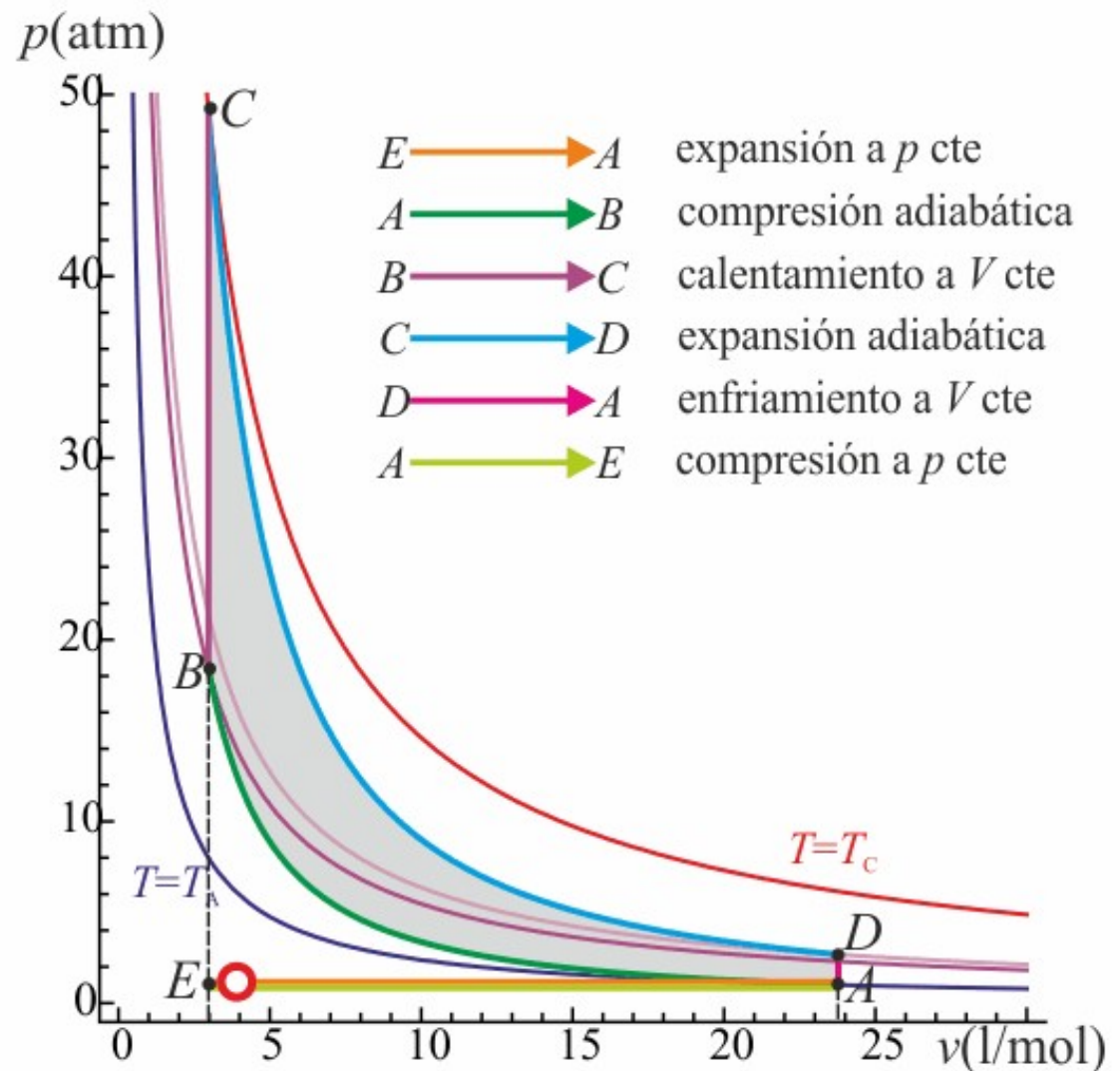
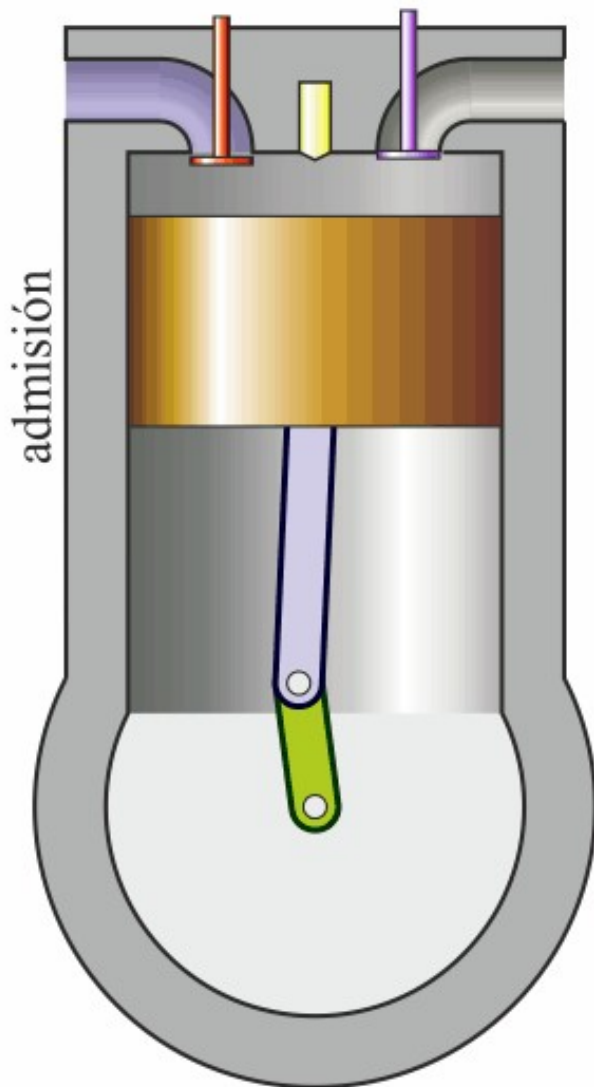
Pistón sube y expulsa los gases quemados por la válvula de escape  
El cigüeñal da  $\frac{1}{2}$  revolución

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



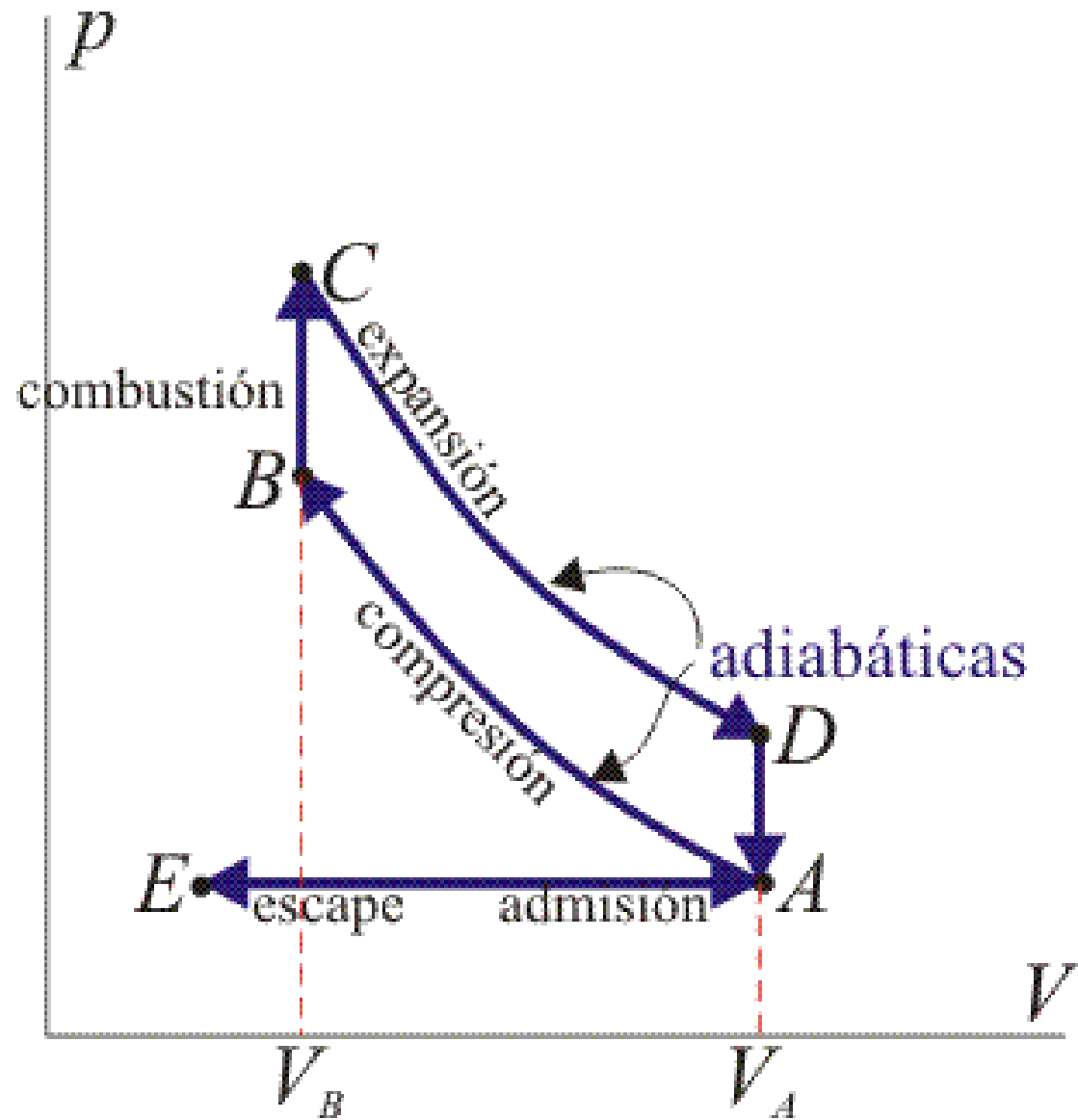


# El ciclo Otto - realista



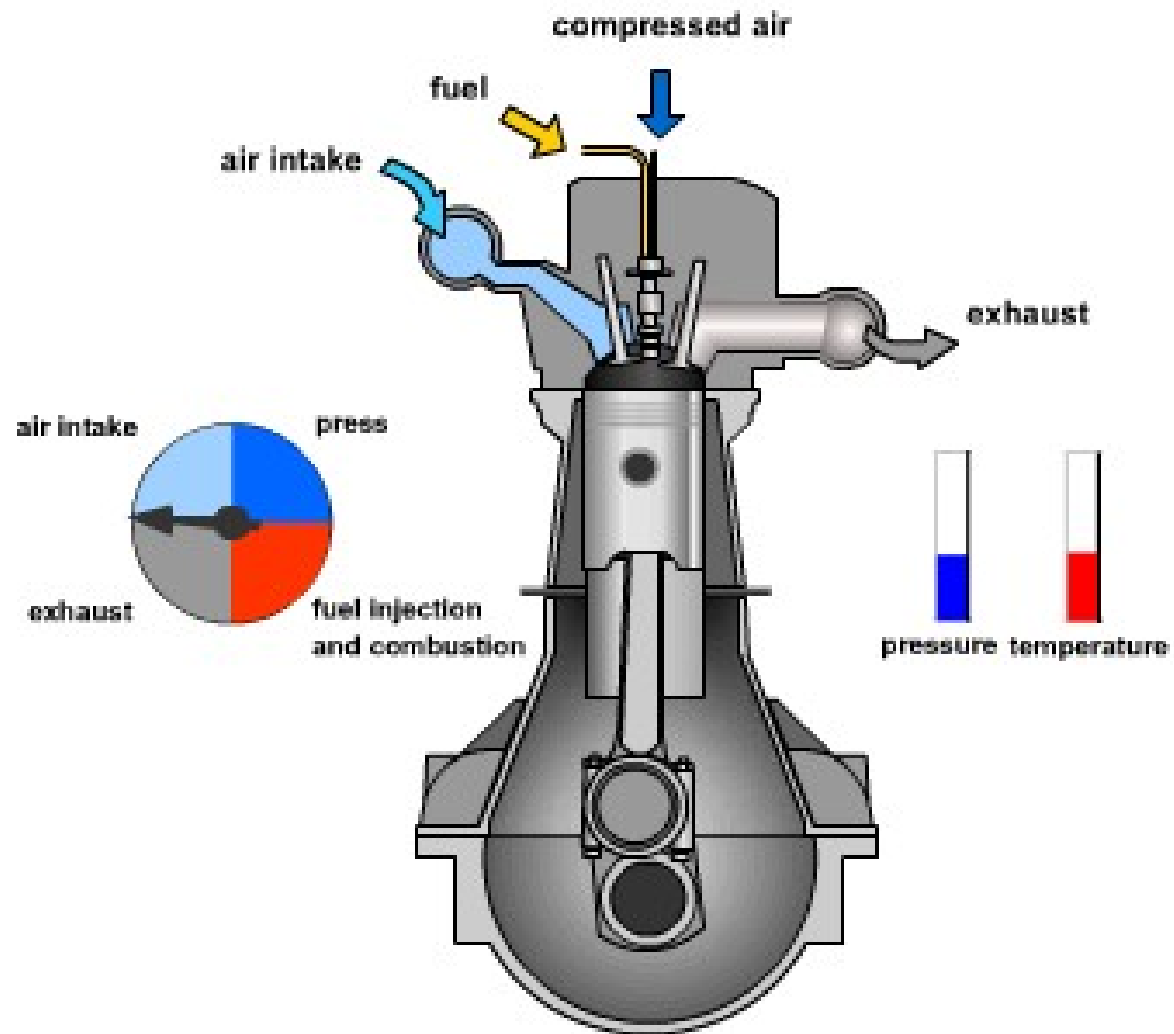


# Ciclo Otto, el motor

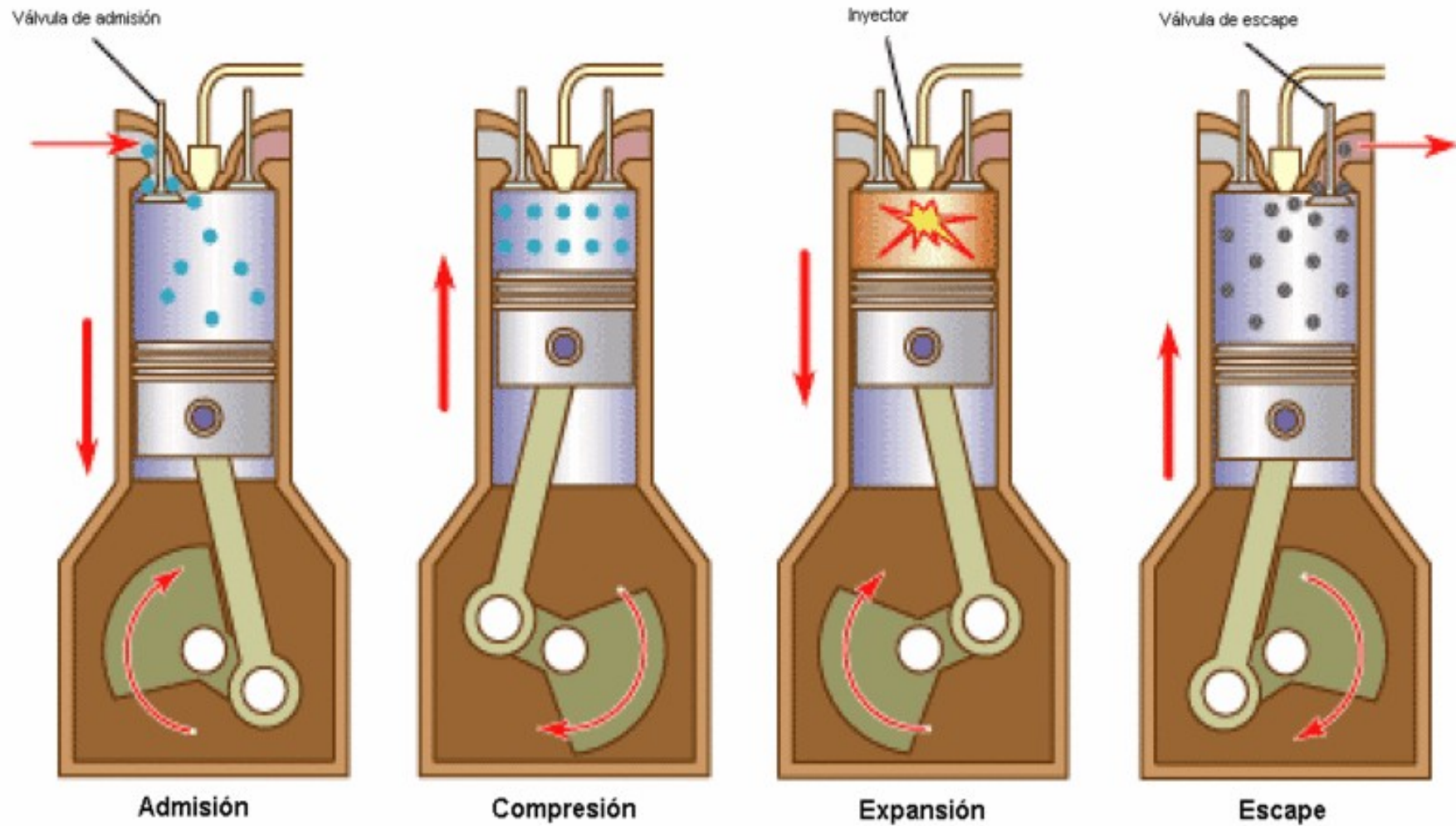




# Ciclo Diesel



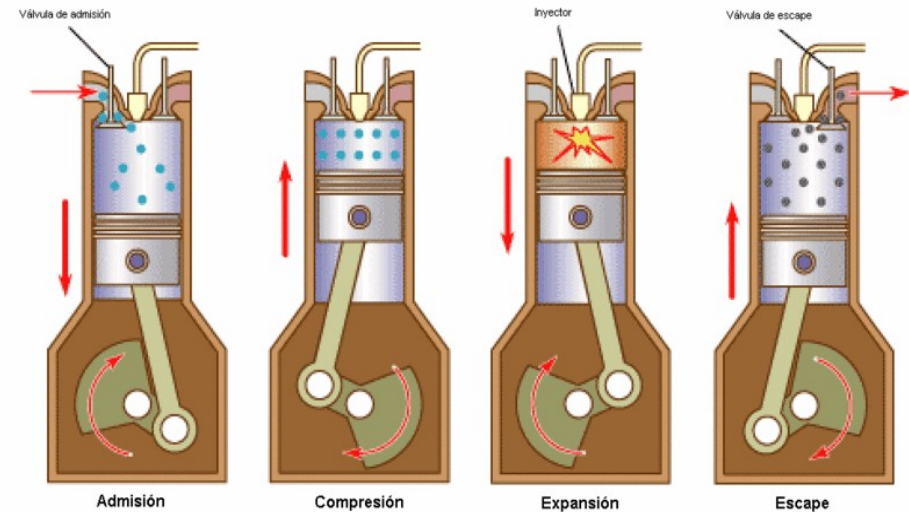
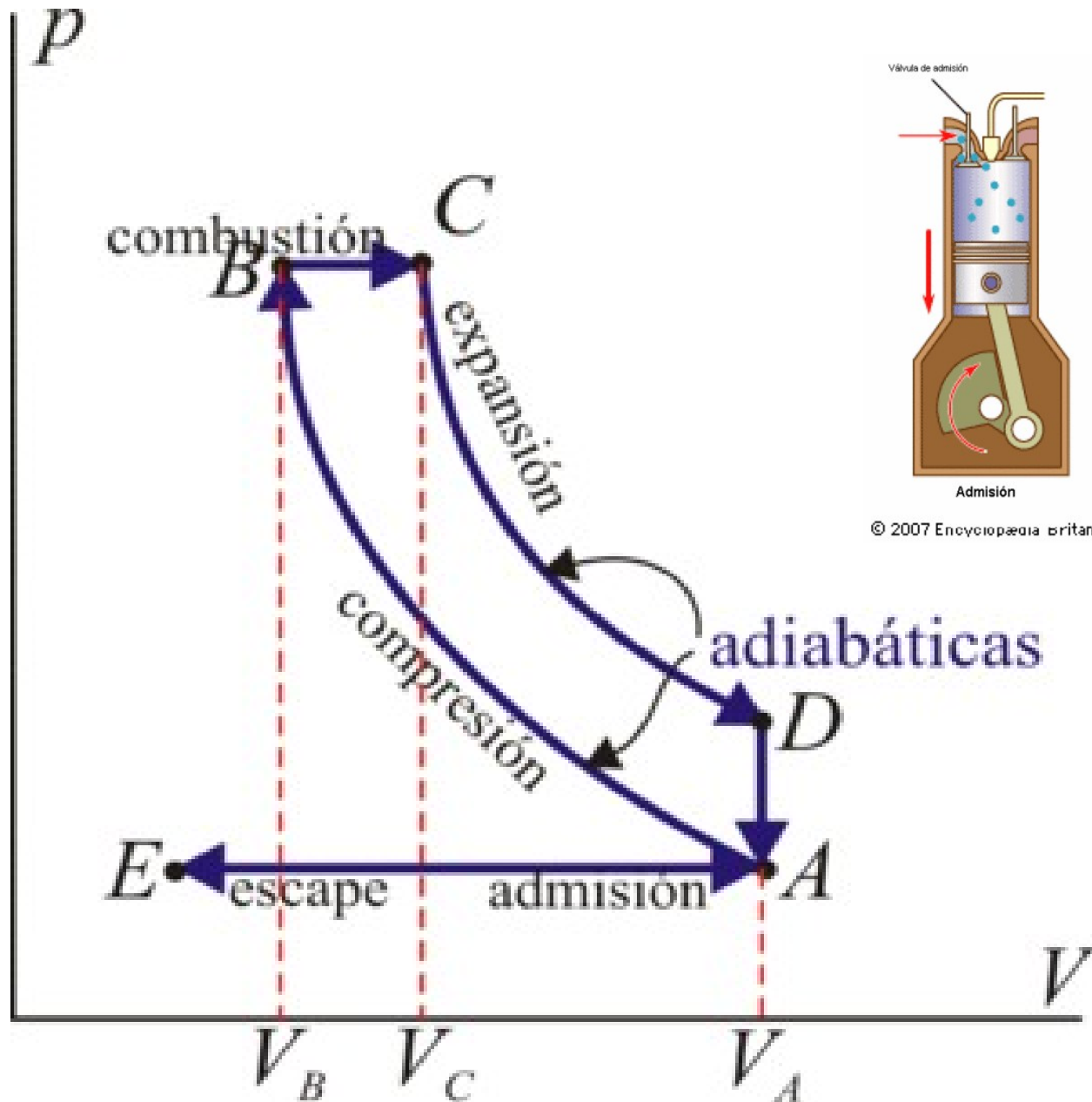
# Ciclo Diésel



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

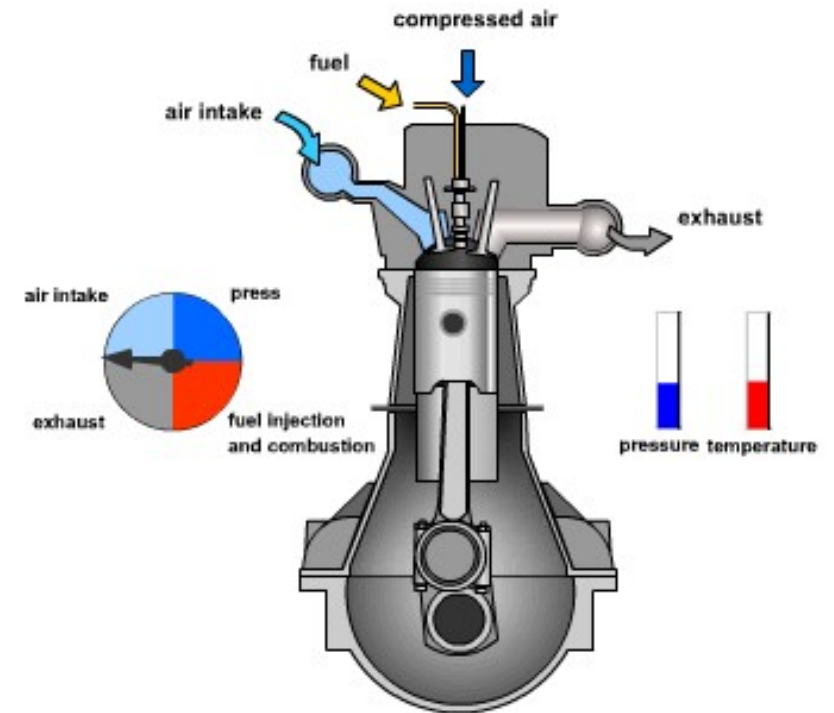
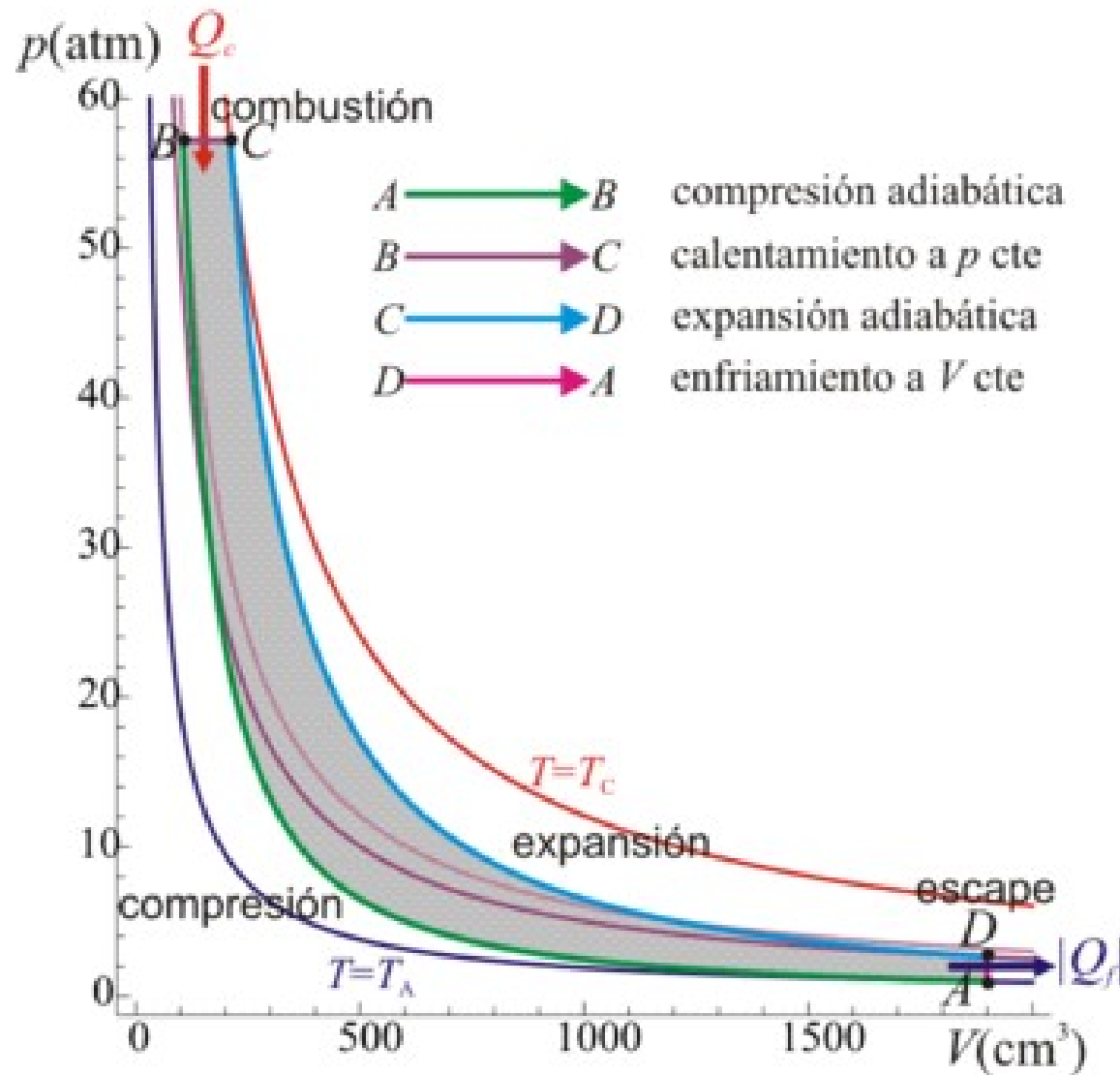


# Ciclo Diésel o ciclo de combustión isóbara

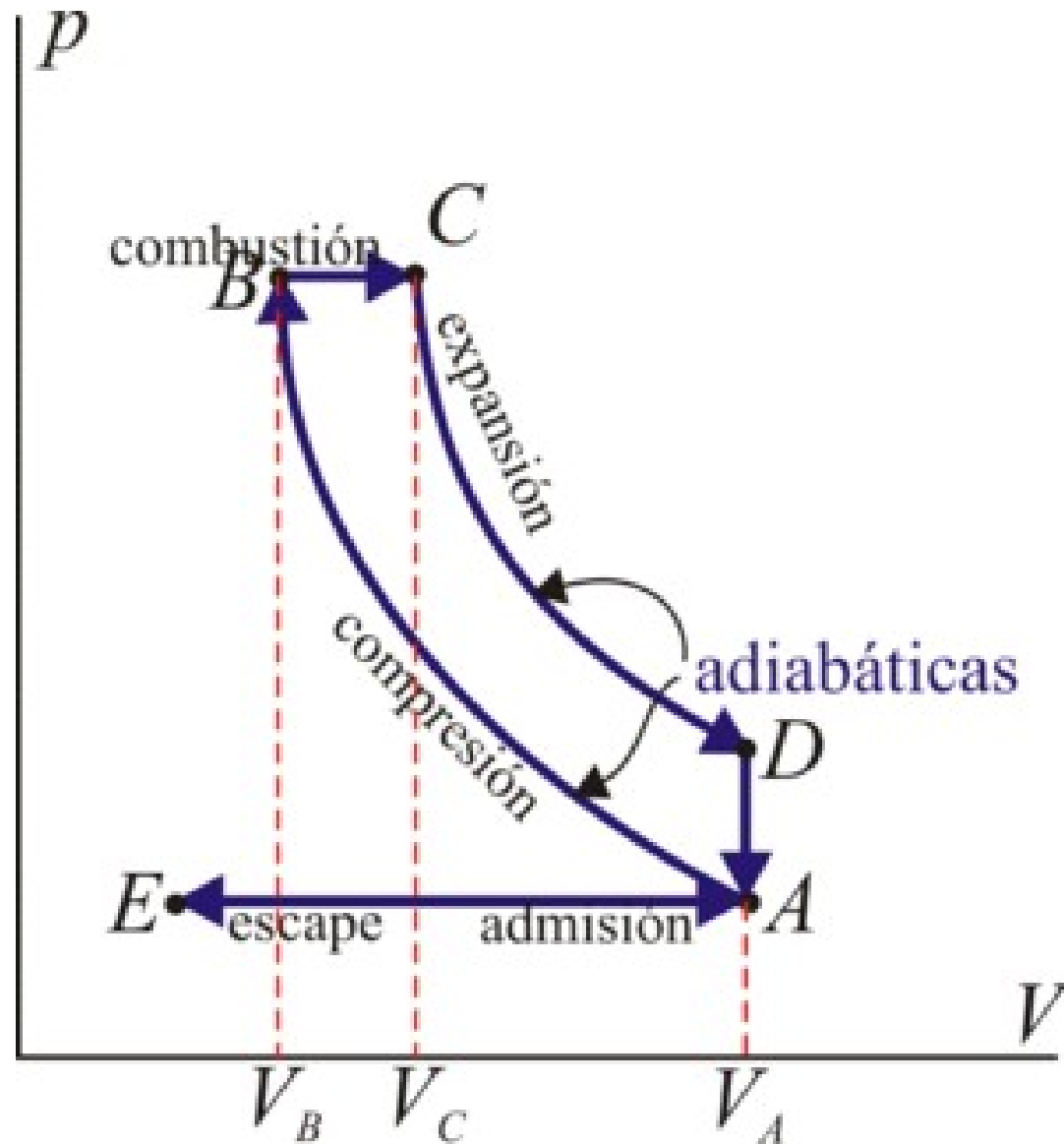


© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

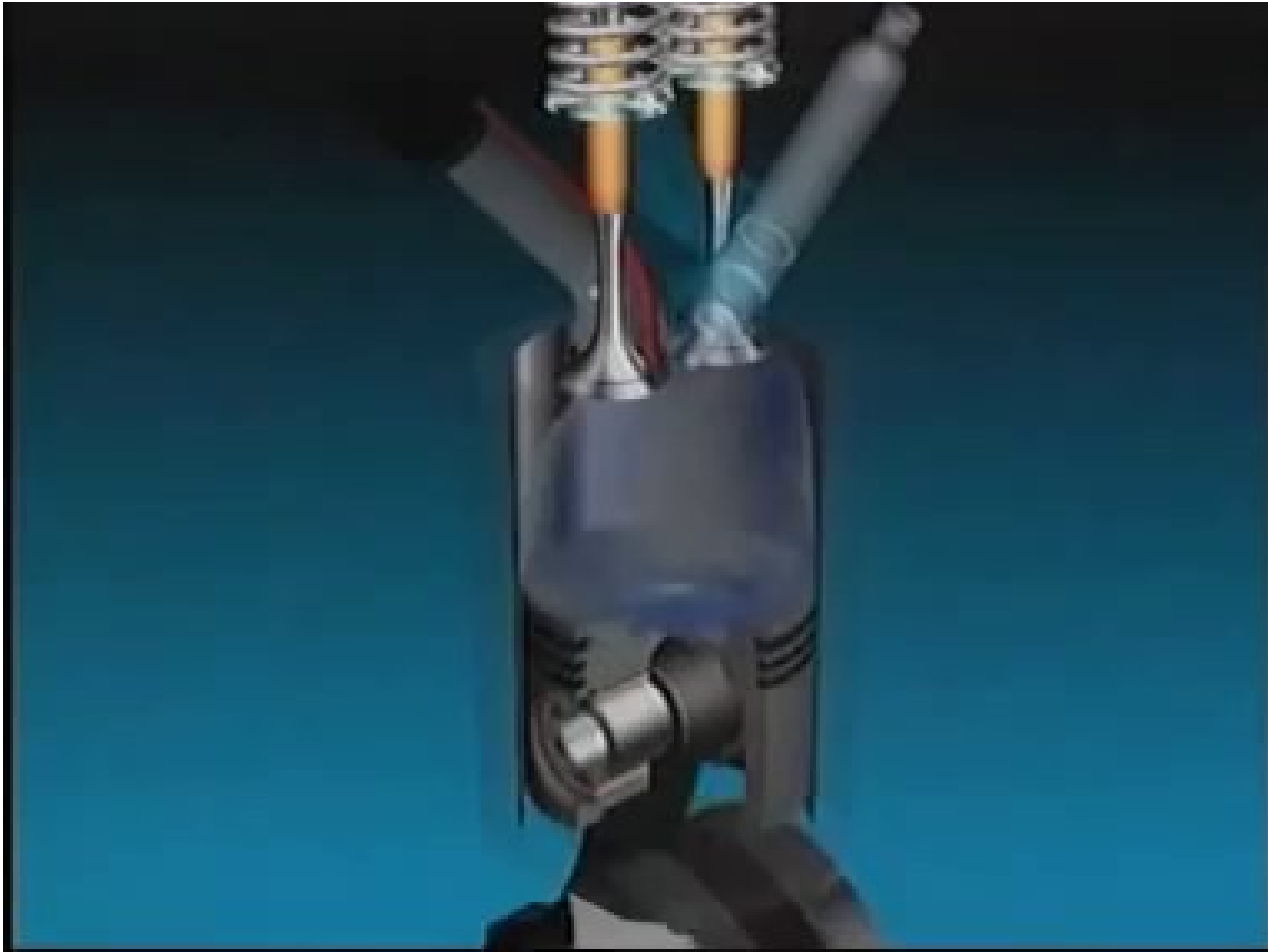
# Ciclo Diésel o ciclo de combustión isóbara



# Ciclo Diesel

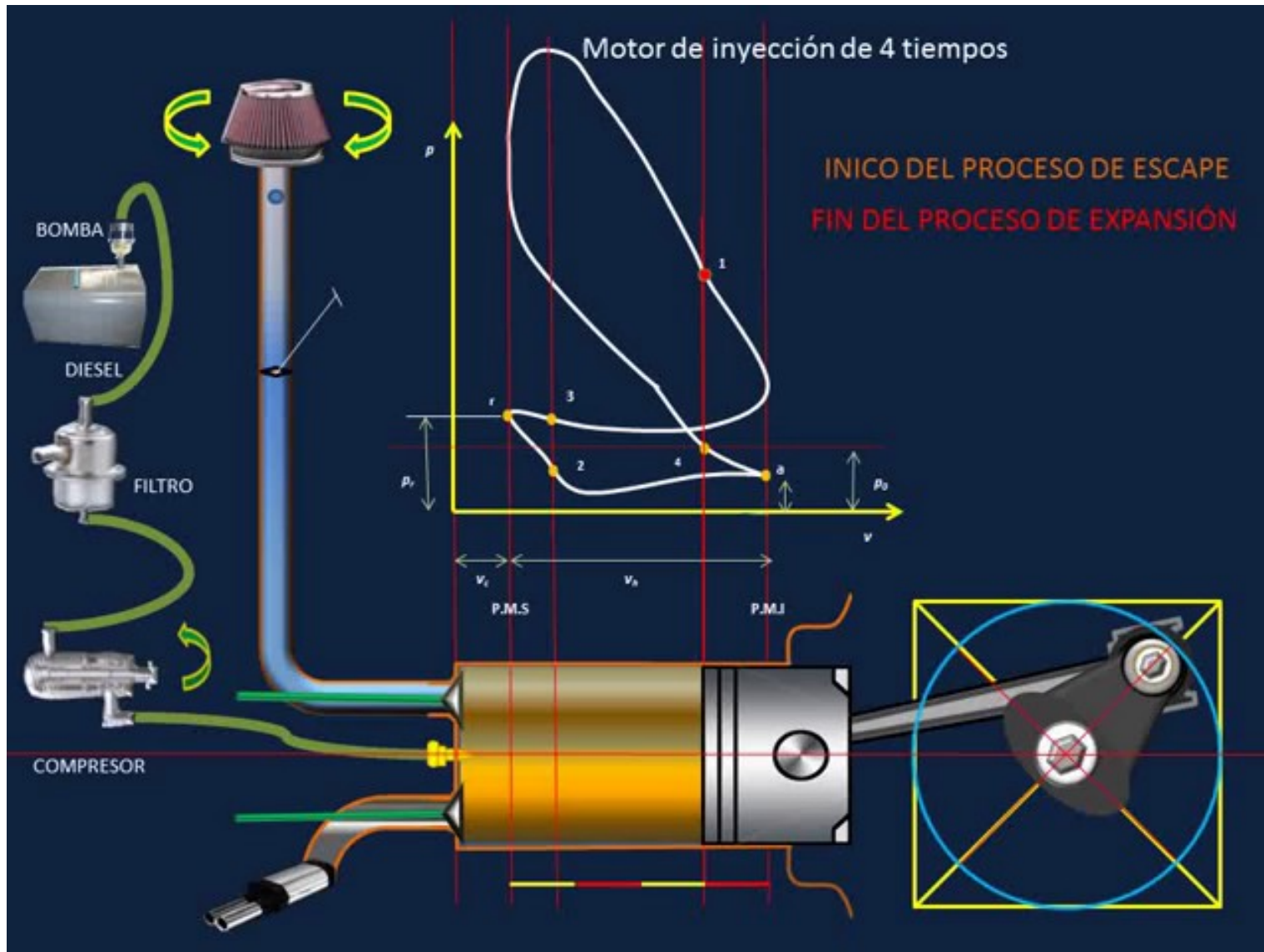


# Ciclo Diesel ideal

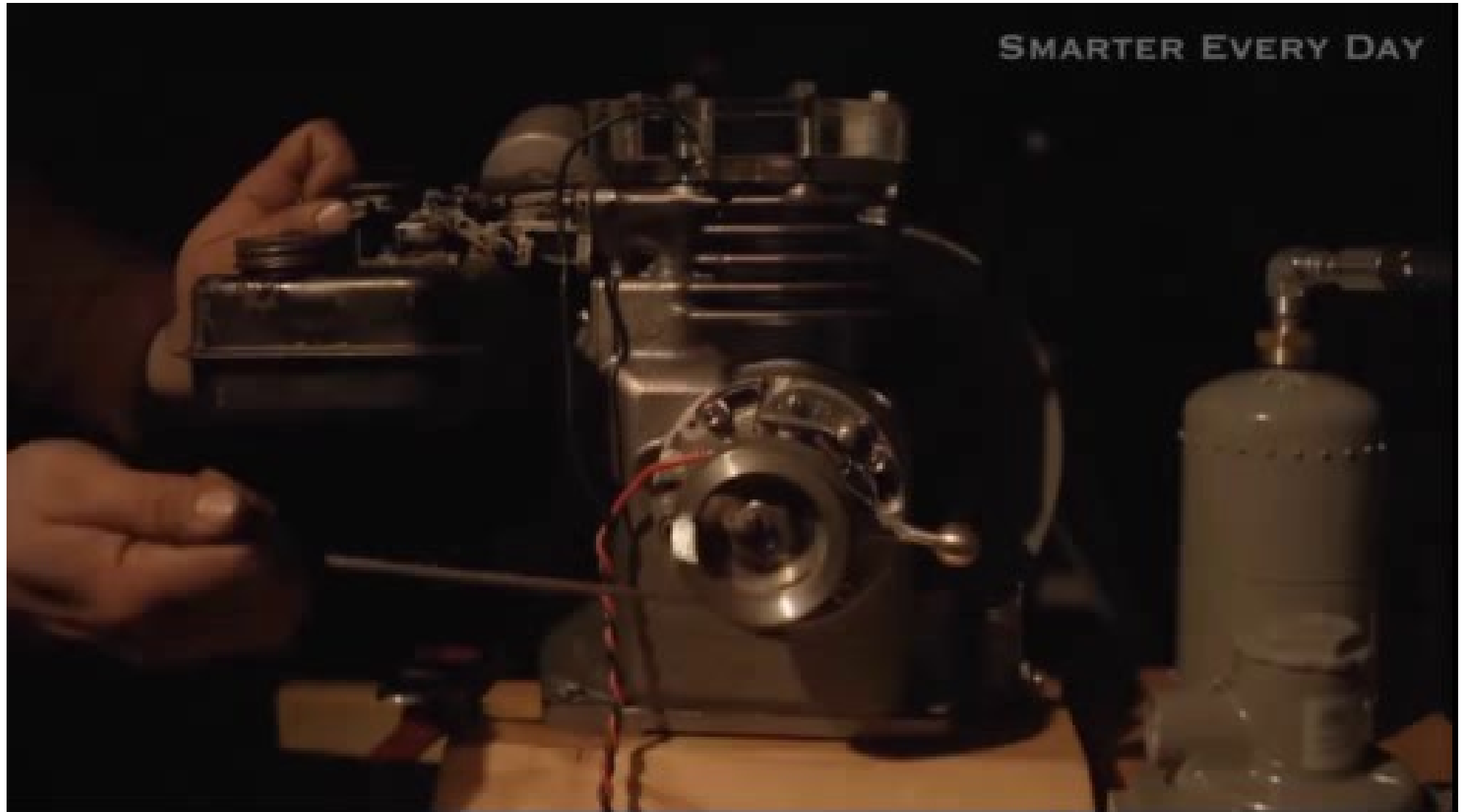




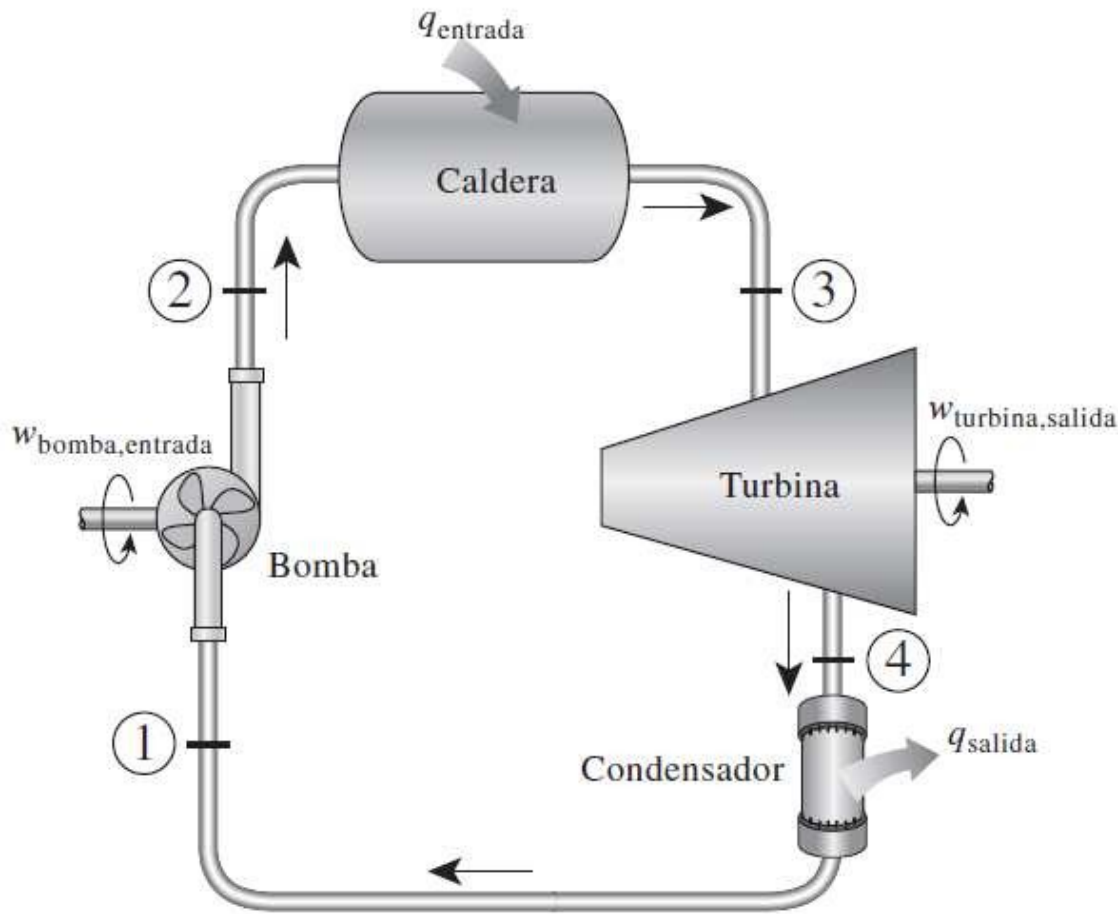
# Ciclo Diesel realista



# Motor transparente

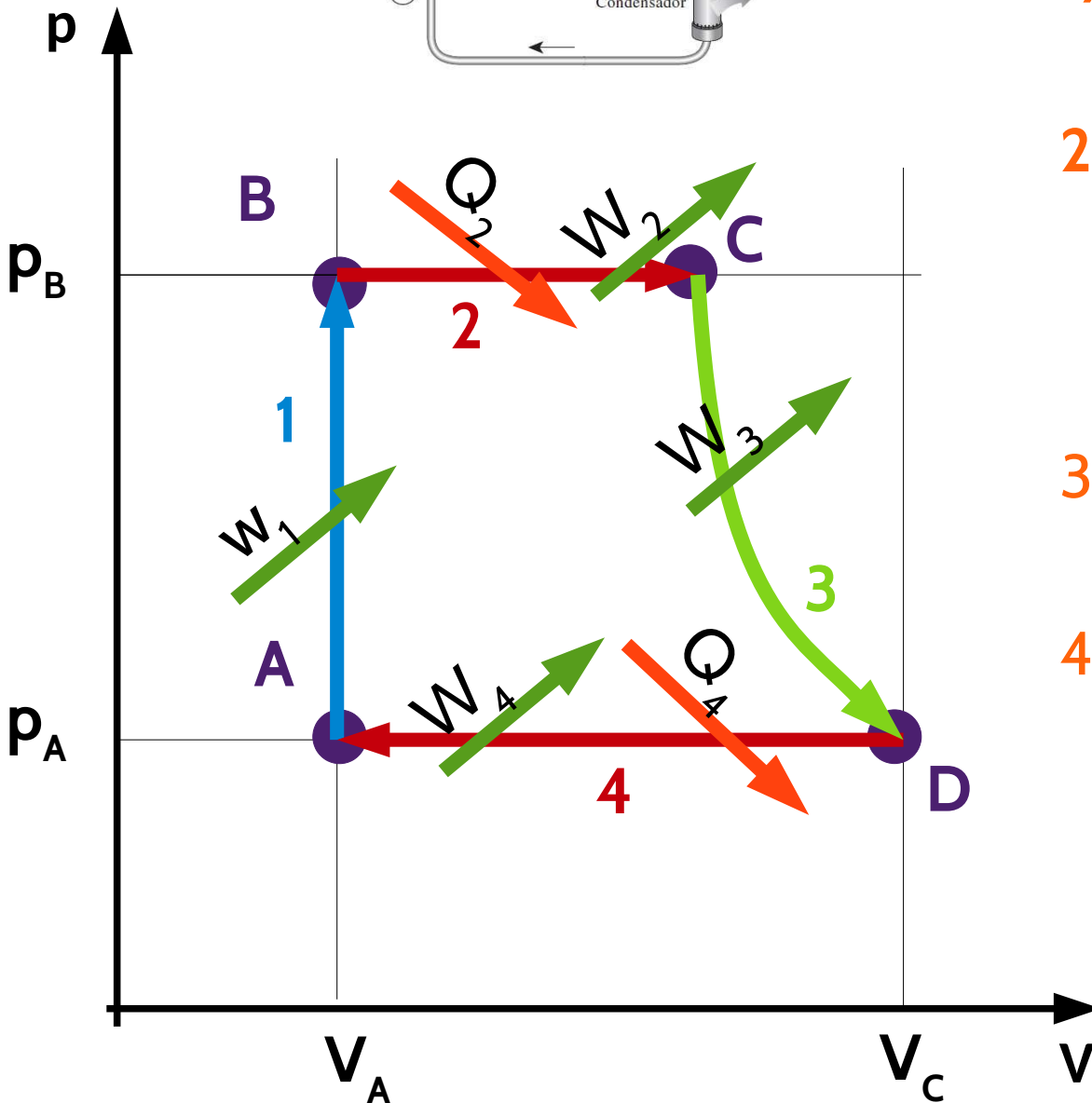
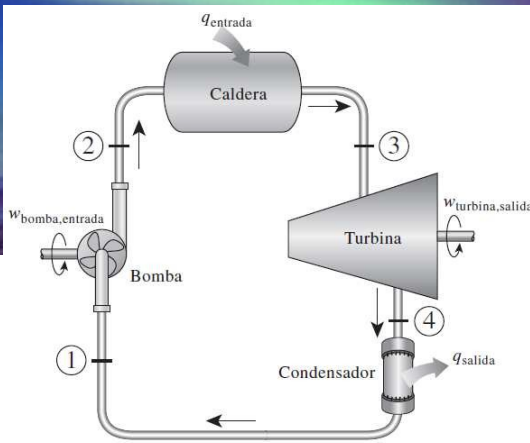


# Ciclo de Rankine



- 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>

