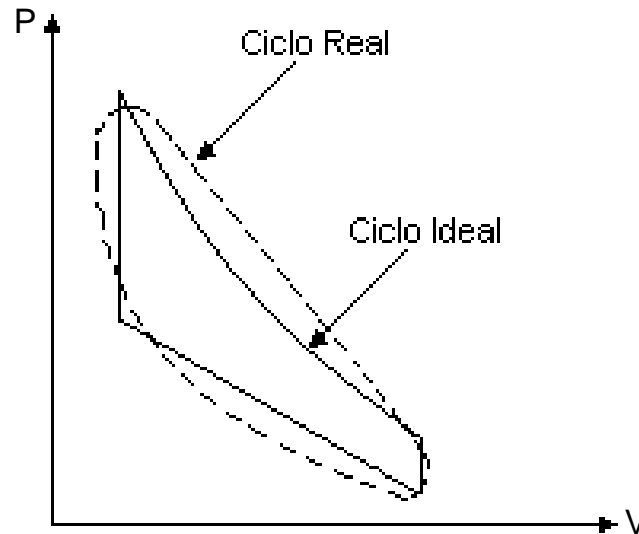


Ciclos de Potencia

❑ Consideraciones básicas

- Los dispositivos reales son difíciles de analizar.
- Cuando al ciclo ideal se eliminan irreversibilidades y complejidades internas, se consigue un ciclo que se parece al real pero que está formado en su totalidad por procesos internamente reversibles.
- Un modelo idealizado simple permite estudiar los efectos de los principales parámetros que gobiernan el ciclo.



Ciclos de Potencia

❑ Consideraciones básicas

- Las máquinas térmicas se diseñan con el propósito de convertir energía térmica en trabajo y su desempeño se expresa en términos de la eficiencia térmica.

$$\eta_{termica} = \frac{W_{neto}}{Q_{entrada}}$$

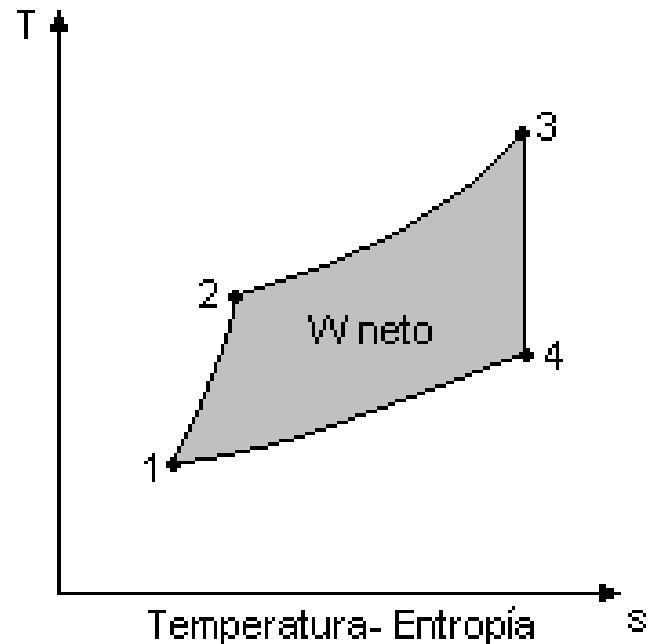
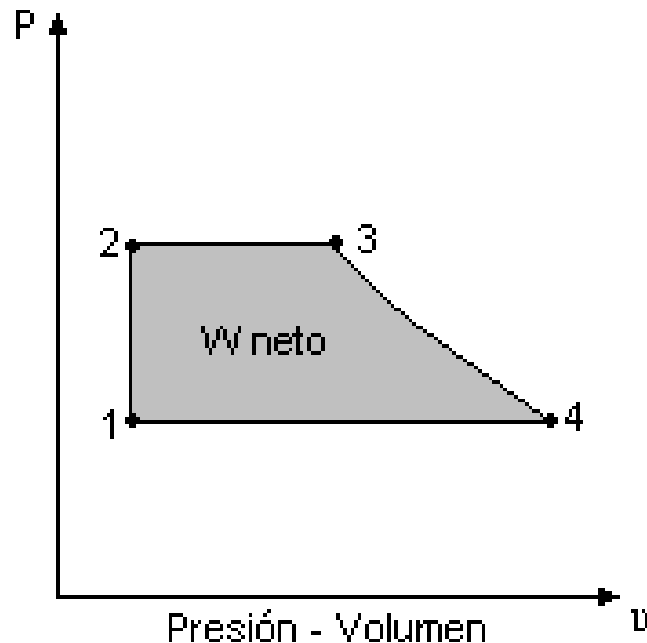
- Las idealizaciones y simplificaciones empleadas comúnmente en el análisis de los ciclos de potencia, puede resumirse del siguiente modo:
 - El ciclo no implica ninguna fricción.
 - Todos los procesos de expansión y compresión ocurren en forma de cuasiequilibrio.
 - Las tuberías que conectan los diferentes componentes de un sistema están muy bien aisladas y la transferencia de calor a través de éstas es despreciable.

Ciclos de Potencia

❑ Consideraciones básicas

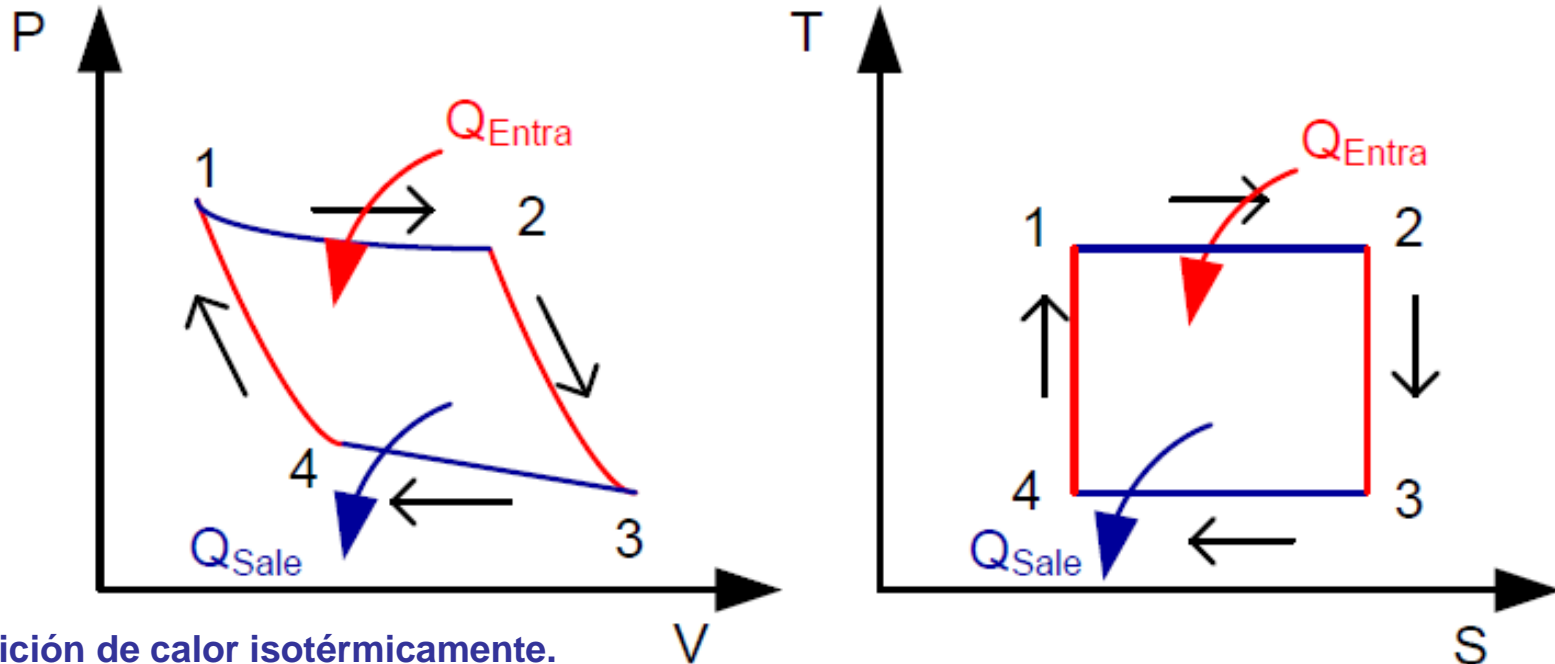
- En los diagramas T-s y P-V el área encerrada por las curvas del proceso de un ciclo representa el **trabajo neto** producido durante el ciclo, lo cual también es equivalente a la transferencia de calor neta en este ciclo.

$$W_{neto} = Q_{entrada} - Q_{salida}$$



Ciclo de Carnot

- Este es el mejor ciclo que existe. Este ciclo se compone de cuatro procesos totalmente reversibles:

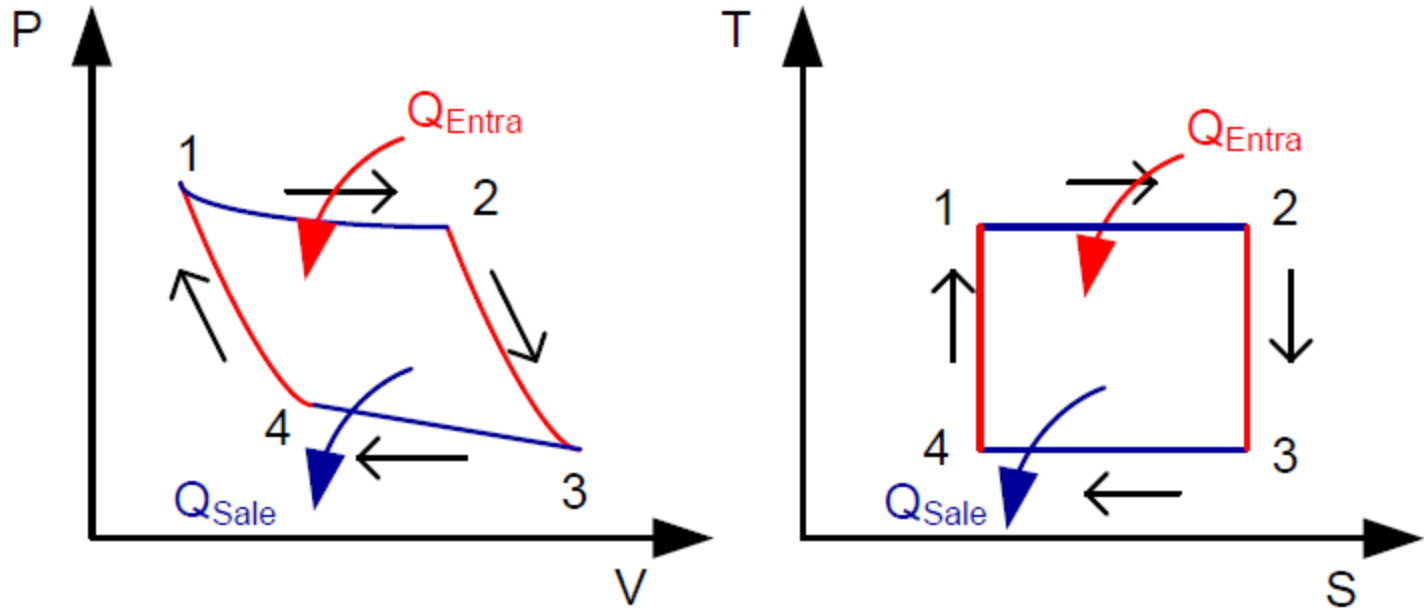


- 1 – 2 Adición de calor isotérmicamente.
- 2 – 3 Expansión isentrópica.
- 3 – 4 Rechazo de calor isotérmico.
- 4 – 1 Compresión isentrópica.

“No existe una máquina térmica con una eficiencia mayor a la eficiencia de la máquina de Carnot”

Ciclo de Carnot

□ Eficiencia térmica:



$$\eta_{termica} = \frac{W_{neto}}{Q_{entrada}}$$

$$\eta_{termica} = \frac{Q_{entrada} - Q_{salida}}{Q_{entrada}}$$

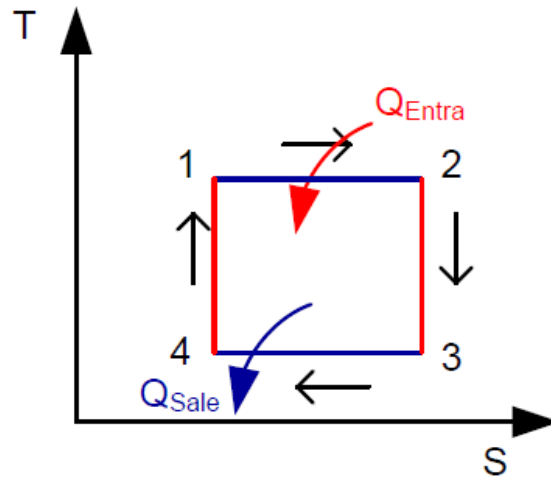
$$\eta_{termica} = 1 - \frac{Q_{salida}}{Q_{Entrada}}$$

$$\eta_{termica} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Ciclo de Carnot

❑ Demostración de la eficiencia del ciclo:

- Los cuatro procesos que componen este ciclo son reversibles.
- El calor se transfiere al sistema durante los procesos 1 y 2 y se rechaza durante los procesos 3 y 4.



$$Q_{entrada} = T_1 (s_2 - s_1)$$

$$Q_{salida} = T_2 (s_3 - s_4)$$

$$Q_{salida} = T_2 (s_2 - s_1)$$



$$\eta_{termica} = 1 - \frac{T_2 (s_2 - s_1)}{T_1 (s_2 - s_1)}$$

$$\eta_{termica} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Comparación con el Ciclo de Carnot

❑ Demostración de la eficiencia del ciclo:

- El rendimiento (η_s) de una máquina térmica, se conoce como la relación entre la eficiencia térmica real (η_t) y el Carnot (η_c).

$$\eta_s = \frac{\eta_t}{\eta_C}$$

- El rendimiento no puede ser mayor que la unidad:
 - Si $\eta_t < \eta_c$, la máquina es irreversible pero real.
 - Si $\eta_t = \eta_c$, la máquina es reversible y por ello es ideal e imposible.
 - Si $\eta_t > \eta_c$, la máquina es totalmente imposible.

Ciclo Teórico

❑ **Ciclo termodinámico básico en el que se hacen ciertas hipótesis simplificadoras las cuales permiten la realización de cálculos más fácilmente y sirven de modelos de referencia o comparación.**

- Sin pérdidas de calor.
- Proceso de combustión 100% eficiente.
- Propiedades de fluido ideales.
- Proceso de renovación de la carga.

❑ **Tipos de ciclos teóricos:**

- **CICLO IDEAL DE AIRE.**
- **CICLO TEÓRICO AIRE COMBUSTIBLE.**
- **CICLO REAL.**

❑ **Índice de la calidad de un ciclo:**

- Indica la aproximación entre un ciclo real y uno teórico

$$QI = \frac{W_R}{W_{teorico}} = \frac{\eta_R}{\eta_{teorico}}$$

Ciclo Ideal del Aire

❑ Base teórica muy simple

- El rendimiento se puede calcular a partir de fórmulas

❑ Hipótesis:

- Calor específico del fluido constante.
- Sucesión de procesos similar a las del motor real.
- La misma relación de compresión volumétrica que en el motor.
- La misma aportación de energía por unidad de masa que en el proceso real.
- La misma presión y temperatura al inicio de la compresión que en el proceso real.

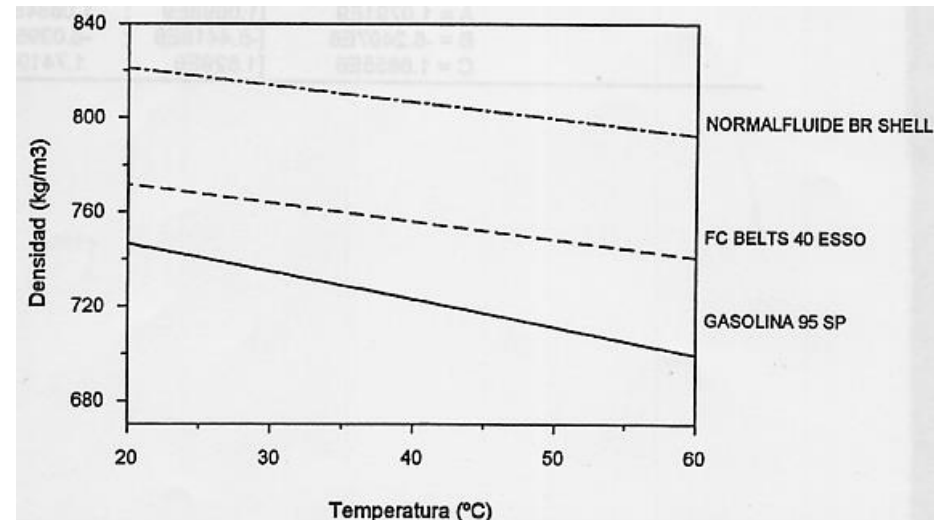
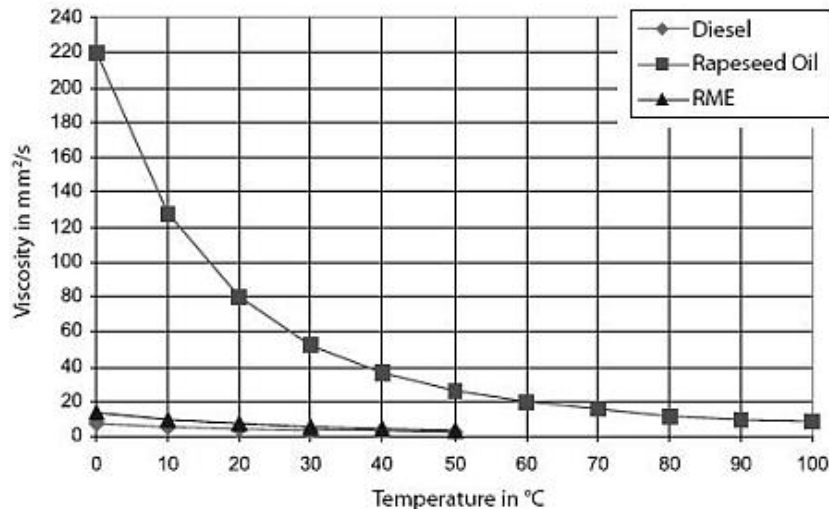
Ciclo Ideal del Aire

❑ Consideraciones sobre el ciclo:

- Los SI tienen menor relación de compresión que los motores de CI y dentro de los CI los lentos tienen menor relación de compresión que los rápidos.
- La comparación de ciclos sólo tiene sentido para situaciones similares.
- En motores de SI el calor aportado por unidad de masa es mayor (mayor dosado).
- En los CI la relación de compresión mínima viene fijada por razones de arranque en frío y en SI la relación de compresión máxima viene fijada por razones de detonación.
- Las presiones máximas son mayores en los CI rápidos que en los lentos y son menores aún en los SI.

Ciclo Teórico Aire - Combustible

- ❑ Se consideran las propiedades del fluido más próximas a la realidad, el rendimiento hay que calcularlo con métodos numéricos
 - simulaciones en CFD
- ❑ En este tipo de ciclo el calor específico aumenta con la temperatura con lo cual empeora el rendimiento.



Ciclo Real

- ❑ **Se analiza a partir de pruebas experimentales**
- ❑ **Causas de las diferencias entre los ciclos ideales y reales:**
 - Fugas.
 - Combustión incompleta.
 - Pérdidas de tiempo: en el proceso de combustión existe un frente de llama que tiene que recorrer toda la cámara de combustión para que la combustión se complete. El tiempo que tarda en recorrerse toda la cámara depende fundamentalmente de:
 - Naturaleza del combustible y dosado.
 - Forma y tamaño de la cámara de combustión.
 - Número y posición de bujías.
 - Condiciones operativas del motor.
 - La potencia y el rendimiento máximo se obtienen cuando la combustión está centrada respecto del PMS.

Ciclo Real

- **Combustión progresiva:** presión y temperatura a lo largo de la combustión, el rendimiento del proceso también varía dando lugar a pérdidas.
- **Pérdidas de calor:** es necesario refrigerar la cámara de combustión.
- **Punto de encendido:** para que la combustión se mantenga centrada al aumentar el régimen de giro es necesario aumentar el avance.
- **Presión de admisión:** al aumentar la presión de admisión aumenta la presión media indicada y por tanto la potencia.
- **Relación combustible/aire (dosado):** Mejora la potencia hasta valores del dosado relativo del orden de 1.15 y el rendimiento es mejor para valores del orden de 0.9.

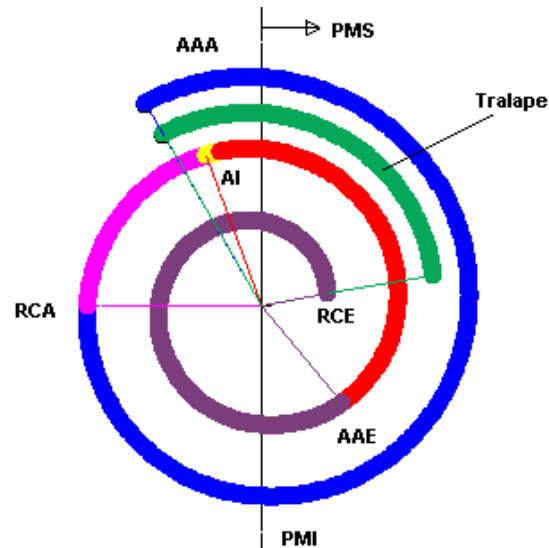


Diagrama de Distribución

Define aperturas y cierres de las válvulas

AAA:

- Favorece el inicio de admisión

RCA:

- Aprovecha inercia

AAE:

- Ayuda al vaciado espontáneo

RCE:

- Aprovecha inercia

