

MÁQUINAS

Trabajo: $W = \vec{F} * \vec{d}$ (N m = Julios) (producto escalar de los dos vectores)

Trabajo en rotación: $W = M * \theta$ (momento o par por ángulo de rotación)

Trabajo en fluidos: $W = p * S * d = p * \Delta V$

Energía: capacidad de realizar un trabajo

Energía mecánica (potencial + cinética): En un sistema se cumple que

$W = \Delta E_{mec}$ (W: trabajo externo realizado o recibido por el sistema)

$E_{c\ total} = E_{c} = 1/2 m v^2$ (mov translación) + $E_{c} = 1/2 I \omega^2$ (mov rotación)

Energía potencial elástica: $E_p = 1/2 K x^2$ (x= longitud natural – long comprimido)

Potencia: $P = W/t$ (Julios/s = w)

Potencia en desplazamientos lineales a $v = cte$ $P = F * v$

Potencia en rotación (motores): $P = M * \omega$ (velocidad en rad/s)

Potencia en fluidos (bombas): $P = p * Q$

Potencia eléctrica: $P = V * I$

1CV = 735 w

1kwh = 3,6 10⁶ J

Rendimiento de un sistema:

$\eta = W_{realizado} / W_{recibido} = \text{Potencia útil} / \text{Potencia absorbida}$

TERMODINÁMICA

Calor: o energía calorífica (1 J = 0,24 cal; 1cal =4,18 J)). Energía en tránsito

Energía calorífica de un combustible: $Q = m * H_c$ (masa * poder calorífico)

Energía calorífica aportada o desprendida al variar T^a : $Q = m * C_e * \Delta T$

C_e : calor específico (calor que es necesario aportar a 1 gr de cuerpo para que varíe 1 ° C su temperatura). $C_{e\ agua} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Temperatura: su variación nos permite conocer la variación de energía interna de un sistema. En el S.I. se mide en Kelvin $K = 273 + ^\circ\text{C}$

Primer principio En todo sistema termodinámico se cumple que $\Delta U = Q - W$

U : energía interna (debida a la energía química y la energía cinética de las partículas)

Q: calor absorbido es positivo, cedido es negativo.

W: trabajo realizado (expansión) es positivo, aportado al sistema (compresión) negativo

En una transformación isócora (a $v = cte$) $W = p * \Delta V = 0$

En una transformación isoterma (a $T = cte$) $\Delta U = 0 \Rightarrow Q = W = n * R * T * \ln(V_2/V_1)$

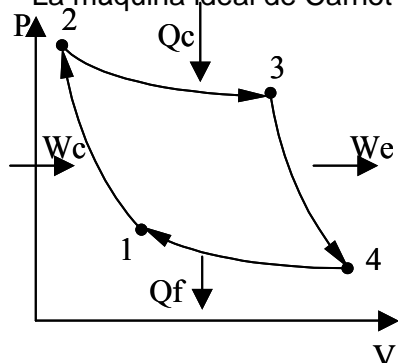
En una transformación adiabática $Q = 0 \Rightarrow \Delta U = - W$

Segundo principio: En toda transformación cíclica de un sistema $W = Q_c - Q_f$

(Es imposible que todo el calor absorbido por un sistema se convierta en trabajo, una parte se cede a un foco frío).

Máquina ideal de Carnot-ciclo ideal de Carnot:

La máquina ideal de Carnot consta de cuatro transformaciones termodinámicas:



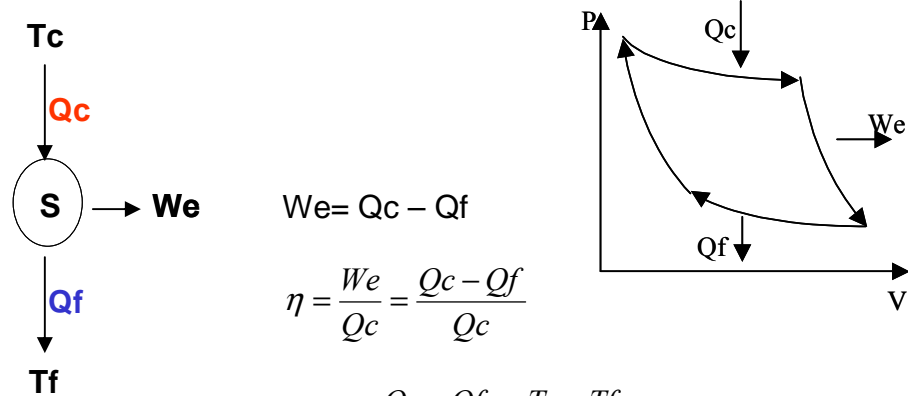
1-2: Compresión adiabática
2-3: Absorción de calor isoterma
3-4: Expansión adiabática
4-1: Cesión de calor isoterma

Al ser cíclico: parte y llega al mismo punto

$\Delta U = 0 \Rightarrow W = Q = Q_c - Q_f$

Segundo principio de la Termodinámica: Rendimiento ideal de máquinas térmicas y ciclo de Carnot

Máquinas térmicas: convierten calor en trabajo mecánico, aunque siempre se produce una pérdida por transferencia de calor del foco caliente al foco frío



$$W_e = Q_c - Q_f$$

$$\eta = \frac{W_e}{Q_c} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c}$$

$$\eta_{ideal} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c} = \frac{T_c - T_f}{T_c}$$

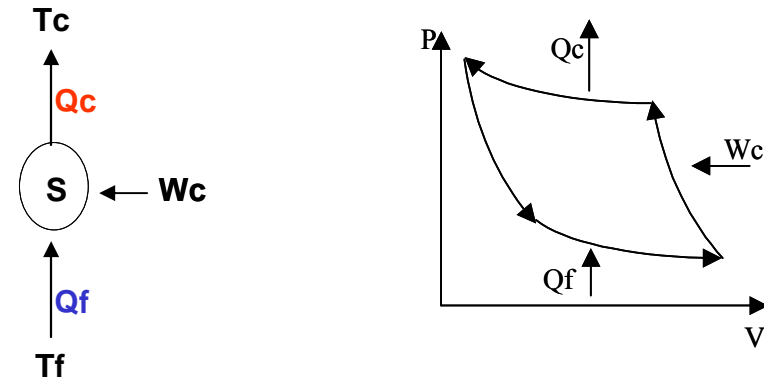
W_e : trabajo de expansión de los gases
 Q_c : calor absorbido en la combustión
 Q_f : calor cedido por los gases

Rendimiento de una máquina térmica: no todo el calor absorbido se convierte en trabajo de expansión de los gases (rendimiento térmico de la máquina) ni todo el trabajo de expansión de los gases se convierte en trabajo útil o movimiento final de la máquina (rendimiento mecánico). Hay dos tipos de pérdidas: térmicas (t) y mecánicas (m)

Calor absorbido $\xrightarrow{(t)}$ Trabajo indicado $\xrightarrow{(m)}$ Trabajo útil o efectivo
 Calor/t absorbido $\xrightarrow{(t)}$ Potencia indicada $\xrightarrow{(m)}$ Potencia útil o efectiva

$$\eta_{térmico} = \frac{W}{Q_c} = \frac{P_i}{Q_c} \quad \eta_{mec} = \frac{W_u}{W_i} = \frac{P_u}{P_i} \quad \eta_{total} = \frac{W_u}{Q_c} = \frac{P_u}{Q_c} =$$

Máquina frigorífica y bomba de calor: utilizan un trabajo mecánico para realizar una transferencia de calor de un foco frío a uno caliente.



W_c : trabajo realizado por el compresor
 Q_c : calor cedido al foco caliente
 Q_f : calor absorbido del foco frío

Máquina frigorífica

$$W_c = Q_c - Q_f$$

$$\epsilon = \frac{Q_f}{W_c} = \frac{Q_f}{Q_c - Q_f}$$

$$\epsilon_{ideal} = \frac{Q_f}{Q_c - Q_f} = \frac{T_f}{T_c - T_f}$$

Bomba de calor

$$W_c = Q_c - Q_f$$

$$\epsilon' = \frac{Q_c}{W_c} = \frac{Q_c}{Q_c - Q_f}$$

$$\epsilon'_{ideal} = \frac{Q_c}{Q_c - Q_f} = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

MÁQUINAS o MOTORES TÉRMICOS

Convierten energía térmica en energía mecánica, aplicando el segundo principio de la termodinámica ($W=Q_c-Q_f$).

Clasificación

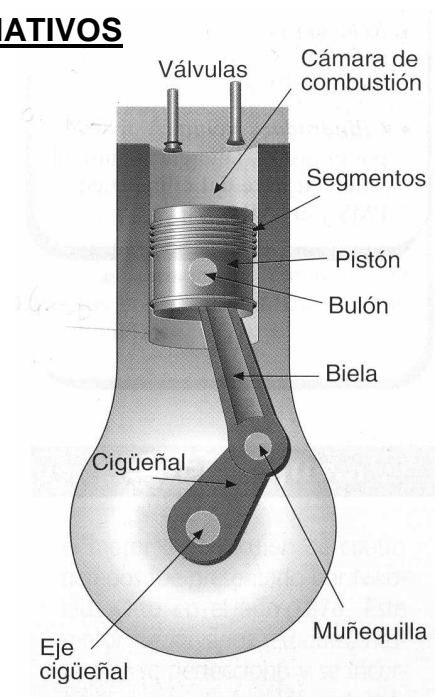
- **DE COMBUSTIÓN INTERNA** (la combustión se produce dentro del motor- en mismo lugar donde se encuentran alojados los mecanismos de transmisión y transformación del movimiento)
 - o ALTERNATIVOS (el movimiento producido es alternativo)
 - Motores de explosión o de encendido provocado (motores Otto) Ciclo Otto
 - Motores de combustión, de encendido por compresión (motores Diesel) Ciclo Diesel
 - o ROTATIVOS (el movimiento producido es rotativo)
 - Motor Wankel (motor rotativo volumétrico)
 - Turbinas de gas de ciclo abierto (motores de propulsión-aviación) Ciclo Brayton

- **DE COMBUSTIÓN EXTERNA** (la combustión se produce en el exterior del motor- en diferente lugar a donde se encuentran los mecanismos de transmisión del movimiento, siendo un fluido intermedio el encargado de provocar el movimiento de la máquina)
 - o ALTERNATIVOS
 - Máquina de vapor Ciclo Rankine
 - Motor Stirling
 - o ROTATIVOS
 - Turbinas de vapor (en centrales térmicas y nucleares) Ciclo Rankine
 - Turbinas de gas de ciclo cerrado (en plantas o industrias de cogeneración)

MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS

Partes

CULATA	Cámara de combustión
	Válvulas de admisión y escape
CILINDRO	Cámara
	Pistón unido a la biela por un bulón
CARTER	Cigüeñal unido a las bielas por codos



Principio de funcionamiento

El calor desprendido por la combustión en el interior de un cilindro provoca la expansión de los gases en su interior y el desplazamiento alternativo de un pistón, convirtiendo así la energía térmica del combustible en energía mecánica. Pueden ser de 2 o 4 tiempos y según la forma en la que se inicia la combustión pueden ser de encendido provocado o de explosión (motor Otto) o de encendido por compresión o de combustión (motor Diesel).

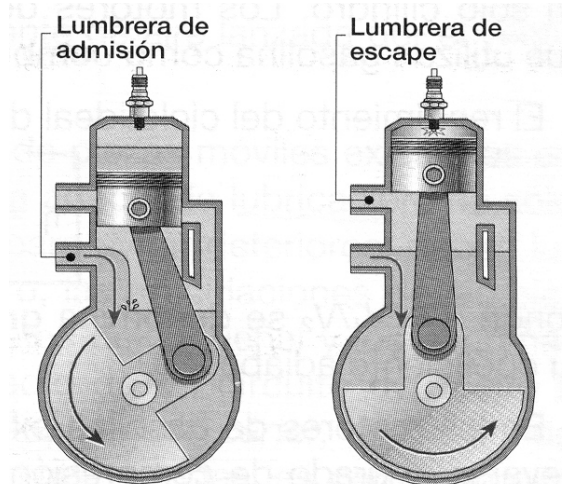
Principales diferencias

Motores de 4 tiempos: realizan un ciclo de trabajo útil en cuatro carreras del pistón o dos vueltas completas del cigüeñal.

Motor Otto: se produce la admisión de combustible y aire, se comprime la mezcla y una chispa provoca el encendido o inicio del proceso de combustión. En estos motores la Rc es menor que en los motores de combustión, ya que si la mezcla se comprime en exceso se produciría la detonación o explosión antes de que salte la chispa, disminuyendo el rendimiento del motor.

Motor Diesel: en el primer tiempo sólo se produce la admisión de aire, este se comprime y por tanto se eleva su temperatura y en ese momento se inyecta el combustible, produciéndose la ignición e inicio de la combustión, sin necesidad de provocarla mediante una chispa. En estos motores la Rc puede ser mayor al no existir peligro de detonación, por lo que pueden conseguir mayor potencia con menor consumo, pero obliga en su construcción a que sean más robustos, lo que a su vez hace que tengan una respuesta más lenta.

Motores de 2 tiempos: realizan un ciclo de trabajo útil en dos carreras del pistón o una vuelta completa del cigüeñal. Más sencillos en su construcción y mucho más ligeros que los anteriores, se emplean por tanto en motocicletas, motosierras,.... La lumbrera de admisión está comunicada con el carter por lo que el lubricante se mezcla con el combustible y el aire en cada admisión.

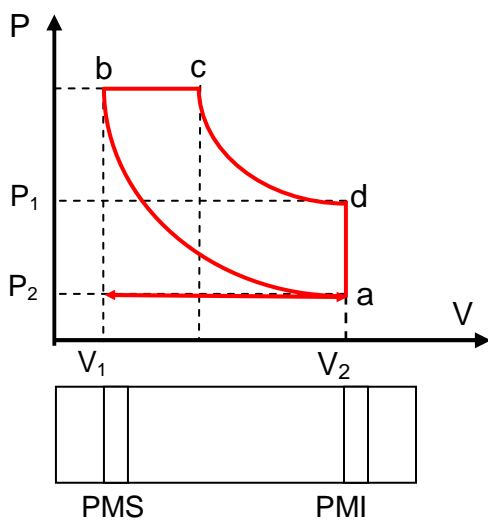


Sobrealimentación-TURBO: consiste en aumentar la potencia del motor al incrementar la cantidad de aire y combustible que se introduce en el cilindro en cada ciclo. Para ello hay que comprimir más el aire o la mezcla que se introduzca en el primer tiempo, empleando un compresor que a su vez es accionado por una turbina que se mueve por los gases de escape (turbo-compresor).

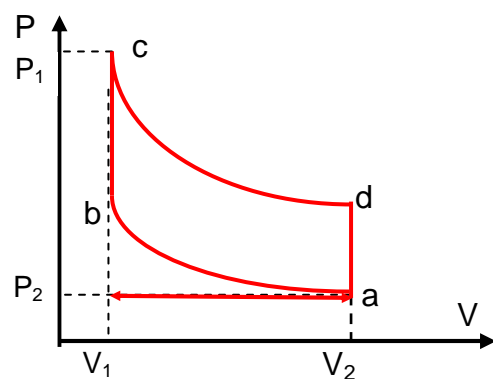
Tiempos motores de explosión y combustión

Tiempo		Explosión	Combustión
1 ^{er}	0-a	admisión de aire y gasolina	admisión de aire
2 ^o	a-b	compresión adiabática	
3 ^{er}	b-c	absorción isócora de calor (salta la chispa y se produce combustión y cesión de calor)	absorción isóbara de calor (se inyecta el combustible y debido a la elevada t^a se produce combustión y cesión de calor)
	c-d	expansión adiabática	
4 ^o	d-a	cesión de calor isócora	
	a-0	escape de los gases	

Ciclo ideal Diesel



Ciclo ideal Otto



El volumen del cilindro es la superficie del pistón (S) por su carrera (L), luego

$$V_u = V_2 - V_1 = S * L$$

Cilindrada: $V = n * V_u$ (siendo n el número de cilindros)

Relación de compresión $R_c = V_2/V_1$ (R_c motor Otto (<5) \ll R_c motor Diesel (>10))

Útil que realiza cada cilindro será: $W_u = F * L$ (siendo F la fuerza con que los gases empujan el pistón y L su carrera). Cada cilindro realiza un trabajo útil cada 2 vueltas completas del cigüeñal o cada cuatro carreras del pistón).

CONVERSIÓN DE UNIDADES

De energía o trabajo:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

$$1 \text{ CVh} = 735 * 3600 \text{ J}$$

$$1 \text{ Kwh} = 10^3 * 3600 \text{ J}$$

De potencia:

$$1 \text{ CV} = 735 \text{ w}$$

OTRAS FÓRMULAS PARA LOS PROBLEMAS

Potencia útil: $P_u = M * \omega$ (M: par motor, ω : velocidad de giro del cigüeñal)

En el caso de móviles a velocidad constante (despreciando el rozamiento) : $P_u = F * v$

Consumo efectivo de combustible (G) : expresa la cantidad de combustible que consume la máquina por unidad de trabajo útil realizado:

$$G = \frac{m}{W_u}$$

Calor suministrado por el combustible: $Q_c = m * H_c$ (m: masa; Hc: poder calorífico)

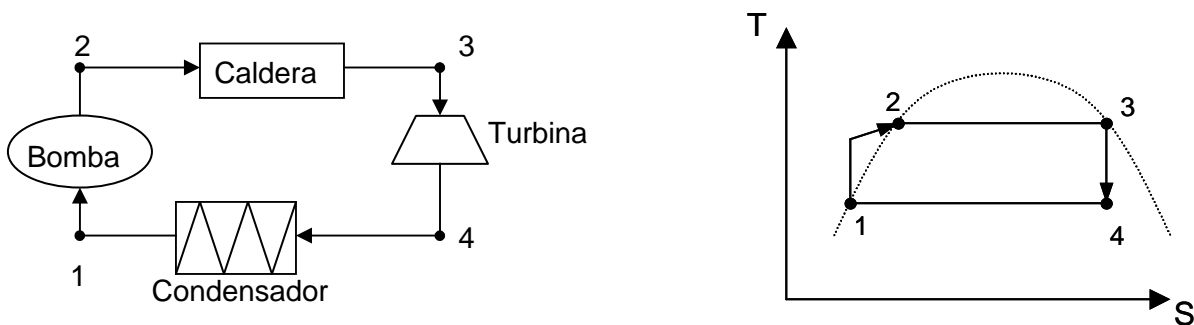
Por tanto en caso de conocer G y Hc, el rendimiento de la máquina será:

$$\eta = \frac{W_u}{Q_c} = \frac{W_u}{m * H_c} = \frac{1}{G * H_c}$$

TURBINAS DE VAPOR

Partes: Constan de una **caldera** donde se calienta el agua que se convierte en vapor y es llevada hasta el lugar donde se encuentra la **turbina**, el vapor de agua mueve los alabes o hélices de esta y es llevado nuevamente a un **condensador** que condensa el vapor en agua, conducida a la caldera gracias a una **bomba**.

Principio de funcionamiento: Utilizan como fluido intermedio el agua, en sus fases de líquido y vapor. Su principio de funcionamiento se basa en la adaptación del ciclo de Carnot (llamado Ciclo Rankine) para aprovechar la expansión del vapor de agua y reducir el trabajo de compresión al condensar posteriormente este a estado líquido. Estas turbinas tienen óptimos rendimientos para potencias elevadas por lo que se usan principalmente en centrales térmicas y nucleares para la producción de energía eléctrica o en altos hornos.



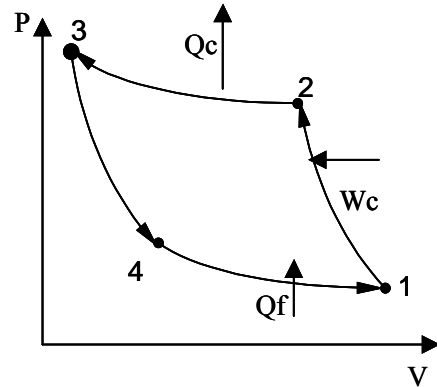
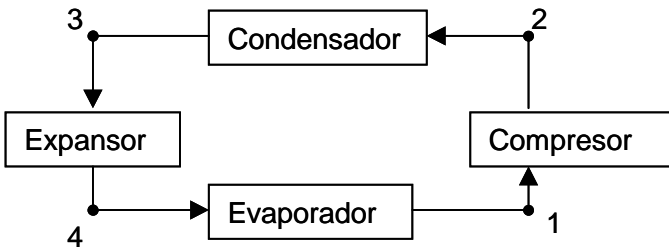
Fases del ciclo termodinámico ideal de Rankine:

Fase	Lugar	Descripción
1-2	Bomba	Compresión del agua-se introduce en la caldera
2-3	Caldera	Absorción de calor (el agua se evapora)
3-4	Turbina	Expansión del vapor de agua que provoca el movimiento de los alabes de la turbina
4-1	Condensador	Condensación del vapor de agua

MÁQUINA FRIGORÍFICA Y BOMBA DE CALOR

Utilizan como principio de funcionamiento el ciclo inverso de Carnot: aportando un trabajo a un sistema podemos absorber cierta cantidad de calor de un foco frío y cederlo a uno caliente.

- Máquina frigorífica: su objetivo es extraer la máxima cantidad de calor de un foco frío (el interior del frigorífico)
- Bomba de calor: su objetivo es aportar la mayor cantidad posible de calor a un recinto.



Elementos:

Compresor: aporta el trabajo necesario al sistema (W_c)

Evaporador: encargado de absorber calor del foco frío (Q_f)

Condensador: encargado de ceder calor al foco caliente (Q_c)

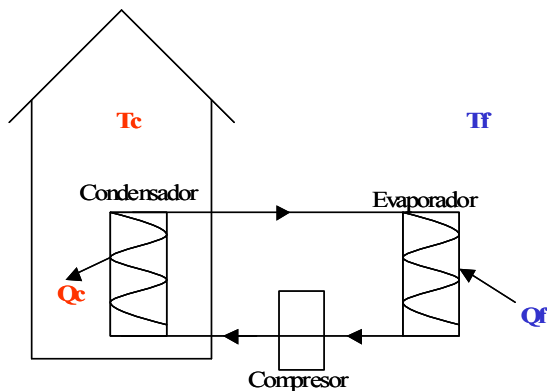
Sistema de expansión: encargado de expandir el fluido antes de su evaporación.

Funcionamiento: el sistema está formado por un sistema de conducción de un fluido que se evapora (absorbe calor del foco frío) y se condensa (cede calor al foco caliente), realizando para ello un trabajo de compresión.

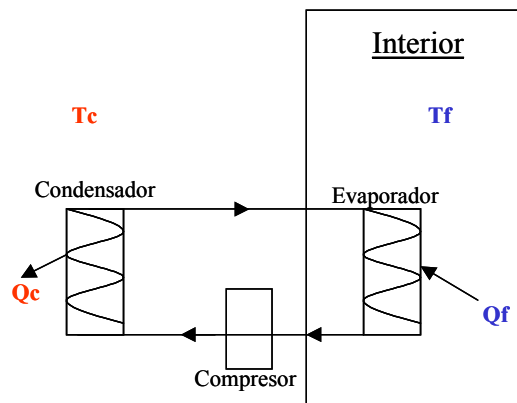
La diferencia entre la bomba de calor y la máquina frigorífica radica en el lugar en que se encuentra situado el serpentín que hace de condensador y de evaporador.

BOMBA DE CALOR REVERSIBLE (CLIMATIZADOR)

Bomba de calor



Máquina frigorífica (aire acondicionado)



Los sistemas de climatización que nos aportan calor en invierno y frío en verano (como por ejemplo en un coche), serían un ejemplo de una bomba de calor reversible, el mismo serpentín actúa según el caso como condensador o evaporador. El trabajo de compresión nos permite condensar el fluido a elevadas temperaturas y gracias a la expansión y la utilización de fluidos refrigerantes podemos evaporar el mismo fluido a bajas temperaturas. Una válvula nos permite invertir el movimiento del fluido.