



CAPITULO VII

CICLO DE MÁQUINAS A GAS

1. Fundamentos

- 1) Motor térmico: Se denomina motor térmico o máquina térmica a un sistema mecánico que nos suministra trabajo a partir de un fluido que evoluciona según un ciclo pre establecido, a este fluido se le cede una cantidad Q de calor. Se aplica el 2do P.T.
- 2) Rendimiento térmico: Es la relación entre el equivalente térmico del trabajo obtenido y el calor total cedido a la máquina térmica.

$$\eta_r = \frac{AL}{Q}$$

L: Trabajo obtenido

Q: calor cedido

2da P.T.: Es imposible transformar todo el calor cedido a la máquina en trabajo.

2. Motor Térmico de Combustión Externa: Es aquel motor en que el fluido que sufre la combustión (liberación de la energía química del combustible) no es el mismo fluido que actúa en la máquina, habiendo necesidad de una superficie para el intercambio de energía térmica entre el fluido que sufre la combustión y el fluido operante.

- 1) Ciclo Stirling

- 2) Ciclo Ericsson

OBS: El fluido que realiza el ciclo en una máquina térmica puede tener dos comportamientos:

- Intermitente o pulsos: Máquinas a embolos. (pistones)
- Continuo: Máquinas rotativas o turbinas.

3. Motor Térmico de Combustión Interna: Se caracteriza por el hecho de que el fluido operante es el propio fluido que sufre la combustión.

Principales ciclos:

- 1) Ciclo OTTO (Blanc de Rochas)

Representación gráfica

2 transformaciones adiabáticas

2 transformaciones isométricas

Característica fundamental básica: El fluido admitido es una mezcla de aire y combustible y se realiza en una medida estequiométrica, que es la mejor relación entre el aire y el combustible, para una quema total del combustible.

Descripción:

AM Aspiración del fluido compuesto de combustible y aire para dentro del cilindro.

1-2 Compresión teóricamente adiabática de la mezcla hasta el final del curso del embolo.

2-3 Combustión teóricamente a $v = \text{cte}$, por la rapidez con que se realiza la combustión, es cuando ocurre la liberación de la energía química del combustible, permitiendo la elevación de la presión a valores apreciables en el punto 3, entrega de Q_1 .



3-4 Expansión teóricamente adiabática de los gases quemados, fase motora, dislocando el embolo de un extremo a otro de su curso, del P.M.I. al P.M.S. (Punto muerto inferior al superior).

4-1 Expulsión de los gases quemados debido a la abertura de la valvula de escape, ocasion en que se entrega al medio la cantidad de calor Q_2 , teóricamente a $v=cte$. M-A Barrido del cilindro por el dislocamiento del piston de un extremo a otro de su curso, expulsando los gases quemados residuales, dislocamiento desde el P.M.S. al P.M.I.

Relación de Compresión:

Es el cociente del volumen total del cilindro V_1 , y el volumen de la cmara de combustion V_2 .

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

En los motores mas usuales, a Nafta, la relación de compresión es de 5:1, 7:1 y $P_2 = 14$ a 20 atm.

Rendimiento Térmico

$$\eta_T = \frac{AL}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\eta_{T_{otto}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

$k=1,4$ (exp. Adiab.)

$$Q_1 = C_v(t_3 - t_2)$$

$$Q_2 = C_v(t_4 - t_1)$$

Diagrama Real

2) Ciclo Diesel

2 Transf. Adiabática

- compresión del aire
- expansión de los gases quemado (fase motora)

1 Transf. Isobárica

- combustión (expansión)

1 Transf. Isométrica

- expulsión de los gases quemados

Característica básica: El fluido admitido es el aire

- Relación de compresión

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

- Relación de Inyección

$$\phi = \frac{V_3}{V_2}$$



- Rendimiento térmico

$$\eta_T = \frac{AL}{Q_1} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \frac{\varphi^k - 1}{k(\varphi - 1)}$$

$\varepsilon = 14$ a 17

$\varphi = 2$ a 5

η_T es mayor cuando $\eta_T > \varepsilon$, $\eta_T < \varphi$

3) Ciclo Joule – Brayton

Descripción

1-2 Compresión adiabática del aire en el compresor

2-3 Combustion teóricamente a $p = \text{cte}$ en la cámara de combustión, donde ocurre la inyección de combustión

3-4 Expansión adiabática en la turbina donde los gases quemados después de aumentar enormemente su energía cinética pasando por bocales, transmiten al eje de la turbina (rotor), energía suficiente para el trabajo del compresor y el trabajo útil.

4-1 Resfriamiento a $p = \text{cte}$, donde hay liberación de energía térmica Q_2 .

- Relación de compresión

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} \quad r_p = \frac{P_2}{P_1}$$

- Rendimiento térmico

$$\eta_T = 1 - \frac{1}{r_p^{\frac{k-1}{k}}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

- Condición para trabajo máximo

$$T_2 = T_1 T_3$$

4) Ciclo regenerativo de Joule-Brayton

4. Ejercicios

- 1) Considerando ciclo diesel ideal, de cuatro tiempos, simple efecto, presión de admisión $P_1 = 0,9 \text{ atm}$, $t_1 = 47^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 12$, $\varphi = 2$.

Calcular los parámetros de todos los vértices de las transformaciones del ciclo Diesel, considerando solo las transformaciones del aire durante todo el ciclo (desconsiderar la inyección de combustible) y que los calores específicos son constantes. Calcular también el rendimiento del ciclo.