



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel



Martín Bárcenas



Facultad de Ingeniería

División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel



Martín Bárcenas



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel



Martín Bárcenas



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

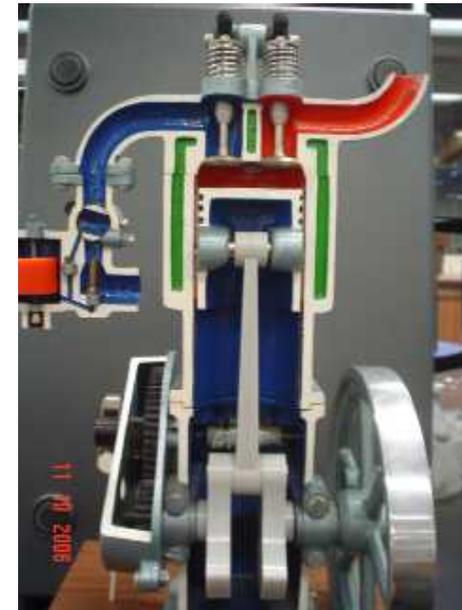
Ciclo de Diesel



Admisión



Inicio compresión



Fin de compresión



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel



Combustión



Expansión



Escape de gases

Martín Bárcenas



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

0 → 1 Admisión (Proceso Isobárico): Se supone que la circulación de los gases desde la atmósfera al interior del cilindro se realiza sin rozamiento y, por tanto, la presión en el interior del cilindro durante toda esta carrera se mantiene constante e igual a la atmosférica.

1 → 2 Compresión adiabática: Se supone que, como se realiza muy rápidamente, el fluido de trabajo no intercambia calor con el medio exterior, por lo que el proceso puede ser considerado adiabático.



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

2 → 3 Combustión (Isobara): Por la temperatura alta del aire al inyectarse el combustible se produce una combustión instantánea, produciendo una cantidad de calor Q_A . Se considera un proceso a presión constante y una variación de volumen ya que se inyecta el combustible.

3 → 4 Expansión adiabática: Se supone que debido a la rapidez de giro del motor los gases quemados no tienen tiempo para intercambiar calor con el medio exterior, por lo que se puede considerar que sufren un proceso adiabático.



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

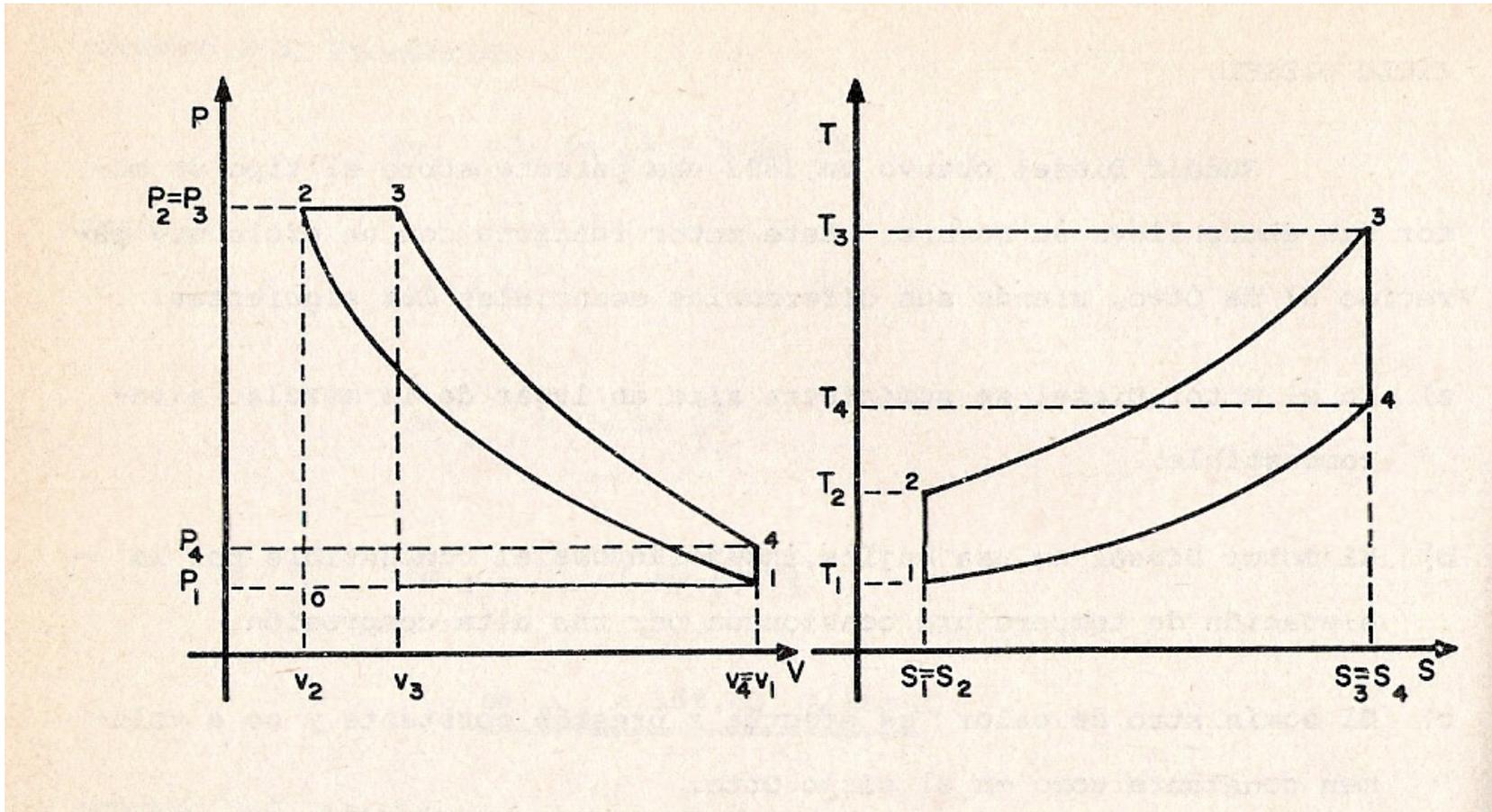
4 → 1 Primera fase del escape (Isócora): Se supone una apertura instantánea de la válvula de escape, lo que genera una salida tan súbita de gases del interior del cilindro y una pérdida de calor Q_B que permite considerar un proceso a volumen constante.

1 → 0 Segunda fase del escape (Isobara): El pistón al desplazarse hacia el PMS provoca la expulsión de gases remanentes en el interior del cilindro, y se supone que los gases quemados no ofrecen resistencia alguna para salir a la atmósfera, por lo que la presión en el interior del cilindro se mantiene constante e igual a la atmosférica.



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Diagramas v, P y s, T



Martín Bárcenas



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

Cálculo de la eficiencia

El ciclo idealizado que se analiza aquí, supone que la sustancia de trabajo es un gas ideal y no una mezcla aire combustible como ocurre en la realidad. Analizaremos los procesos con la finalidad de encontrar la eficiencia del ciclo.

$$\eta = \frac{W_{\text{neto}}}{Q_{\text{sum}}}$$



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

En el proceso $2 \rightarrow 3$ el sistema recibe calor :

$${}_2Q_3 = mc_p(T_3 - T_2)$$

En el proceso $4 \rightarrow 1$ el sistema transmite calor al medio ambiente:

$${}_4Q_1 = mc_v(T_1 - T_4)$$

$$W_{\text{neto}} = |{}_2Q_3| - |{}_4Q_1|$$



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Desarrollando la expresión de la eficiencia tenemos:

$$\eta = \frac{|{}_2Q_3| - |{}_4Q_1|}{|{}_2Q_3|} = 1 - \frac{mc_v(T_4 - T_1)}{mc_p(T_3 - T_2)}$$

Si definimos la relación de compresión como: $r = \frac{V_1}{V_2}$

Recordando la expresión del índice adiabático: $k = \frac{C_p}{C_v}$

$$\eta = 1 - \frac{1}{r^{k-1}} \left[\frac{r_a^k - 1}{k(r_a - 1)} \right]$$

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



Ciclo de Diesel

Cálculo de la entropía del ciclo de Diesel

El ciclo idealizado que se analiza aquí, supone que la sustancia de trabajo es un gas ideal., además consideramos que los procesos son reversibles.

El proceso $1 \rightarrow 2$ es adiabático por lo que : ${}_1\Delta S_2 = 0$

El proceso $2 \rightarrow 3$ es isobárico por lo que :

$${}_2\Delta S_3 = mc_p \ln \frac{T_3}{T_2} - mR \ln \frac{P_3}{P_2}$$



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

pero $P_3 = P_2$, por lo que:

$${}_2\Delta S_3 = mc_p \ln \frac{T_3}{T_2}$$

El proceso $3 \rightarrow 4$ es adiabático por lo que : ${}_3\Delta S_4 = 0$

El proceso $4 \rightarrow 1$ es isométrico por lo que :

$${}_4\Delta S_1 = mc_v \ln \frac{T_1}{T_4} + mR \ln \frac{V_1}{V_4}$$

pero $V_4 = V_1$, por lo que:

$${}_4\Delta S_1 = mc_v \ln \frac{T_1}{T_4}$$



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

Además, como se trata de un ciclo ideal reversible entonces:

$${}_4\Delta S_1 = mc_v \ln \frac{T_1}{T_4} = -{}_2\Delta S_3$$



Facultad de Ingeniería División de Ciencias Básicas

Ciclo de Diesel

Ejemplo: Una máquina que opera con el ciclo de Diesel tiene una relación de compresión de 10, el volumen específico en el estado 3 es de 0.151 m³/kg, la presión y la temperatura en la admisión de aire al cilindro son de 1 bar y 5 °C. Calcular:

- La temperatura al finalizar la combustión
- El calor suministrado al ciclo en cada unidad de masa
- El trabajo por cada unidad de masa que entrega el ciclo
- La eficiencia térmica del ciclo.
- La variación de entropía en cada proceso

Datos complementarios:

$$c_p = 1004 \text{ J/kgK}, c_v = 717 \text{ J/kgK}, R = 287 \text{ J/kgK}, k = 1.4$$