

# Problema 8

Elías López Rivera <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Física y Matemáticas.

{<sup>1</sup> elopezr2300}@alumno.ipn.mx

27 de junio de 2024

## 1. Enunciado

a) Demuestra que la eficiencia para el ciclo Diesel, Representado en la figura de abajo, esta dado por:

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma} \frac{(1/r_e)^\gamma - (1/r_c)^\gamma}{(1/r_e) - (1/r_c)} \quad r_e = \frac{V_1}{V_3} \quad r_c = \frac{V_1}{V_2} \quad \gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

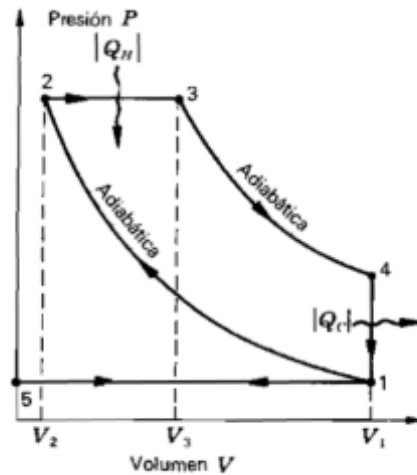


Figura 1: Ciclo Diesel

b) Calcule la eficiencia de un ciclo Diesel para valores  $r_e = 5$ ,  $r_c = 15$ ,  $\gamma = 1,5$

## 2. Solución

a) Tenemos que la eficiencia de un ciclo es:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_s}$$

Como se trata de un ciclo obtenemos que  $\Delta U = 0 = Q - W \implies Q = |W|$ , de la imagen puede obtenerse que  $Q = Q_H - |Q_C|$  y  $Q_s = Q_H$ , sustituyendo:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H}$$

Tenemos que el proceso (2-3) es un proceso *isobárico*, que absorbe calor, por tanto

$$Q_H = m C_p \Delta T_{2-3}$$

Mientras tanto el proceso (4-1) es un proceso *isocórico*, que libera calor, por tanto

$$|Q_C| = m C_v |\Delta T_{4-1}|$$

Sustituyendo:

$$\eta = 1 - \frac{m C_v |\Delta T_{4-1}|}{m C_p \Delta T_{2-3}}$$

Recordando  $\gamma = C_p/C_v$ , se sigue:

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma} \frac{|\Delta T_{4-1}|}{\Delta T_{2-3}}$$

De (1,2) tenemos:

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \implies T_2 = T_1 \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{1-\gamma}$$

De (2,3) tenemos:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \implies T_3 = \frac{V_3}{V_2} T_2 \implies T_3 = \frac{V_3}{V_2} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{1-\gamma} T_1$$

Por tanto se tiene que :

$$\Delta T_{2-3} = T_3 - T_2 = T_1 \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{1-\gamma} \left( \frac{V_3}{V_2} - 1 \right) = \frac{T_1}{V_2^\gamma V_1^{1-\gamma}} (V_3 - V_2)$$

De (3-4) se tiene que :

$$T_4 = T_3 \left( \frac{V_1}{V_3} \right)^{1-\gamma} = T_1 \frac{V_3}{V_2} \left( \frac{V_2 V_1}{V_1 V_3} \right)^{1-\gamma} = T_1 \left( \frac{V_3}{V_2} \right)^\gamma$$

Reduciendo:

$$|\Delta T_{4-1}| = T_4 - T_1 = T_1 \left( \frac{V_3^\gamma - V_2^\gamma}{V_2^\gamma} \right)$$

Finalmente:

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma} \frac{T_1 (V_3^\gamma - V_2^\gamma)}{V_2^\gamma} \frac{V_2^\gamma V_1^{1-\gamma}}{T_1 (V_3 - V_2)} = 1 - \frac{1}{\gamma} \frac{V_3^\gamma - V_2^\gamma}{V_3 - V_2} V_1^{1-\gamma} = 1 - \frac{1}{\gamma} \frac{(V_3/V_1)^\gamma - (V_2/V_1)^\gamma}{(V_3/V_1) - (V_2/V_1)}$$

b) Valuando:

$$\eta = 1 - \frac{1}{1,5} \frac{(1/5)^{1,5} - (1/15)^{1,5}}{(1/5) - (1/15)} = 0,6388527011$$