

PEL - TEMA 2 - PROBLEMA 1

Pasamos los datos útiles a SI:

$$\begin{aligned} t_B &= 520 \text{ s} \\ h &= 160900 \text{ m} \\ \varepsilon &= 77:1 \\ D_s &= 2.30 \text{ m} \\ \gamma &= 1.25 \\ P_c &= 20.684 \text{ MPa} \\ T_c &= 638.15 \text{ K} \\ R &= 602.57 \text{ J/kg}\cdot\text{K} \\ \Gamma(\gamma) &= 0.658 \end{aligned}$$

a) Calcular el parámetro de velocidad característica, c^* :

$$c^* = \frac{\sqrt{RT_c}}{\Gamma(\gamma)} = 942.32 \text{ m/s} //$$

b) El gasto másico de gases a través de la tobera:

primero calculamos el área de salida, A_s

$$A_s = (D_s/2)^2 \cdot \pi = 4.154 \text{ m}^2$$

con esto podemos calcular A_g

$$A_g = \frac{A_s}{\varepsilon} = 0.054 \text{ m}^2$$

y llegamos al gasto másico, \dot{m}

$$\dot{m} = \frac{P_c A_g}{c^*} = 1183.12 \text{ kg/s} //$$

c) El número de Mach a la salida de la tobera:

encontramos $\frac{P_s}{P_c}$ de $\varepsilon = \frac{\Gamma(\gamma)}{\left(\frac{P_s}{P_c}\right)^{1/\gamma} \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{P_s}{P_c}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]}}$

de esta forma $\frac{P_s}{P_c} = 7.289 \cdot 10^{-4}$

y utilizamos la relación entre presión de cámara y de salida para un flujo isentrópico $\frac{P_c}{P_s} = \left[1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$

y llegamos a $M = 5.09 //$

d) La altitud de diseño de la tobera:

si consideramos una atmósfera estándar, y que $P_s = P_{amb}$, usando las tablas podemos determinar que 13.5 km es la altitud de diseño.

e) El coeficiente de empuje ideal, C_{Ei} y el empuje ideal, E_i :

consideramos que $C_{Ei} = C_{Eadap}$, de modo que $C_{Ei} = \Gamma(\gamma) \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{P_s}{P_c}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]} = 1.819$

de este modo, $E_i = C_{Ei} P_c A_g = 2031.7 \text{ kN}$

$$\therefore C_{Ei} = 1.819 //$$

$$E_i = 2031.7 \text{ kN} //$$

f) El impulso específico del motor en vacío:

primero encontramos el coeficiente de empuje en vacío, $C_{Evac} = \Gamma(\gamma) \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{P_s}{P_c}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]} = 1.875$

entonces, $I_{spvac} = C^* C_{Evac} = 1766.96 \text{ m/s} //$

g) La velocidad de salida de los gases a nivel del mar:

$$V_{sdl} = \left[\frac{2\gamma}{\gamma-1} RT_c \left[1 - \left(\frac{P_s}{P_c} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] \right]^{1/2} = 1714.25 \text{ m/s} //$$