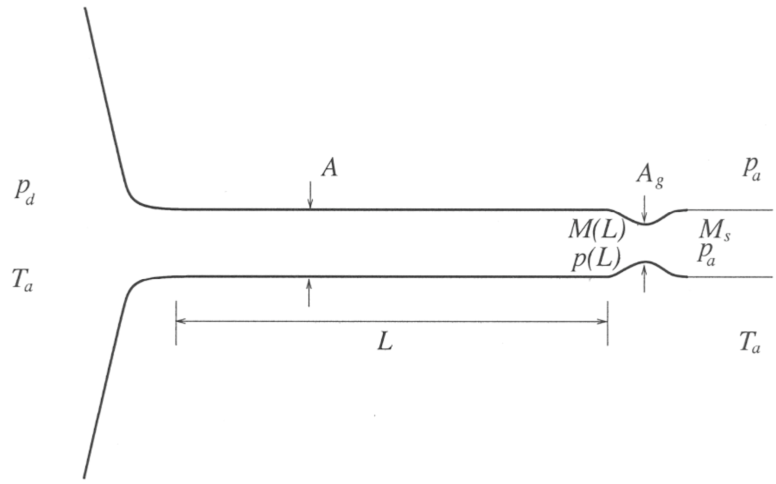
INGENIERÍA DE FLUIDOS 25-1-07

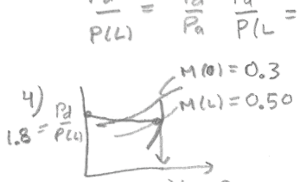
P1) El depósito de aire de la figura adjunta descarga a la atmósfera a través de un conducto de diámetro $D$ aislado térmicamente en cuya parte final se encuentra conectada una tobera convergente-divergente, cuyo área de salida coincide con el área del conducto $A = \pi D^2/4$ y cuya garganta tiene un área $A_g/A = 0.746$. Se sabe que el movimiento en el conducto es turbulento sin influencia de la viscosidad en la perdida de carga. La presión en el depósito y su temperatura son, respectivamente, $p_d = 7.5\ p_a$ y $T_d = T_a$, donde $p_a$ y $T_a$ son los valores ambiente. Se quiere determinar la longitud del conducto $L$ necesaria para que la tobera se encuentre adaptada, esto es, para que el aire descargue a la atmósfera como un chorro supersónico a presión $p_s = p_a$. Para el cálculo se pide:

1. Suponiendo que el movimiento en la tobera corresponde al de un fluido ideal, determinar el valor de $p_a/p_o(L)$ y $p(L)/p_o(L)$, siendo $p_o(L)$ el valor de la presión de remanso en la tobera y $p(L)$ el valor de la presión en la salida del conducto (entrada de la tobera).
2. Haciendo uso de la información anterior, calcular el cociente de presiones $p_d/p(L)$.
3. Obtener el valor del número de Mach en la salida y entrada de la tobera $M_s$ y $M(L)$.
4. Determinar el valor de $2\lambda L/D$, así como el valor del número de Mach a la entrada del conducto $M(0)$.
5. Calcular el gasto que circula por el conducto, dando el resultado en la forma $G/[Ap_d\sqrt{\gamma/(R_gT_d)}]$.
6. Obtener la temperatura del aire a la salida de la tobera, dando el resultado en la forma $T_s/T_a$.




1) como $A_g = A^* \rightarrow \frac{A^*}{A} = 0.746$ → $M(L) = 0.50$, $\frac{p(L)}{p_o(L)} = 0.843$
3) → $M_s = 1.70$, $\frac{p_a}{p_o(L)} = 0.202$

2) $$\frac{p_d}{p(L)} = \frac{p_d}{p_a}\frac{p_a}{p(L)} = \frac{p_d}{p_a}\frac{p_a/p_o(L)}{p(L)/p_o(L)} = 7.5 \times \frac{0.202}{0.843} \simeq 1.797$$

4) 

$\frac{2\lambda L}{D} = 8.5$

5) $$\boxed{\frac{G}{\rho_d a_d A}} = \frac{G}{A\,p_d\sqrt{\gamma/(R_g T_d)}} = \frac{M(0)}{\left(1+\frac{\gamma-1}{2}M^2(0)\right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}} = \boxed{0.284}$$

6) $$\boxed{\frac{T_s}{T_a}} = \frac{T_s}{T_d} = \frac{T_s}{T_{o_s}} = \frac{1}{1+\frac{\gamma-1}{2}M_s^2} = \boxed{0.634}$$