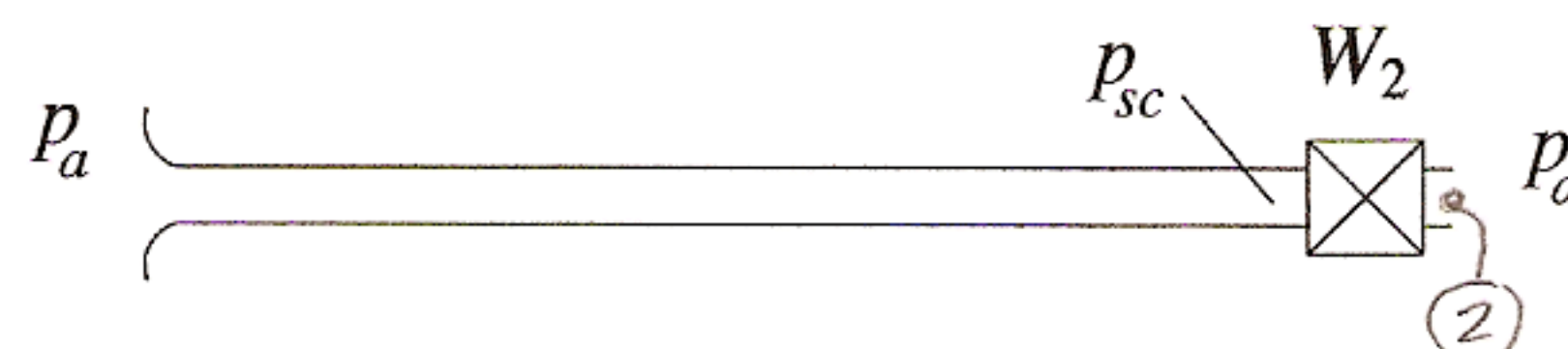
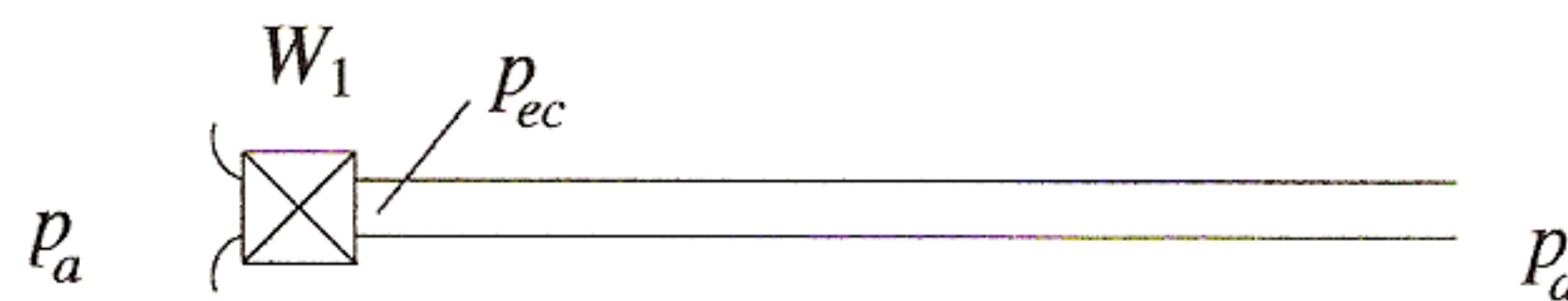


Para transportar un gasto de aire  $G$  a lo largo de un conducto de longitud  $L$  y diámetro  $D$  se va a hacer uso de un compresor de potencia  $W$ . Se quiere saber si conviene instalar el compresor en el punto de origen o en el punto de destino, para lo que se pide determinar cual de las dos instalaciones requiere una potencia de compresor mayor. Suponga en el cálculo que los compresores se comportan como ideales y que el movimiento en los conductos es turbulento con un factor de fricción  $\lambda$  tal que  $\lambda L/D \gg 1$ . Para el estudio, se sugiere seguir los siguientes pasos:

1. En el primer caso, obtenga los valores de la presión a la entrada del conducto  $p_{ec}$  y de la potencia  $W_1$  necesaria para operar la instalación, expresando el resultado en la forma  $p_{ec}/p_a$  y  $W_1/[\rho_a a_a A h_a (\lambda L/D)^{-1/2}]$  en función del gasto adimensional  $g = G/[\rho_a a_a A (\lambda L/D)^{-1/2}]$ , donde  $A = \pi D^2/4$  es el área del conducto y el subíndice  $a$  hace referencia a las propiedades termodinámicas en el ambiente.
2. Determine una expresión simplificada para  $W_1$  en los casos  $g \ll 1$  y  $g \gg 1$ .
3. En el segundo caso, calcule los valores de la presión a la salida del conducto  $p_{sc}$  y de la potencia  $W_2$  necesaria para operar la instalación, expresando el resultado en la forma  $p_{sc}/p_a$  y  $W_2/[\rho_a a_a A h_a (\lambda L/D)^{-1/2}]$  en función de  $g$ .
4. Determine una expresión simplificada para  $W_2$  en el caso  $g \ll 1$ , así como el valor máximo del gasto que se puede alcanzar.
5. Discuta cual de las dos configuraciones es más conveniente.



1)  $\frac{\lambda L}{D} \gg 1$ , EN EL CONDUCTO  $T \approx T_a$  y  $M \ll 1$   $\frac{d}{ds} \left( \frac{U^2}{2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{dP}{ds} = -\frac{\lambda}{D} \frac{U^2}{2} \rightarrow \frac{dP}{ds} = -\frac{\lambda}{D} \frac{G^2}{A^2}$

$\rightarrow p_{ec}^2 - p_a^2 = \frac{\lambda L}{D} R_g T_a \left( \frac{G}{A} \right)^2 \Rightarrow \left( \frac{p_{ec}}{p_a} \right)^2 = 1 + \frac{\lambda L}{D} \frac{R_g T_a}{p_a^2} \left( \frac{G}{A} \right)^2 = 1 + \gamma \frac{\lambda L}{D} \left( \frac{G}{\rho_a a_a A} \right)^2 = 1 + \gamma g^2$

COMPRESOR  $W_1 = G \left[ \left( h_{ec} + \frac{U_{ec}^2}{2} \right) - h_a \right] = G h_a \left[ \left( \frac{p_{ec}}{p_a} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right] \Rightarrow \frac{W_1}{\rho_a a_a h_a A \left( \frac{\lambda L}{D} \right)^{-1/2}} = g \left[ (1 + \gamma g^2)^{\frac{\gamma-1}{2\gamma}} - 1 \right]$

2)  $g \ll 1$   $\frac{W_1}{\rho_a a_a h_a A \left( \frac{\lambda L}{D} \right)^{-1/2}} = \frac{\gamma-1}{2} g^3$ ,  $g \gg 1$ ,  $\frac{W_1}{\rho_a a_a h_a A \left( \frac{\lambda L}{D} \right)^{-1/2}} = \gamma^{\frac{\gamma-1}{2\gamma}} g^{\frac{2\gamma-1}{2\gamma}}$

3)  $p_a^2 - p_{sc}^2 = \frac{\lambda L}{D} R_g T_a \left( \frac{G}{A} \right)^2 \Rightarrow \left( \frac{p_{sc}}{p_a} \right)^2 = 1 - \gamma g^2$ ,  $W_2 = G \left[ \left( h_2 + \frac{U_2^2}{2} \right) - \left( h_{sc} + \frac{U_{sc}^2}{2} \right) \right] = G h_{sc} \left[ \left( \frac{p_a}{p_{sc}} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right]$   $C_p T_{sc} = C_p T_a = h_a$

4)  $g \ll 1$ ,  $\frac{W_2}{\rho_a a_a h_a A \left( \frac{\lambda L}{D} \right)^{-1/2}} = \frac{\gamma-1}{2} g^3$ ,  $\frac{W_2}{\rho_a a_a h_a A \left( \frac{\lambda L}{D} \right)^{-1/2}} = g \left[ \left( \frac{1}{1 - \gamma g^2} \right)^{\frac{\gamma-1}{2\gamma}} - 1 \right]$

5) LA POTENCIA REQUERIDA ES MENOR CUANDO SE INSTALA EL COMPRESOR EN ORIGEN.