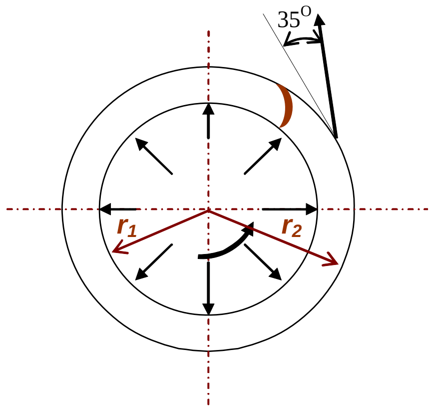
Problema 3. El soplador centrífugo que se muestra esquemáticamente en la figura tiene una razón de radio interno a radio externo de 0.75 y el radio externo es 5 pies. Los álabes tienen 3.5 pies de ancho. El soplador rota a 40 rpm y se admiten 1330 pies³/s de aire al radio interior e los álabes en una dirección radial como se muestra en la figura. La dirección del aire que sale del impulsor es 35º con respecto a la periferia como se ve desde el terreno. Si la densidad el aire en A es 0.08 lbm/pie³, y en la periferia de salida es 0.085 lbm/pie³, ¿Cuál es el valor de la velocidad de salida del impulsor y cuales son el Torque y la Potencia requeridos para mover el soplador?

RESOLUCION



DATOS:

$\mathbf{r}_2 := 5$

$\mathbf{r}_1 := 0.75 \cdot \mathbf{r}_2$

$\mathbf{b} := 3.5$

$\omega := 40 \cdot \dfrac{\pi}{30}$

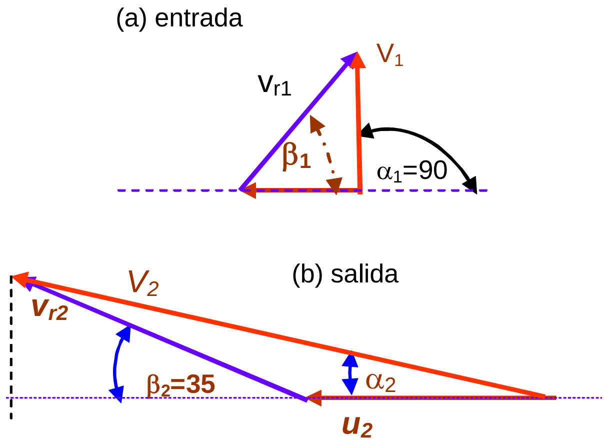
$\beta_2 := 35 \cdot \mathbf{deg}$

$\mathbf{Q} := 1330$

$\rho_1 := 0.08$

$\rho_2 := 0.085$

DIAGRAMAS DE VELOCIDAD:



$$V_{t1} = V_1 \cdot \cos\alpha_1 = -u_1 + V_{r1} \cdot \cos\beta_1 = 0 \quad (1a)$$

$$V_{t2} = V_2 \cdot \cos\alpha_2 = u_2 + V_{r2} \cdot \cos\beta_2 = 0 \quad (2a)$$

$$V_{n1} = V_1 \cdot sen\alpha_1 = V_{r1} sen\beta_1 = V_1 \quad (1b)$$

$$V_{n2} = V_2 \cdot sen\alpha_2 = V_{r2} sen\beta_2 \quad (2b)$$

A partir de la definición de caudal y de la ecuación de continuidad se calcula la componente normal de la velocidad de salida, así

$$\rho_1 Q_1 = \rho_2 Q_2 = \rho_2 V_{n2} A_{2(flujo)} = V_{n2}(2\pi r_2 b) \Rightarrow V_{n2} = \frac{\rho_1 Q_1}{\rho_2 2\pi r_2 b}$$

-----> $\mathbf{V}_{\mathbf{n2}} = 11.384 \ \dfrac{\mathbf{pie}}{\mathbf{s}}$

Reemplazando este resultado en la ecuación (2b), se puede calcular la velocidad relativa de salida del impulsor;

$$V_{r2} = \frac{V_{n2}}{sen\beta_2} = \frac{V_{n2}}{sen30}$$

-----> $\mathbf{V}_{\mathbf{r2}} = 19.848 \ \dfrac{\mathbf{pie}}{\mathbf{s}}$

Con este resultado y a partir de la ecuación (2a) se calcula la componente tangencial de la velocidad de salida

$$V_{t2} = u_2 + V_{r2} \cdot \cos\beta_2 = \omega r_2 + V_{r2} \cdot \cos\beta_2$$

-----> $\mathbf{V}_{\mathbf{t2}} = 37.20 \ \dfrac{\mathbf{pie}}{\mathbf{s}}$

Luego la velocidad absoluta de salida del rodete se calcula por el teorema de Pitágoras:

$$V_2 = \sqrt{V_{n2}^2 + V_{t2}^2}$$

-----> $\mathbf{V}_2 = 38.905 \ \dfrac{\mathbf{pie}}{\mathbf{s}}$

El par está dado por la ecuación de Euler

$$T_{eje} = \rho_2 Q_2 (r_2 \cdot V_{t2} - r_1 \cdot V_{t1}) = \rho_2 Q_2 (r_2 \cdot V_{t2})$$

Finalmente por la ecuación de continuidad;

$$T_{eje} = \rho_1 Q_1 r_2 \cdot V_{t2}$$

$\mathbf{T}_{\mathbf{eje}} = 1.979 \times 10^4 \ \mathbf{lbm} \cdot \dfrac{\mathbf{m}^2}{\mathbf{s}^2}$

$\mathbf{T}_{\mathbf{eje}} := 1.979 \dfrac{10^4}{32.2} \ \mathbf{lbf} \cdot \mathbf{pie}$ $\qquad$ $\mathbf{T}_{\mathbf{eje}} = 614.6 \ \mathbf{lbf} \cdot \mathbf{pie}$

La potencia se calcula multiplicando el par por la velocidad angular del impulsor:

$$P_{eje} = T_{eje} \cdot \omega$$

$\mathbf{P}_{\mathbf{eje}} := \dfrac{\mathbf{T}_{\mathbf{eje}} \cdot \omega}{550} \ \mathbf{hp}$ $\qquad$ $\mathbf{P}_{\mathbf{eje}} = 4.7 \ \mathbf{hp}$