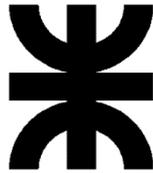


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA**



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Año: **4º**

Diseño Curricular 1995 modif. - ORDENANZA N°1029

Asignatura:

Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluidodinámicas

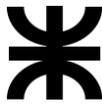
Cátedra:

Profesora Asociada
Profesor Adjunto/Resp. Laborat.
Aux. de TP 1ra

Ing. Silvina Zamar
Ing. Alejandro Folla
Ing. Daiana Fontana

UNIDAD 11: BOMBAS CENTRIFUGAS

TRABAJO PRÁCTICO N° 11:



UNIDAD 11: BOMBAS CENTRIFUGAS

EJEMPLO 11.1

Figura extraída de: Potter, M. C., Wiggert, D. C., & Ramadan, B. (2015). *Mecánica de fluidos*. Cengage Learning.

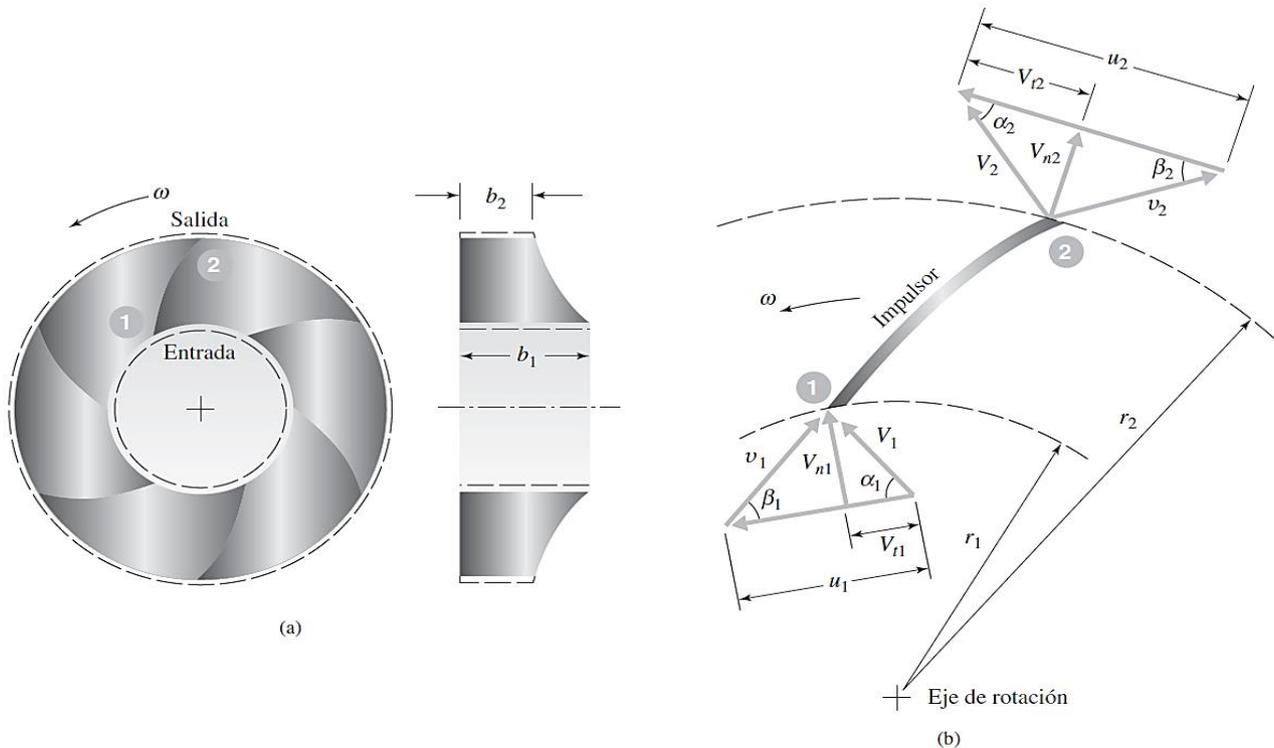


Fig. 12.3 Impulsor de flujo radial idealizado: (a) volumen de control del impulsor; (b) diagramas de velocidad en las superficies de control.

EJEMPLO 11.1

Ejemplo extraído de: Potter, M. C., Wiggert, D. C., & Ramadan, B. (2015). *Mecánica de fluidos*. Cengage Learning.

Una bomba de flujo radial tiene las siguientes dimensiones:

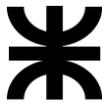
$$\begin{array}{lll} \beta_1 = 44^\circ & r_1 = 21 \text{ mm} & b_1 = 11 \text{ mm} \\ \beta_2 = 30^\circ & r_2 = 66 \text{ mm} & b_2 = 5 \text{ mm} \end{array}$$

Para una velocidad rotacional de 2500 rev/min, suponiendo condiciones ideales (flujo sin fricción, espesor insignificante de los álabes, guía perfecta), con $\alpha_1 = 90^\circ$ (sin rotación previa), determine (a) la descarga, la carga teórica, la potencia requerida y el aumento de presión a través del impulsor, y (b) la curva carga-descarga teórica. Use agua como fluido.

Solución

(a) Construya el diagrama de velocidad en la ubicación 1, como se muestra en la figura E12.1a. La velocidad rotacional se expresa en las unidades apropiadas como

$$\omega = 2500 \frac{2\pi}{60} = 261.8 \text{ rad/s}$$



La velocidad del impulsor en r_1 es entonces

$$u_1 = \omega r_1 = 261.8 \times 0.021 = 5.50 \text{ m/s}$$

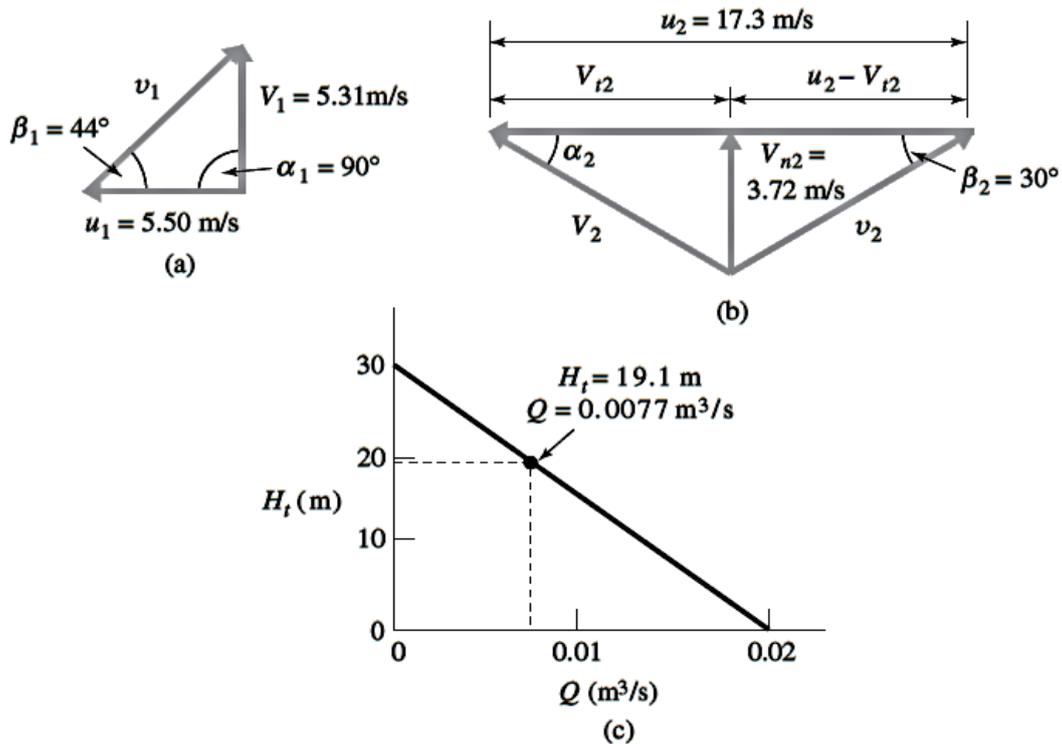


Fig. E12.1

Del diagrama de velocidad vemos que

$$V_1 = u_1 \tan \beta_1 = 5.50 \tan 44^\circ = 5.31 \text{ m/s}$$

y como $\alpha_1 = 90^\circ$, $V_1 = V_{n1}$, o $V_{n1} = 5.31 \text{ m/s}$. Se calcula que la descarga es

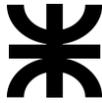
$$\begin{aligned} Q &= 2\pi r_1 b_1 V_{n1} \\ &= 2\pi \times 0.021 \times 0.011 \times 5.31 = 7.71 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

La componente normal de la velocidad en la ubicación 2 es

$$V_{n2} = \frac{Q}{2\pi r_2 b_2} = \frac{7.71 \times 10^{-3}}{2\pi \times 0.066 \times 0.005} = 3.72 \text{ m/s}$$

y la velocidad del impulsor a la salida es

$$u_2 = \omega r_2 = 261.8 \times 0.066 = 17.28 \text{ m/s}$$



El diagrama de velocidad en la ubicación 2 se traza ahora como se muestra en la figura E12.1b. Del diagrama de velocidad vemos que

$$u_2 - V_{r2} = \frac{V_{n2}}{\tan \beta_2} = \frac{3.72}{\tan 30^\circ} = 6.44 \text{ m/s}$$

Por lo tanto

$$V_{r2} = u_2 - 6.44 = 17.28 - 6.44 = 10.84 \text{ m/s}$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \frac{V_{n2}}{V_{r2}} = \tan^{-1} \frac{3.72}{10.84} = 18.9^\circ$$

$$V_2 = \frac{V_{r2}}{\cos \alpha_2} = \frac{10.84}{\cos 18.9^\circ} = 11.46 \text{ m/s}$$

La carga teórica se calcula con la ecuación 12.2.10:

$$H_t = \frac{u_2 V_2 \cos \alpha_2}{g} = \frac{17.28 \times 11.46 \times \cos 18.9^\circ}{9.81} = 19.1 \text{ m}$$

Por tanto, la potencia eléctrica teórica requerida es

$$\dot{W}_p = \gamma Q H_t = 9810 \times (7.71 \times 10^{-3}) \times 19.1 = 1440 \text{ W}$$

El aumento de presión se determina a partir de la ecuación de energía como sigue:

$$\begin{aligned} p_2 - p_1 &= \left(H_t + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \right) \gamma \\ &= \left[19.1 + \frac{(5.31)^2 - (11.46)^2}{2 \times 9.81} \right] \times 9810 = 1.36 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

(b) La curva carga-descarga teórica es la ecuación 12.2.13. Para el presente ejemplo tenemos

$$\begin{aligned} H_t &= \frac{(\omega r_2)^2}{g} - \frac{\omega \cot \beta_2}{2\pi b_2 g} Q \\ &= \frac{(261.8 \times 0.066)^2}{9.81} - \frac{261.8 \cot 30^\circ}{2\pi \times 0.005 \times 9.81} Q \\ &= 30.4 - 1471 Q \end{aligned}$$

La curva se muestra en la figura E12.1c.



UNIDAD 11: BOMBAS CENTRIFUGAS

PROBLEMA 11.1

Reproducir ejercicio de Ejemplo 11.1.

- a) Cálculos Editables
- b) Gráficos a escala

PROBLEMA 11.2

El relevamiento de las dimensiones del rodete de una bomba centrífuga de entrada axial ($\alpha_1 = 90^\circ$) indica los siguientes valores:

$D_1 = 150\text{mm}$; $D_2 = 360\text{mm}$, $b_1 = 30\text{mm}$, $b_2 = 20\text{mm}$, $\beta_1 = 20^\circ$, $\beta_2 = 30^\circ$, $\alpha_1 = 90^\circ$

Si el mismo gira a 1000 rpm calcular los parámetros necesarios para el trazado de los triángulos de velocidades de entrada y de salida.

- a) u_1 , C_{m1} , c_1 , w_1 , Q
- b) u_2 , C_{m2} , w_2 , w_{u2} , C_{u2} , α_2
- c) H_t
- d) Con los valores obtenidos trazar los mismos **a escala**.

PROBLEMA 11.3

Con las dimensiones del rotor de una bomba centrífuga que se indican a continuación:

$D_1 = 75\text{mm}$; $D_2 = 300\text{mm}$, $b_1 = 50\text{mm}$, $b_2 = 50\text{mm}$, $\beta_1 = 45^\circ$, $\beta_2 = 60^\circ$, $\alpha_1 = 90^\circ$, $n = 500$ rpm.

Determinar:

- a) El caudal teórico que suministra la bomba
- b) La altura manométrica (carga) que alcanzará la bomba considerando un rendimiento hidráulico del 82% y suponiendo que la altura teórica de Euler es un 25% menor a la equivalentea a un número infinito de álabes.
- c) H_t
- d) Con los valores obtenidos trazar los mismos **a escala**.