

BANCO DIDÁCTICO PARA MEDICIÓN DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO EN UN FLUIDO NO COMPRESIBLE

Fernando Marques Fernandes, Carlos Alberto Amaral Moino y João Baptista do Amaral Júnior

Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad Santa Cecilia
Calle Osvaldo Cruz nº 277, Santos, São Paulo, Brasil - e-mail: fmarques@unisanta.br

RESUMEN

En muchos problemas de ingeniería se hace necesario determinar las fuerzas que actúan en estructuras sólidas, fijas o en movimiento, debido a los fluidos que se mueven en contacto con ellas. La ecuación que permitirá ese análisis se llama “ecuación de cantidad de movimiento”. Las fuerzas determinadas serán denominadas “fuerzas dinámicas” éstas son causadas por la acción de un fluido en movimiento.

Llevándose en cuenta la necesidad de la realización de experimentos didácticos para estudiantes de mecánica de los fluidos, fue construido un dispositivo de medición de cantidad de movimiento en fluido no compresible. Ese dispositivo fue proyectado y está formado por un estanque con una abertura para la salida del fluido, una placa móvil y un dinamómetro, donde el estanque lleno de agua genera la masa de fluido y desplaza la placa que está presa al dinamómetro, indicando la cantidad de movimiento del fluido.

El sistema posee un estanque de 800 mm de altura y una salida de diámetro de $\frac{5}{8}$ ”, o 15,875 mm, se utilizó la ecuación de Bernoulli para obtenerse la ecuación de cantidad de movimiento de la manera a ser utilizada en el sistema.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, puesto que demostraron valores de la fuerza en función de la altura del fluido coherentes con los valores visualizados en la literatura estudiada. Los valores obtenidos en esos ensayos están próximos de la teoría, puesto que sus desvíos son pequeños, siendo, por lo tanto un indicio de que el dispositivo satisfizo las expectativas y que podrá ser utilizado en el laboratorio de Mecánica de los Fluidos, para ejemplificar a los estudiantes de graduación en Ingeniería Mecánica el concepto de cantidad de movimiento en fluido no compresible.

Palabras Claves: cantidad de movimiento, mecánica de los fluidos, banco didáctico.

1. INTRODUCCIÓN

En Mecánica Clásica la manera más usual de introducirse en el concepto de cantidad de movimiento, es planteando su definición, que se establece como el producto de la masa de un cuerpo material por su velocidad, para luego analizar su relación con la ley de Newton a través del teorema del impulso y la variación de la cantidad de movimiento. No obstante, después del desarrollo de la Física Moderna, esta manera de hacerlo no resulta la más conveniente para abordar esta magnitud fundamental.

El problema principal es que esta manera esconde el concepto inherente a la magnitud, que resulta ser una propiedad de cualquier ente físico con o sin masa, necesaria para describir las interacciones. Los modelos actuales consideran que no sólo los cuerpos masivos poseen cantidad de movimiento, sino que resulta ser un atributo de los campos electromagnéticos y de los fotones.

La cantidad de movimiento obedece a una ley de conservación, lo que significa que la cantidad de movimiento total de todo el sistema cerrado (sistema éste que no está afectado por fuerzas exteriores, y cuyas fuerzas internas no se disipan) no se puede cambiar y permanece constante en el tiempo.

En el enfoque geométrico de la mecánica relativista la definición es algo distinto. Además, el concepto de momento lineal puede definirse para entidades físicas como los fotones o los campos electromagnéticos, que carecen de masa en reposo. No se debe confundir el concepto de momento lineal con otro concepto básico de la mecánica newtoniana, denominado momento angular, que es de una magnitud diferente.

Por consiguiente, se define el impulso recibido por una partícula o un cuerpo como la variación de la cantidad de movimiento durante un periodo de tiempo dado: $\Delta \vec{P} = \vec{P}_f - \vec{P}_o$, siendo \vec{P}_f la cantidad de movimiento al final del intervalo y \vec{P}_o al inicio del intervalo.

En muchos problemas de ingeniería se hace necesario determinar las fuerzas que actúan en estructuras sólidas, fijas o en movimiento, debido a los fluidos que se mueven en contacto con ellas. La ecuación que permitirá ese análisis se llama "ecuación de cantidad de movimiento". Las fuerzas determinadas serán denominadas "fuerzas dinámicas", en contraposición a las "fuerzas estáticas", que son causadas por la acción de un fluido en movimiento.

2. OBJETIVOS

Teniéndose en cuenta la necesidad de la realización de experimentos didácticos para alumnos de mecánica de los fluidos, se construyó un dispositivo de medición de cantidad de movimiento en fluido no compresible.

El objetivo principal del banco didáctico es ser utilizado en el laboratorio de Mecánica de los Fluidos, para ejemplificar a los estudiantes de graduación en Ingeniería Mecánica el concepto de cantidad de movimiento en fluido no compresible.

3. PROCEDIMIENTOS

El banco didáctico proyectado está formado por un estanque con un orificio de descarga, una placa móvil y un dinamómetro, donde este estanque lleno de agua genera un chorro proveniente del orificio de descarga y desplaza la placa que está presa al dinamómetro de acuerdo con la Figura 1.

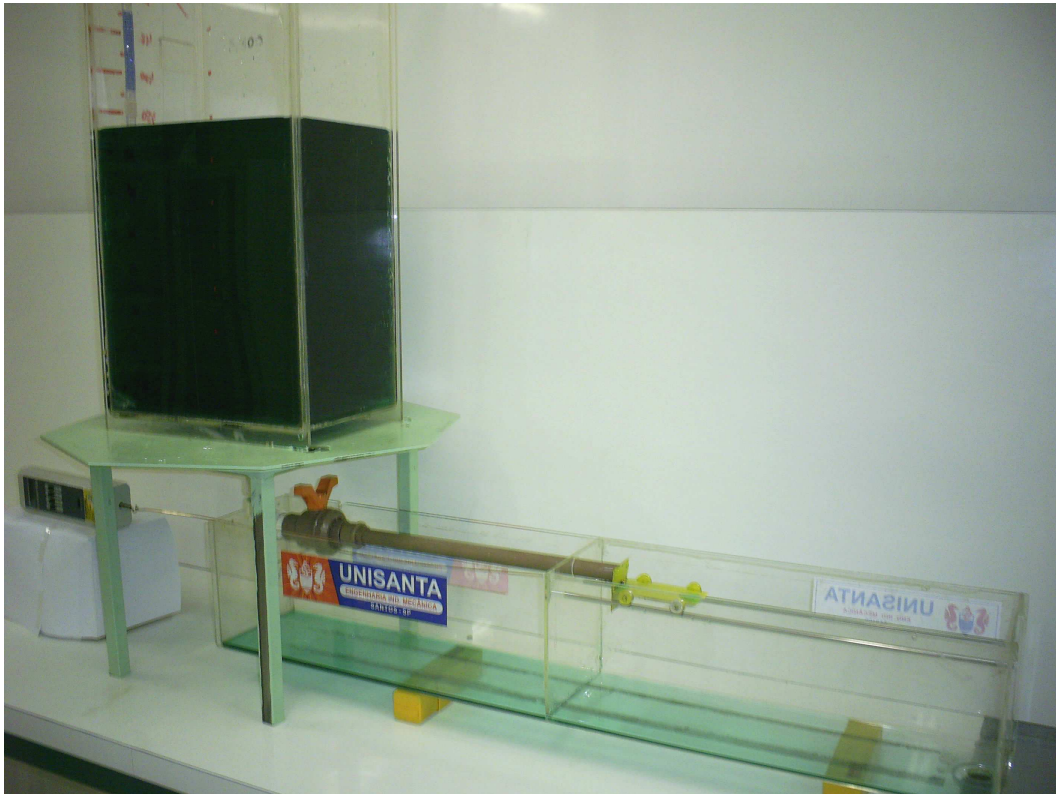


Figura 1 – Foto del equipamiento utilizado

La Figura 2 presenta el detalle del orificio de descarga y la placa móvil.



Figura 2 – Orificio de descarga y placa móvil

La Figura 3 presenta la masa de fluido que desplaza la placa móvil.



Figura 3 – Masa de fluido que desplaza la placa móvil

La Figura 4 presenta un esbozo del banco para la formulación utilizada.

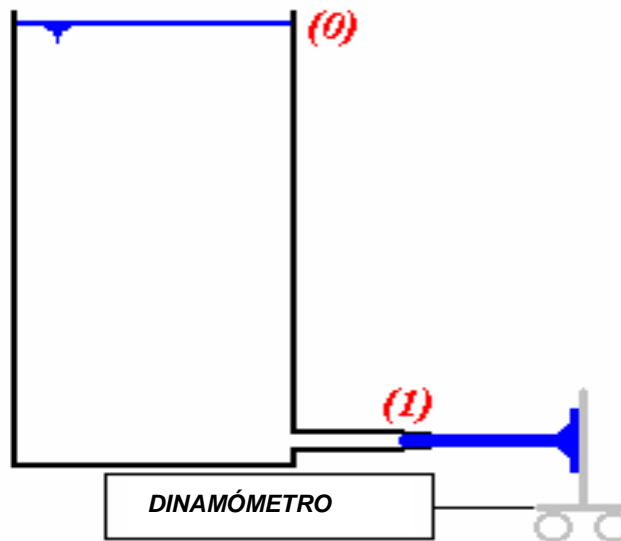


Figura 4 – Esbozo del banco para la formulación utilizada

Se utilizó la ecuación de Bernoulli en su forma básica para obtenerse a la ecuación de cantidad de movimiento de manera a ser utilizada en el sistema, de acuerdo con la Ecuación 1:

$$g z_0 + \frac{P_0}{\rho} + \frac{V_0^2}{2} = g z_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + H p_{0,1} \quad (1)$$

Donde: $V_0 \approx 0$ (estanque grande), $P_0 = 0$ (presión atmosférica / escala efectiva), $Z_1 = 0$ (plano horizontal de referencia), $P_1 = 0$ (presión atmosférica / escala efectiva) y $H_{p0,1} = 0$ (considerándose fluido ideal, sin pérdidas para efectos de cálculo).

Hechas las simplificaciones, tenemos entonces la Ecuación 2:

$$V_1 = \sqrt{2g \cdot z_0} \quad (2)$$

Donde: V_1 es la velocidad del chorro, Z_0 la altura de fluido en el estanque y g la aceleración de la gravedad.

Obteniéndose la velocidad del chorro, es posible determinarse el caudal Ecuación 3:

$$Q = V_1 A \quad (3)$$

Donde: V_1 es la velocidad del chorro, A es la área de la tubería y Q lo caudal.

Con la derivada de la cantidad de movimiento, se puede encontrar la fuerza, Ecuación 4:

$$\vec{F} = m\vec{a} = \frac{d}{dt}(m\vec{V}) = Q_m \Delta\vec{V} = \rho QV \quad (4)$$

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1, donde se demuestran los valores de la fuerza obtenidos en función de la altura del fluido, en los ensayos realizados.

Tabla 1 – Resultados Obtenidos

Zo (m)	v1 (m/s)	Q (m3/s)	F _{CALCULADA} (N)	F _{MEDIDA} (N)	Desvío (%)
0,8	3,96	0,000784	3,10	2,91	6,13
0,7	3,71	0,000733	2,71	2,54	6,27
0,6	3,43	0,000679	2,33	2,16	7,3
0,5	3,13	0,00062	1,94	1,82	6,19
0,4	2,80	0,000554	1,55	1,46	5,8
0,3	2,43	0,00048	1,16	1,09	6,03
0,2	1,98	0,000392	0,78	0,72	7,7
0,1	1,40	0,000277	0,39	0,36	7,7

5. CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en esos ensayos están próximos a la teoría, puesto que sus desvíos son pequeños (no mas que 8% de diferencia), siendo, por lo tanto un indicio de que el banco didáctico alcanzó las expectativas y podrá ser utilizado en las clases de laboratorio de mecánica de los fluidos, para ejemplificar a los alumnos de graduación del curso de ingeniería el concepto teórico y práctico de cantidad de movimiento en fluido no compresible.

Como perspectiva de desarrollo del banco didáctico y sugerencia de un nuevo dispositivo para futuros trabajos, deberá añadirse una bomba al circuito, para ejemplificar otro tipo de instalación con máquina generadora.

6. REFERENCIAS

- [1] Assy, T. M., *Mecânica dos Fluidos*, 2ª edição, Editora Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- [2] Brunetti, F., *Mecânica dos Fluidos*, Editora Prentice Hall, São Paulo, SP, 2005.
- [3] Fox, R. W., McDonald, A. T., *Introdução à Mecânica dos Fluidos*, 4ª edição, Editora Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, RJ, 1998.
- [4] Potter, M. C., Wiggert, D. C., *Mecânica dos Fluidos*, 3ª edição, Editora Thomson, São Paulo, SP, 2004.
- [5] http://es.wikipedia.org/wiki/Cantidad_de_movimiento#Cantidad_de_movimiento_en_mec.C3.A1nica_cl.C3.A1sica

Agradecimientos

Les agradecemos a la Dirección de la Universidad Santa Cecilia por el apoyo recibido mientras de la ejecución del proyecto.