

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA LA ENSEÑANZA DE MODELOS QUE DESCRIBEN FLUIDOS EN MOVIMIENTO

Devece Eugenio^{1,4}, Torroba Patricia¹, Mendoza Zélis Pedro², Czerwien Juan Carlos³, Aquilano Luisina³

¹IMApEC, Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, La Plata, Argentina. eugdvc@gmail.com

²Departamento de Física, IFLP UNLP CONICET.

³Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, La Plata, Argentina.

⁴IEC-EMIPACIVA-FRLP-UTN.

Resumen

En este trabajo se presenta un dispositivo denominado generador de flujo variable que se diseñó para la enseñanza de modelos que describen el comportamiento de fluidos ideales en movimiento. Este instrumento genera un flujo en una cañería y permite controlar su velocidad en una dada sección de dicha cañería. De manera complementaria, se propone un laboratorio que emplea este dispositivo para determinar la velocidad de un fluido dentro de una cañería utilizando un tubo de Venturi y un manómetro. Se emplea un caudalímetro para contrastar los resultados y validar los modelos físicos involucrados.

Palabras claves: fluidos, Bernoulli, manómetros, caudalímetro, tubo de Venturi.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la homologación de los métodos de enseñanza en las Universidades es evaluada por algunos organismos nacionales que acreditan la calidad educativa impartida. Esto incluye la revisión de los contenidos y metodologías, reforzando la adquisición de competencias afines a la profesión de ingeniería así como aquellas referidas a su vinculación con la sociedad. En el área de física se trabaja con el propósito de fortalecer la formación experimental en los estudiantes [Pesa, Bravo, Pérez, 2012] y el laboratorio constituye un medio adecuado para ejercitar habilidades tales como interpretación de resultados, análisis de las incertidumbres de medida, elaboración de informes y conclusiones, manejo de la comunicación oral y escrita.

Dentro de la cátedra de Física I del Departamento de Ciencias Básicas, se realizan actividades de diseño y desarrollo de dispositivos didácticos para la enseñanza de Física (Torroba, Devece, Trípoli, Aquilano 2016; Devece, Torroba, Videla 2015; Costa, Torroba, Devece 2013)

Con el objetivo de favorecer el entendimiento de los modelos que describen fluidos ideales en movimiento, se diseñó un dispositivo denominado *generador de flujo variable*. La construcción de este material didáctico estuvo motivada en mostrar a los alumnos una aplicación concreta de las ecuaciones de Bernoulli y de continuidad (Tipler 2001; Serway 1999; Sears, Zemansky, Young 1999). El dispositivo consiste de una turbina, un tubo de Venturi y un manómetro. Este aparato es de bajo costo, está hecho de material reciclable, es fácilmente

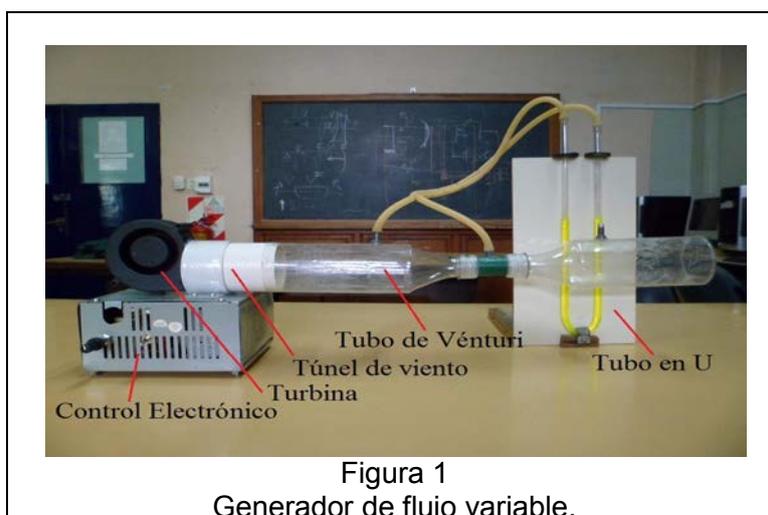
transportable, tiene bajo peso y su parte electrónica está compuesta por elementos de fácil acceso en el mercado actual.

En este trabajo se presenta el generador de flujo variable construido y un laboratorio de ejemplo cuyo objetivo es medir la velocidad del aire en un tubo de Venturi.

Los valores de las magnitudes físicas involucradas fueron relevados a través de un caudalímetro y contrastados con este aparato.

Sistema generador de Flujo variable

El generador de flujo variable desarrollado para estudiar fluidos ideales en movimiento se muestra en la Figura 1. Se puede observar que está compuesto por cuatro partes fundamentales que se describen a continuación.



Turbina: Es un dispositivo impulsor de aire, que toma aire a presión atmosférica y velocidad nula, convirtiéndola en un flujo con mayor velocidad y menor presión.

Túnel de Viento: Dispositivo encargado de propulsar el paso de aire o gas para ser enviado hacia otro medio para su posterior estudio. Además, acondiciona el aire al modelo laminar, muy importante para realizar estudios de laboratorio.

Tubo de Venturi: Es un dispositivo que origina una pérdida de presión al pasar por él un fluido. En esencia, éste es una tubería corta recta, o garganta, entre dos tramos cónicos. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el caudal instantáneo, en donde su parte ancha final actúa como difusor.

Manómetro: Se utiliza comúnmente para medir la presión en los puntos de prueba.

Control Electrónico para variación de flujo

En las Figuras 2 y 3 se observa el panel frontal y la vista trasera del sistema electrónico de control de flujo.

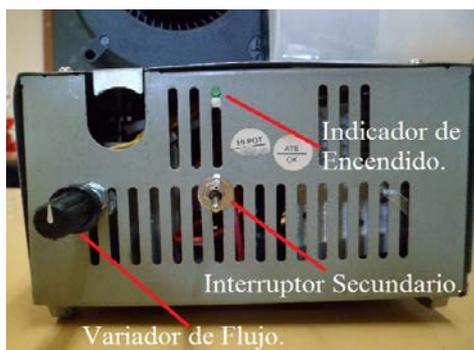


Figura 2

Panel Frontal del Control Electrónico.



Figura 3

Vista de la parte trasera del Control Electrónico.

Circuitos eléctricos del Control Electrónico

En el mercado local se obtuvieron Turbinas especiales denominadas *sopladores*. Se deseaba en principio, variar su flujo desde *velocidad nula* hasta su *máximo valor*, lo cual se lograría al variar la tensión de alimentación. Ello no se pudo implementar, dado que su tensión nominal de alimentación comprende el rango (12V a 14V). Al ser controlado internamente por un circuito de protección, no se puede disminuir su tensión a un valor menor de 9 V, caso contrario se producía la rotura de los mismos. Se diseñó un circuito que varía la velocidad desde los 9 Volts hasta los 16 Volts (*valor mínimo y máximo tolerable para el motor*) por medio de un potenciómetro. Dicha variación se realiza mediante la técnica de PWM (*Modulación por Ancho de Pulso*) permitiendo variar la Potencia del motor, logrando de esta manera mantener proporcional el torque, incluso a velocidades mínimas. El rango de tensión seleccionado que optimiza la vida útil del dispositivo, surgió después de un trabajo de investigación sobre dichos sopladores, a partir de la realización de numerosos ensayos.

Fuente de alimentación de 18 Volts de C.C.

La fuente de alimentación resulta muy sencilla como se puede observar en la Figura 4. Los puntos de inspección, consisten en pines (colocados en el circuito impreso) con la finalidad de ajustar la tensión de alimentación de la turbina, dado que las mismas (*a pesar de pertenecer al mismo fabricante*) poseen tolerancias mínimas, con lo cual, varían su tensión nominal de alimentación y por ende el flujo que generan. Las tensiones varían desde 15 Volts hasta los 25 Volts con incrementos de aproximadamente 0.7 volts. Además, el diseño permite ingresar (si es deseado) con tensiones continuas en el rango de 18 a 25 Volts. Estos voltajes son necesarios para ajustar la tensión nominal de trabajo de los sopladores, dado que por tolerancias de fabricación los mismos varían su tensión nominal de trabajo.

La Figura 5 ilustra el circuito que ha sido diseñado para variar la velocidad desde los 9 Volts hasta los 16 Volts (*valores mínimos y máximos tolerable para el motor*) por medio de un potenciómetro, como se describió anteriormente.

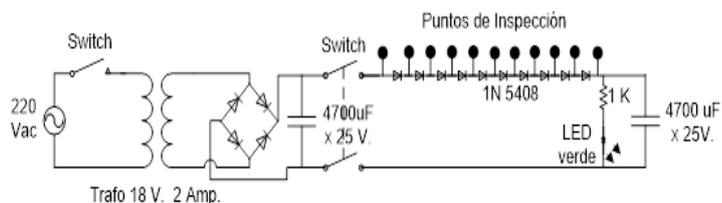


Figura 4.
Fuente de alimentación

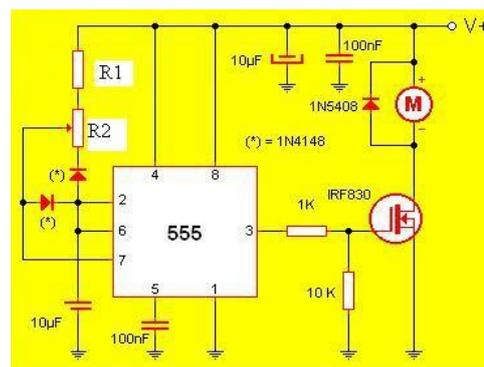


Figura 5.
CV PWM

Ventilador Soplador (Turbina), Especificaciones Técnicas

En la Figura 6 se observa el Ventilador Soplador (Turbina) y en la Tabla 1 las características Eléctrica y Mecánicas.



Figura 6. Ventilador Soplador.

Las especificaciones generales son:

- Motor DC sin escobillas.
- Soplador ultra silencioso con velocidad de arranque suave.
- Construido con lámina de material termoplástico UL94V-0 PBT.
- Material de la carcasa: termoplástico UL PBT.



Figura 7. Equipo apagado igual Nivel en las ramas.



Figura 8. Equipo encendido, se observa el desnivel en las ramas.

Funcionamiento del Generador de Flujo Variable

Luego de encender el dispositivo, una vez que se encuentra en régimen estable, se puede variar el flujo de aire que entrega el sistema. Esto se logra simplemente girando a izquierda o a derecha la perilla del *Variador de Flujo*, mostrada en la Figura 2. Al practicar la operación comentada anteriormente, se observa una variación en las alturas de las columnas en el Manómetro tipo **U**, como se ilustran en las Figuras 7 y 8.

Práctica de Laboratorio: Determinación de la velocidad en un fluido

Utilizando el dispositivo presentado es posible implementar una práctica de laboratorio cuyo objetivo sea determinar la velocidad de un fluido dentro de una cañería utilizando un tubo de Venturi y un manómetro.

El laboratorio consiste en la medida de la diferencia de alturas de columnas observadas en la Figura 8, para diferentes velocidades de circulación del fluido que justamente serán determinadas en el laboratorio. En función de la diferencia de altura, los alumnos determinarán la velocidad del fluido aplicando las ecuaciones de continuidad y de conservación de la energía (Bernoulli). En el laboratorio también puede servir para aplicar los conceptos relacionados con la propagación de incertidumbres.

A modo de control, hemos realizado estas medidas y contrastados los resultados con medidas realizadas con un caudalímetro, encontrando un buen acuerdo entre ambas metodologías.

CONCLUSIONES

El generador de flujo variable favorece el entendimiento de los modelos que describen fluidos ideales en movimiento. Si se usa para mostraciones en clase, permite contrastar la predicción sobre el comportamiento del fluido con el resultado experimental, dando validez al modelo físico empleado. La actividad de laboratorio genera un espacio para que los estudiantes ejerciten habilidades tales como interpretación de resultados, análisis de las incertidumbres de medida, elaboración de informes y conclusiones, manejo de la comunicación oral y escrita. Por otro lado, a partir de los resultados medidos y contrastados con el caudalímetro, el laboratorio resulta otro camino para validar las suposiciones y aproximaciones consideradas cuando se modela al fluido. De manera indirecta, con la actividad experimental se acerca a los alumnos a un nuevo instrumento de medida, el caudalímetro, que es muy usado en la industria.

Las características del dispositivo desarrollado hicieron que se pueda replicar y sea usado no sólo para mostración en clase, sino como una herramienta en los laboratorios realizados por los alumnos.

Referencias

- Costa, V.; Torroba, P.; Devece, E. (2013). Articulación en la enseñanza en carreras de ingeniería: el movimiento armónico simple y las ecuaciones diferenciales de segundo orden lineal. *Lat. Am. J. of Phy. Educ.* vol. 7 (Nº3): pp. 350-356.
- Devece, E., Torroba, P., Videla, F. (2015). El empleo de las TIC para validar los modelos teóricos en el estudio del movimiento de rototraslación. *Revista de la Enseñanza de la Física*, vol 27, p.p. 411-417.
- Pesa, M., Bravo, S. y Pérez, S. (2012). La importancia de las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros. *Memorias del Decimoprimer Simposio de Investigación en Educación en Física*. Sief XI Esquel, Argentina.
- Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. 2008. *Física, Volumen 1*, Quinta edición. (C.E.C.S.A., México)
- Sears, Zemansky, Young. *Física universitaria, Volumen I*. 9ª.ed. 1999;
- Serway, R. A.: *Física, Vol. I*, tercera o cuarta edición. (Mc Graw-Hill, México) (1999)
- Tipler, P. A. *Física*, primera y cuarta edición. (Editorial REVERTÉ, Barcelona) (2001)
- Torroba, P., Devece, E., Trípoli, M., Aquilano, L. (2016). Cinemática y el análisis de una función: una propuesta didáctica para su articulación en el contexto de una Facultad de Ingeniería. *Revista de la Enseñanza de la Física*, vol 28, p.p. 91-99.