



# INFORME DE LABORATORIO

**Autores:** *Juan Manuel Correa Jiménez, Valentina Restrepo Jaramillo*

*Laboratorio de Acondicionamiento de Señales*

*Departamento de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones*

*Universidad de Antioquia*

## Introducción

En este experimento, se llevó a cabo la medición y análisis de la respuesta en voltaje del sensor FS1012-1100-NG cuando se encuentra conectado a un compresor de aire. El sensor FS1012-1100-NG es un dispositivo de censado que se caracteriza por su capacidad para medir la presión en un entorno determinado y generar una salida de voltaje proporcional a la presión aplicada. Para el adecuado funcionamiento del sensor, se proporcionó una fuente de alimentación de 5V a través de un cargador USB.

La interconexión del sensor con un módulo de adquisición de datos permitió capturar las variaciones en voltaje generadas por el sensor en respuesta a la variación de la presión ejercida por el compresor de aire. Este módulo, a su vez, se integró al sistema mediante la conexión a un puerto analógico del USB NI 6008, un instrumento de medición y control altamente versátil.

## Objetivos

- Realizar un correcto montaje del sistema a nivel de conexiones entre módulos, sensores y tarjetas, así como un correcto montaje en software a través de LabView para obtener una lectura de datos adecuada.
- Analizar la relación cuasi lineal entre las variaciones proporcionadas por el sensor y los incrementos y decrementos de presión ejercidos

desde el compresor de aire, con el propósito de calibrar adecuadamente el sistema.

- Obtener la ecuación o la relación más adecuada para el sensor, teniendo en cuenta la naturaleza no lineal del sensor.

## Marco Teórico

El sensor FS1012-1100-NG, ampliamente utilizado como caudalímetro, se basa en el principio de medición de presión diferencial para calcular el flujo de un fluido en un conducto. La Ley de Bernoulli es fundamental para entender su funcionamiento, ya que establece que la presión en un fluido está relacionada con su velocidad y elevación. El sensor mide la diferencia de presión entre dos puntos en un conducto a través de una relación específica con el flujo de aire, permitiendo así estimar el caudal en el sistema. La salida en voltaje del sensor es proporcional a la raíz cuadrada de la diferencia de presión, lo que permite obtener una medida precisa del flujo de aire en tiempo real [1].

El FS1012-1100-NG (ver Figura 1) se caracteriza por su alta sensibilidad, respuesta rápida y precisión en la medición de presión diferencial. Posee una amplia gama de operación y es adecuado para aplicaciones donde se requiere monitorizar y controlar el flujo de aire con gran exactitud, tales como sistemas de ventilación, control de procesos industriales y sistemas de acondicionamiento de aire.

El sensor es apto para medios líquidos y de gas, cuenta con un rango de operación de temperatura de

0°C a 85°C, necesita ser alimentado con un voltaje de 3 a 5 voltios y cuenta con una resistencia a la vibración y a los choques de presión [2], características que lo vuelven apto para ser implementado en gran variedad de entornos.

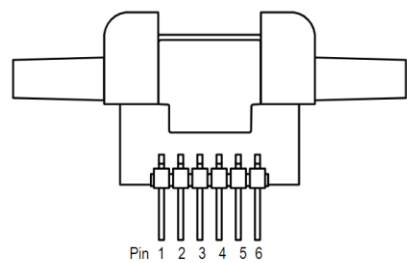


Figura 1 FS1012-1100-NG

Pin Number	Pad Name	Type	Description
1	TP1+	Output	Thermopile 1 (+)
2	TP1-	Output	Thermopile 1 (-)
3	HTR1	Input	Heater
4	HTR2	Input	Heater
5	TP2-	Output	Thermopile 2 (-)
6	TP2+	Output	Thermopile 2 (+)

Figura 2 Pinout

El módulo USB NI 6008, parte de la serie de dispositivos de adquisición de datos de National Instruments, es un convertidor analógico-digital de alta precisión que permite la captura y análisis de señales en tiempo real. Con una arquitectura de múltiples canales, este módulo proporciona capacidades de medición y control a través de interfaces USB [3]. El dispositivo se integra con software como LabVIEW para adquirir y procesar datos provenientes de sensores y dispositivos conectados. Convierte señales analógicas provenientes del sensor FS1012-1100-NG a digitales, facilitando así su análisis y manipulación en la plataforma de software.



Figura 3 USB-6008

El compresor de aire es un dispositivo mecánico diseñado para aumentar la presión de un gas, en este caso, el aire. Funciona mediante un sistema de compresión que disminuye el volumen del aire, incrementando su presión. Este proceso se basa en las leyes de termodinámica, específicamente la ley de los gases ideales, que describe cómo los gases se comportan bajo cambios de presión, temperatura y volumen. El compresor de aire utiliza un mecanismo de pistón o tornillo para comprimir el aire y bombearlo hacia el sistema [4], proporcionando una fuente continua de aire comprimido para diversas aplicaciones industriales y de consumo, como herramientas neumáticas y sistemas de control de procesos.



Figura 4 Compresor de aire

## Procedimiento Experimental y Resultados

En una PCB conectada a un suministro de energía de 5V, se dispone el sensor FS1012-1100-NG, de forma que su conexión con el módulo de NI de adquisición

de datos solo consista en unir las terminales de tierra y el pin de señal del sensor con el pin de lectura analógica de voltaje del módulo.

Para el montaje del sistema en LabView, se buscó imitar la ecuación de la recta que se visualiza en la Figura 5, que corresponde a la relación entre la salida en mV y el flujo en SLPM del sensor.

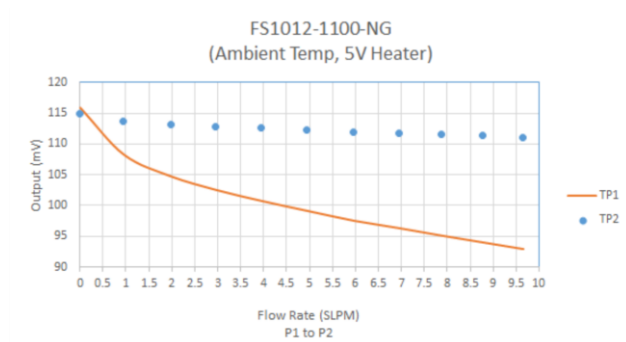


Figura 5 Output Vs Flow Rate

Esta relación no es estrictamente lineal, por lo que, con ayuda de un software, se imitó la recta para obtener su ecuación y modelar así en LabView las constantes y las operaciones adecuadas (véase Figura 6).

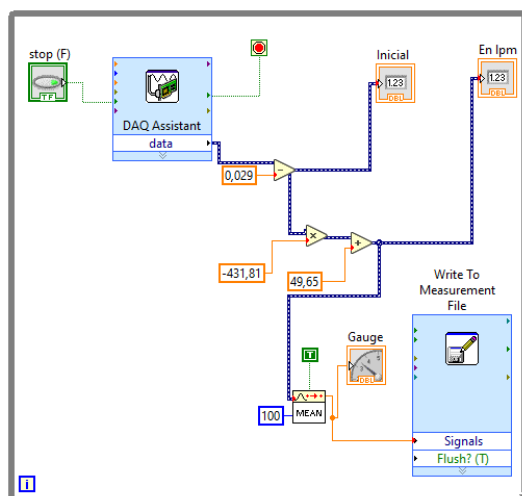


Figura 6 Montaje en LabView

## Discusión de Resultados

El sensor exhibe una característica peculiar en su relación entre la salida en voltios y la tasa de flujo, donde se observa una pendiente negativa en el gráfico de salida frente al flujo. Esto significa que a medida que la tasa de flujo aumenta, la salida en voltios disminuye y viceversa. Este comportamiento puede atribuirse a varios factores físicos y de diseño del sensor.

La tasa de flujo de aire está directamente relacionada con la presión diferencial a través del sensor. A medida que la tasa de flujo aumenta, la presión diferencial disminuye, lo que conlleva a una disminución en la salida en voltios del sensor debido a su comportamiento inversamente proporcional. Este fenómeno puede deberse a la geometría y diseño específico del sensor, que puede estar optimizado para obtener una mayor sensibilidad y precisión en rangos de baja tasa de flujo.

La pendiente negativa en la relación entre la salida en voltios y la tasa de flujo (SLPM) implica que se debe considerar cuidadosamente la calibración y compensación del sensor al interpretar las mediciones. Se requiere un procesamiento adecuado de los datos para obtener una representación precisa y útil de la tasa de flujo en función de la salida del sensor.

Al tener ese factor en cuenta y haber dispuesto del montaje tal como se expuso en la Figura 6, se comienzan a obtener valores acordes.

Finalmente, se conecta el compresor de aire al sensor y se comienzan las pruebas variando el flujo que ingresa por el FS1012, se evidencia en la gráfica de la Figura 7 dichos cambios traducidos en mayores momentos de flujo para los picos de la gráfica y su posterior descenso al disminuir desde el compresor, el flujo.

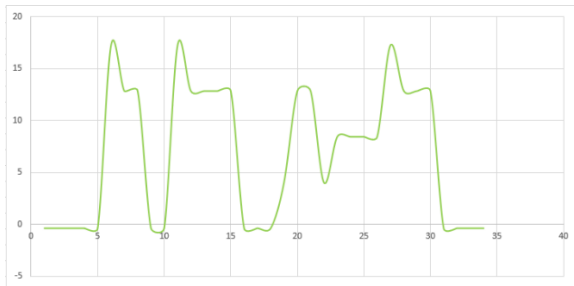


Figura 7 Resultados de la Prueba

## Conclusiones

- Conocer las características de funcionamiento del sensor desde la hoja de datos del fabricante es fundamental para calibrar adecuadamente el sensor y el sistema en sí, de modo que se entienda la naturaleza de las respuestas que el sistema entrega y se esté en la capacidad de acondicionar según la necesidad el sistema mismo.
- Durante la práctica, el sensor demostró una alta sensibilidad y respuesta rápida ante cambios en la presión generados por el compresor de aire. Sin embargo, esta alta sensibilidad también implica que el sensor es susceptible a pequeñas fluctuaciones y debe operarse dentro de un rango adecuado para evitar saturaciones y obtener mediciones lineales y precisas. La estabilidad en la respuesta del sensor fue notable, indicando su confiabilidad para aplicaciones de monitoreo continuo de flujo de aire.
- La integración exitosa del sensor con el módulo USB-6008 permitió la adquisición precisa y eficiente de datos. Este módulo sirvió como interfaz de comunicación entre el sensor y el software LabVIEW, convirtiendo señales analógicas en datos digitales para su posterior procesamiento y análisis. La flexibilidad y versatilidad de este dispositivo facilitaron la visualización y comprensión de la respuesta del sensor, así como su aplicación en diversos contextos de medición y control.
- El uso de herramientas externas para generar la ecuación de la recta de salida del sensor fue fundamental para calibrar su respuesta, por lo que

contar con el manejo de este tipo de ayudas facilita mucho el proceso de acondicionamiento.

## Bibliografía

- [1] Tameson, (2023). “Caudalímetro: Tipos, principios de funcionamiento y selección”. Tameson. [En línea]. Disponible en: <https://tameson.es/pages/sobre-nosotros>. [Accedido el 6/01/2023].
- [2] Renesas Electronics Corporation, "FS1012 Datasheet", 2019.
- [3] National Instruments, "NI USB-6008 Datasheet", 2008.
- [4] Aeromaquinados, (2023). “Compresor de aire, ¿Cómo funciona?”. Aeromaquinados Maquinaria Industrial. [En línea]. Disponible en: <https://aeromaquinados.com/compresor-de-aire-como-funciona/>. [Accedido el 26/09/2023].
- [5] National Instruments, "NI USB-6008 Datasheet", 2008.

## Lista de Figuras

Figura 1 FS1012-1100-NG

Figura 2 Pinout

Figura 3 USB-6008

Figura 4 Compresor de aire

Figura 5 Output VS Flow Rate

Figura 6 Montaje en LabView

Figura 7 Resultados de la Prueba