



# Guías de Eficiencia Energética para la industria



## 24. Medición y control en la industria: parámetros físicos

*En colaboración:*



Agosto 2024



# Medición y control en la industria: parámetros físicos

Autor: David Lizárraga Osuna, NRGY Solutions

## Descripción General

En el mundo industrial y ambiental, la medición precisa de diversos parámetros como flujo, presión, temperatura, humedad, y polvo es esencial para garantizar la seguridad, eficiencia y calidad de los procesos y entornos. Estos parámetros influyen directamente en la operatividad de equipos, la calidad del producto final, y el bienestar de las personas. La tecnología de medición ha evolucionado significativamente, ofreciendo herramientas sofisticadas para monitorear y controlar estas variables con gran precisión. Desde manómetros y transductores de presión hasta higrómetros y sensores de partículas, cada dispositivo cumple una función crítica para mantener las condiciones óptimas en una amplia variedad de aplicaciones. Este enfoque integral en la medición permite a las industrias no solo cumplir con estrictas regulaciones, sino también mejorar continuamente sus procesos y productos.

La medición de flujo es el proceso de determinar la cantidad de fluido que pasa a través de un punto específico en un sistema en un período de tiempo determinado. Existen varios tipos de medidores de flujo, cada uno adecuado para diferentes aplicaciones y tipos de fluidos. Los medidores de flujo más comunes son:

- a) Medidores de flujo másico: Miden la masa del fluido que pasa a través del medidor, utilizando dispositivos como:
  - ❖ Medidor Coriolis: Usa la oscilación de dos tubos para medir la tasa de flujo másico.
  - ❖ Medidor de flujo de masa térmica: Mide el volumen de fluido basado en la transferencia de calor y el enfriamiento del fluido. Estos medidores son utilizados comúnmente para medir hornos o procesos específicos en la industria.
  
- b) Medidores de flujo de velocidad: Miden la velocidad del fluido para calcular el flujo, incluyendo:
  - ❖ Medidores de flujo de turbina: Utilizan un rotor de giro libre y un captador magnético para medir el flujo, por lo general se combina con sensores de temperatura y presión con un computador de flujo para convertir el volumen del fluido a condiciones estándar. Este combo suele ser utilizado para liquidaciones en plantas industriales debido a su gran precisión.
  - ❖ Medidores de flujo de vórtice: Miden la frecuencia de un vórtice oscilante generado por una barra en la ruta del flujo.





- ❖ Medidores de flujo ultrasónicos: Miden la diferencia en el tiempo de tránsito de los pulsos ultrasónicos que viajan entre transductores colocados en la corriente de flujo. Son muy precisos, pero pueden ser costosos y requieren entradas adicionales para la presión y la temperatura.
  
- c) Medidores de presión diferencial: Miden la caída de presión a través de una obstrucción en el flujo para determinar el caudal. Ejemplos incluyen:
  - ❖ Tubos Venturi: Funcionan restringiendo el flujo, lo que hace que la presión caiga. El diferencial de presión se utiliza para calcular el flujo utilizando la ecuación de Bernoulli.
  
- d) Medidores de desplazamiento positivo: Miden el flujo volumétrico desplazando componentes mecánicos. El tipo más común es:
  - ❖ Medidor de diafragma: Se encuentra frecuentemente fuera de las casas para medir el uso de gas natural para las empresas de servicios públicos.



Figura 1 Ejemplo de medidores de flujo, partículas y temperatura

La medición de presión, temperatura, humedad, y polvo es crucial en numerosas industrias para garantizar la seguridad, eficiencia y calidad en diversos procesos. Los sensores más comunes de estos parámetros son los siguientes:

- a) Medición de Presión
  - ❖ Manómetros: Miden la presión de gases o líquidos en sistemas cerrados.
  - ❖ Transductores de presión: Convierten la presión en una señal eléctrica para monitoreo preciso y automatizado.
  - ❖ Barómetros: Miden la presión atmosférica, utilizados en meteorología.





- b) Medición de Temperatura
  - ❖ Termómetros: Instrumentos básicos que pueden ser de mercurio, alcohol o digitales.
  - ❖ Termopares: Utilizan la unión de dos metales diferentes para medir temperaturas en aplicaciones industriales.
  - ❖ RTD (Detector de Temperatura de Resistencia): Miden la resistencia eléctrica que cambia con la temperatura para obtener lecturas precisas.
  
- c) Medición de Humedad
  - ❖ Higrómetros: Miden la humedad relativa del aire, pueden ser mecánicos o electrónicos.
  - ❖ Sensores de humedad: Utilizan cambios en las propiedades eléctricas de materiales sensibles a la humedad para medir la humedad en el aire y en procesos industriales.
  
- d) Medición de Polvo
  - ❖ Medidores de partículas: Utilizan métodos ópticos para contar y medir partículas de polvo en el aire.
  - ❖ Sensores láser de partículas: Detectan la cantidad y tamaño de partículas suspendidas en el aire mediante dispersión de luz.
  
- e) Medición de otros gases: sensores específicos para medir la concentración de gases en el aire como por ejemplo CO<sub>2</sub>.

## **Pros y Retos**

### ***Pros:***

- ❖ La medición de flujo mejora el control y la eficiencia de los procesos industriales al monitorear el flujo de líquidos y gases.
- ❖ Detecta cambios anormales en el flujo que podrían indicar problemas, permitiendo tomar acciones preventivas.
- ❖ Se mejora la seguridad al prevenir condiciones peligrosas mediante el monitoreo y control de la presión en sistemas cerrados y evitar condiciones de sobrecalentamiento que podrían causar daños o peligros.
- ❖ Se optimiza la eficiencia operativa al asegurar que los equipos y procesos funcionen dentro de los rangos de presión y temperatura adecuados, garantizando el control de calidad.
- ❖ Se facilita el mantenimiento predictivo al detectar problemas antes de que ocurran fallos graves, reduciendo así tiempos de inactividad y costos de reparación.





- ❖ La medición de humedad ofrece ventajas en la conservación de materiales al prevenir la corrosión y el deterioro de aquellos sensibles a la humedad.
- ❖ La medición de polvo mejora la calidad del aire al monitorear y controlar las concentraciones de polvo, protegiendo así la salud de los trabajadores y del público.
- ❖ Reduce el desgaste de equipos al controlar las partículas de polvo que pueden causar abrasión y fallos.
- ❖ Asegura el cumplimiento de regulaciones ambientales y de seguridad.

**Retos:**

- ❖ Los costos iniciales de instalación y mantenimiento de equipos de medición precisos pueden ser elevados
- ❖ La calibración y mantenimiento regulares son necesarios para asegurar la precisión y confiabilidad de las mediciones, lo que implica tiempo y recursos adicionales
- ❖ La precisión de los dispositivos de medición puede verse afectada por factores ambientales como vibraciones, interferencias electromagnéticas y fluctuaciones de temperatura
- ❖ Los dispositivos de medición pueden tener una vida útil limitada y pueden requerir reemplazo o actualización periódica
- ❖ La interpretación y análisis de los datos de medición pueden ser complejos y pueden requerir personal especializado
- ❖ En algunos casos, la instalación de sensores y equipos de medición puede ser intrusiva y afectar el proceso o sistema que se está monitoreando
- ❖ La variabilidad en las especificaciones de los sensores de diferentes fabricantes puede dificultar la estandarización y comparación de datos





## **Elementos Clave de Costos de Implementación**

En el caso de los medidores de flujo, es necesario definir la aplicación para realizar una selección adecuada de la tecnología a utilizar, por ejemplo, si lo que se requiere es un medidor muy preciso, lo recomendable sería uno de turbina con computador de flujo, sin embargo, el costo de instalación sería muy elevado. Si, por el contrario, lo que se busca es conocer el consumo de un horno, un quemador o un proceso específico, se recomendaría utilizar medidores de flujo másico ya que su precio es menor en comparación al de turbina.

Otro elemento para considerar al momento de poner medidores de flujo o sensores de cualquier tipo en tubería son: diámetro, cédula, material, así como el punto en donde se instalaría el equipo, que, en el caso del flujo, se recomienda que la instalación sea en un tramo de tubería que no cuente con válvulas, codos o cualquier otro elemento que pueda ocasionar turbulencia en el fluido, en al menos 25 veces el diámetro.

En cuanto al fluido, se debe tener en cuenta qué tipo de líquido o gas es el que se va a medir, ya que, por ejemplo, en caso de que sea gas natural, se deben tener consideraciones adicionales para su instalación, y será necesario librar la máquina o el proceso que se vaya a medir durante el proceso de instalación, aumentando el costo inicial del proyecto. Por lo general, los proveedores de medidores de flujo necesitarán el flujo aproximado del punto a medir, así como temperatura y presión.





## **Fuentes**

- Miller, R. W. (2016). Flow Measurement Engineering Handbook (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Spitzer, D. W. (2015). Industrial Flow Measurement (3rd ed.). Research Triangle Park, NC: ISA.
- Lipták, B. G. (2013). Instrument Engineers' Handbook: Process Measurement and Analysis (4th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Smith, J. P. (2018). Fundamentals of Pressure Measurement. New York, NY: Industrial Press.
- Johnson, R. T., & Brown, L. E. (2017). Temperature Measurement in Engineering. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Williams, D. A. (2019). Humidity Sensors and their Applications. San Francisco, CA: TechBooks.
- Thompson, S. J., & Walker, K. (2020). Air Quality and Particle Measurement Techniques. London, UK: Springer.
- Peterson, M. J., & White, G. H. (2016). Environmental and Industrial Measurement: Techniques and Applications. Boston, MA: Academic Press.

