

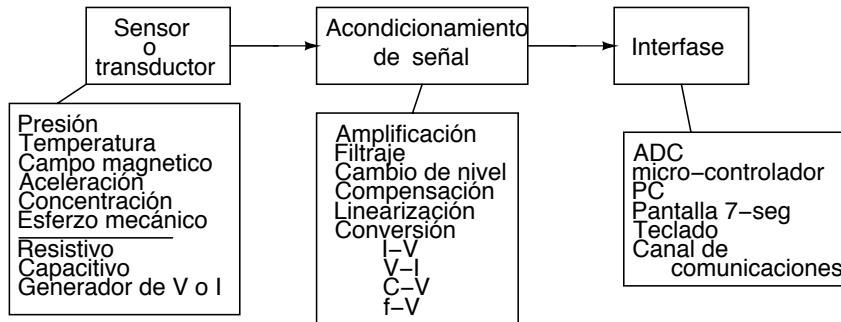
# Introducción

Manuel Toledo  
INEL 5205 Instrumentation

August 13, 2008

## Términos

- Instrumento - aparato electrónico de medición. La siguiente figura muestra el diagrama de bloque de un instrumento típico.



- Sensor - elemento que produce una señal eléctrica proporcional a la cantidad física de interés.
- Transductor - convierte un tipo de energía en otro, como de energía térmica a energía hidráulica o eléctrica. El termino se usa como sinónimo de sensor. También existen transductores que convierten energía eléctrica a otro tipo de energía y que se usan salida de sistemas de control automático (llamados en ingles *actuators*). Para distinguir entre los dos tipos, a veces se usan los terminos "transductor de entrada" y "transductor de salida".
- Función de transferencia del sensor - relación entre la entrada y la salida del sensor. A veces la literatura usa el termino para referirse a una expresión algebraica que ignora la respuesta de frecuencia.
- Sensitividad - cambio en la salida cuando la entrada del sensor cambia por una cantidad muy pequeña. Usualmente se calcula usando derivadas o diferencias finitas. La formula  $S_p^{v_O} = \frac{dv_O}{dp} \approx \frac{\Delta v_O}{\Delta p}$  define la sensitividad de la salida  $v_O$  con respecto a cambios en la cantidad  $p$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>En general, la sensitividad de una cantidad  $a$  con respecto a otra cantidad  $b$  es calculada de forma fraccional alrededor de un punto de operación  $(a_0, b_0)$ , como en  $S_a^b = \frac{da/da_0}{db/db_0}$ , y por lo tanto no tiene unidades. El texto ofrece el modo en que el termino se usa en la literatura de sensores.

- Rango o *span* - límites inferior y superior del rango de la cantidad medida para el cual el sensor actúa de acuerdo a las especificaciones. Por ejemplo, un sensor de temperatura puede tener un rango de  $0^{\circ}C$  a  $100^{\circ}C$ .
- Exactitud (*accuracy, uncertainty*) - error esperado del sensor, usualmente expresado como % de la escala máxima (*full-scale reading*). La "inexactitud" (*innaccuracy*) de un sensor se asocia con la presencia de un *bias* o error sistemático (con magnitud o signo posiblemente desconocido, pero cuyos límites pueden especificarse) en la salida.
- Precisión - Grado de reproducibilidad de una medida. Si, manteniendo la variable de entrada en un valor fijo, el sensor se usa varias veces para medir la variable, los resultados fluctuarán alrededor de un valor promedio. La dispersión de los resultados indican la falta de precisión del sensor. Una precisión alta implica que las medidas varían muy poco.
- Ruido - variaciones aleatorias en la salida del sensor causadas por fenómenos inherentes en el funcionamiento del aparato. La precisión del aparato está determinada por la cantidad de ruido interno o inherente<sup>2</sup>. En un instrumento hay varias fuentes de ruido, tales como el sensor, los componentes pasivos (resistencias, etc.) y los componentes activos (amplificadores operacionales, transistores). Para obtener un estimado del efecto del ruido se usa el valor de la raíz cuadrada del cuadrado del promedio (*rms*) que se obtiene integrando a lo largo de una banda de frecuencias. Como consecuencia el ruido se especifica en términos de  $\sqrt{Hz}$  como por ejemplo en  $V/\sqrt{Hz}$ .
- No-linearidad - diferencia máxima entre la respuesta real y la ideal o lineal del sensor a lo largo del rango.

## Error en la medición

Cuando se especifica el resultado de una medida es común incluir también un estimado del error (como en por ejemplo una temperatura de  $30^{\circ} \pm 0.1^{\circ}C$ , una presión de  $10 \pm 0.03psi$ , etcétera). El error de una medida depende de la precisión del aparato usado para efectuarla. La precisión puede cuantificarse efectuando la misma medida repetidas veces mientras la variable de entrada se mantiene constante, y observando la distribución de valores de la salida del sensor. Si los errores son aleatorios, la distribución será normal (*gaussian*) y se podrá caracterizar por un valor promedio  $\bar{x}$  y una desviación estándar  $\sigma$ . El error estimado en el resultado de una sola medida puede calcularse usando las siguientes formulas:

$$\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$e = 1.92\sigma + \alpha$$

donde  $N$  es el número de observaciones usadas para estimar la distribución,  $\alpha$  es una cantidad conocida como el "error estándar del promedio", y el factor de 1.92 se usa para especificar

---

<sup>2</sup>El ruido inherente en la operación de los componentes debe distinguirse de la interferencia, que consiste de señales inducidas por fuentes externas. La interferencia puede limitarse usando técnicas de aislamiento (*shielding*), pero el ruido es una característica de los componentes electrónicos.

el error con una confiabilidad de 95% (o sea que hay un 5% de probabilidad de que el error sea superior al especificado).