

1. SENSORES Y TRANSDUCTORES

- **Sensor**: hace referencia al dispositivo que proporciona una *respuesta* (normalmente mediante la generación de una señal eléctrica) *frente a estímulos* o señales físicas o químicas.
- **Transductor**: hace referencia al dispositivo que *convierte una señal de una forma de energía en otra señal de naturaleza diferente*.
 - La conversión puede ser de una señal física o química en una señal eléctrica (**transductor de entrada**) o viceversa (**transductor de salida** o actuador), o incluso puede no involucrar señales eléctricas (por ejemplo, un bimetalo convierte cambios de temperatura en cambios de curvatura del dispositivo).
- Al realizar una medida se toma energía del medio donde se mide, y éste se perturba. Por ello, la energía tomada debe ser mínima y la *señal de salida* (resultado de la transformación de la energía tomada del medio) es *pequeña*.
- El *dominio eléctrico* de las señales de salida permite la utilización de una gran cantidad de *recursos electrónicos* para su tratamiento (Cis amplificadores, filtros, etc.), transmisión o almacenamiento.

* A veces si habla de transductor como el dispositivo que realiza conversiones de energía no-eléctricas y el sensor se refiere al dispositivo que realiza la conversión final a señal eléctrica.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

- **Según aporte de energía**
 - Moduladores: precisan una fuente externa de alimentación.
 - Generadores: toman únicamente la energía del medio donde miden.
- **Según la señal de salida**
 - Analógicos: la salida varía de forma continua. Normalmente la información está en la amplitud. Cuando la información está en la frecuencia se denominan “cuasi-digitales”.
 - Digitales: la salida varía en pasos discretos.
- **Según el modo de funcionamiento**
 - Deflexión: la magnitud medida genera un efecto físico (deflexión).
 - Comparación: se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un efecto opuesto al generado por la magnitud medida.
- **Según la relación entrada-salida**: orden cero, 1^{er} orden, 2^o orden
- **Según el principio físico**: resistivo, capacitivo, inductivo, termoeléctrico, piezoeléctrico, ...
- **Según la magnitud media**: temperatura, presión, aceleración, pH ...

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.1 Diseño (*design*)

- Magnitud medida
- Características eléctricas
- Características mecánicas

3.2 Prestaciones (*performance*)

- Estáticas
- Dinámicas
- Ambientales

3.3 Fiabilidad (*reliability*)

- Tiempo o ciclos de vida

* *Lectura complementaria: What Transducer Performance Specs Really Mean, R.E. Tasker*

3.1 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

3.1.1 Magnitud medida (*measurand*)

- Naturaleza: magnitud que es detectada por el sensor (ej. Presión, aceleración, etc).

A veces, la magnitud medida es usada para calcular otras magnitudes.

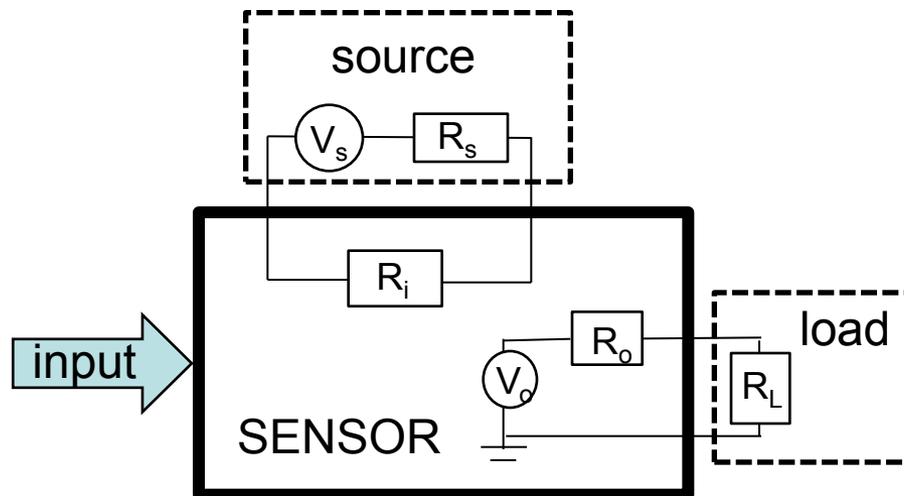
Idealmente el sensor solo responde a una magnitud de entrada (la salida es solo función de una magnitud) pero es frecuente que la salida se vea afectada por otras magnitudes (selectividad a una magnitud).

- Rango (*range*): límites superior e inferior de la magnitud medida.
- Span de entrada (input span) o fondo de escala de entrada (*input full scale* FS): diferencia algebraica entre los límites superior e inferior de la magnitud medida

3.1 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

3.1.2 Características eléctricas (*electrical design characteristics*)

Hacen referencia a las interfaces eléctricas del sensor considerado éste como una «caja negra».



3.1 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

3.1.2 Características eléctricas (*electrical design characteristics*)

- Salida (*output*): magnitud eléctrica producida por el sensor función de la magnitud medida.

Generalmente la salida es una función continua de la entrada (salida *analógica*) en la que la información va en la *amplitud* del voltaje o la corriente, o en cambios en la resistencia, la capacidad o la inducción magnética. La información puede ir en las variaciones de *frecuencia*, el periodo o la anchura de pulsos. En los sensores tipo *switch* la salida presenta solo dos valores posibles (todo-nada). La salida *digital* presenta incrementos discretos codificados (ej. código binario).
- Puntos finales (*end points*): valores de salida para los límites inferior y superior del rango de entrada del sensor.
- Span de salida (*output span*) o fondo de escala de salida (*output full scale FSO*): diferencia algebraica entre las salidas eléctricas medidas cuando se aplican los valores máximo y mínimo de la magnitud de entrada.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

3.1.2 Características eléctricas (*electrical design characteristics*)

- Excitación o alimentación (*excitation*): señal eléctrica externa que suministra la potencia necesaria para activar el funcionamiento del sensor.

Generalmente se especifica como un rango de tensión o voltaje. Otras veces se indica la máxima potencia aplicable, limitada para evitar un autocalentamiento excesivo. A veces también se indica la frecuencia y la estabilidad de la fuente de alimentación.

Una fuente externa es necesaria en los sensores moduladores pero no en los sensores generadores. Muchos sensores moduladores son ratiométricos porque la salida es proporcional a la señal de alimentación. Por ejemplo, el voltaje de salida (caída de tensión en un sensor resistivo) es el doble si se alimenta con una fuente de corriente que proporciona el doble de corriente.

- Impedancia de entrada (*input impedance*): impedancia que presenta el sensor a la fuente de alimentación.

Es importante que haya un buen acoplo con la impedancia de la fuente.

- Impedancia de salida (*output impedance*): impedancia medida en los terminales de salida del sensor.

Es importante que haya un buen acoplo con la impedancia de carga (impedancia de entrada del circuito al que se conecta la salida del sensor).

3.1 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

3.1.3 Características mecánicas (*mechanical design characteristics*)

Definen las interfaces físicas del sensor.

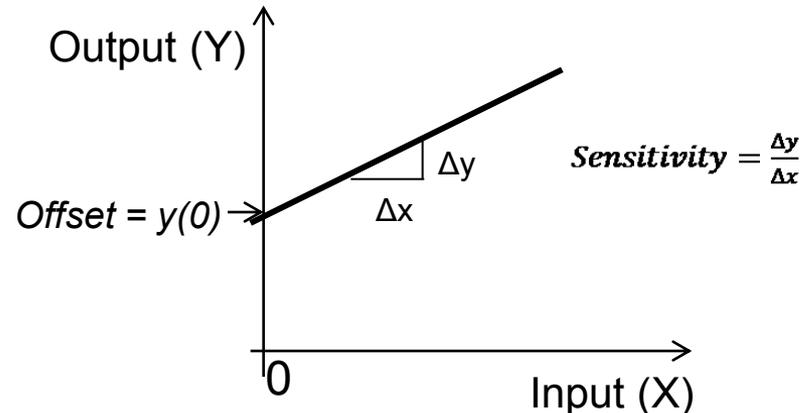
- Peso (weight).
- Configuración (*configuration*): normalmente se indica con dibujos esquemáticos todas las dimensiones y las localizaciones de todas las conexiones mecánicas, eléctricas y de fluidos, incluyendo cualquier agujero de montaje. Encapsulados o sellados especiales deben especificarse por la norma industrial que cumplen.
- Identificación (*nameplate information*): mediante la nomenclatura apropiada se señalan las características más relevantes del modelo.

3.2 PRESTACIONES

3.2.1 Características estáticas (*static performance characteristics*)

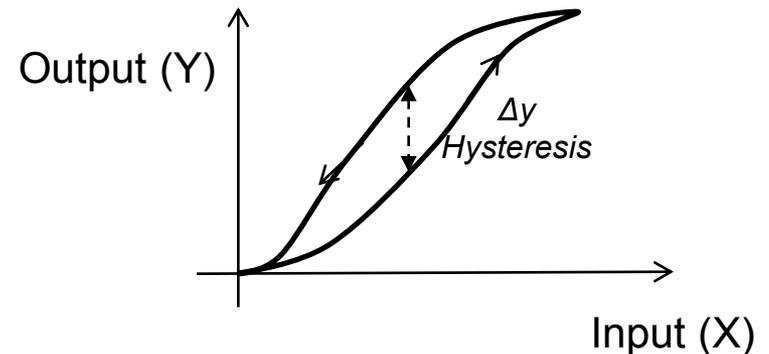
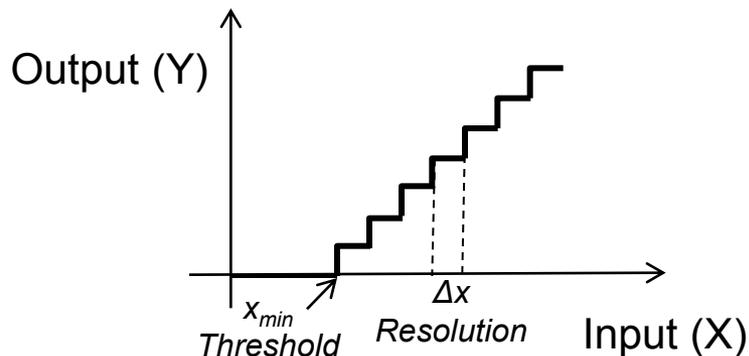
Describen las prestaciones del sensor en condiciones ambientales normales (temperatura $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, humedad relativa $< 90\%$, presión barométrica entre 88 y 108 kPa, en ausencia de vibraciones) cuando la entrada cambia muy lentamente.

- Sensibilidad (sensitivity): es la relación entre el cambio en la salida y el cambio en la entrada. Determina la pendiente de la función de transferencia o de la curva de calibración.
- Offset, Zero o null: es el valor de la salida para entrada cero.



3.2.1 Características estáticas (*static performance characteristics*)

- Resolución (*resolution*): es el mínimo cambio en la entrada que puede ser detectado a la salida.
 - La mayoría de los sensores analógicos tienen una resolución infinitesimal. En los sensores digitales, la resolución es finita y está limitada por el número de bits.
- Umbral (*threshold*): mínimo valor de la entrada que es detectado a la salida.
- Repetitividad (*repeatability*): diferencia en la salida cuando se aplican los mismos valores de entrada y en las mismas condiciones.
 - Reproducibilidad (*reproducibility*): hace referencia a la capacidad de obtener la misma salida cuando se aplican los mismos valores de entrada en «aparentemente» las mismas condiciones pero por diferentes personas o en diferentes laboratorios.
- Histéresis (*hysteresis*): máxima diferencia en la salida cuando los valores de la entrada se aproximan de forma creciente y luego decreciente.



3.2.1 Características estáticas (*static performance characteristics*)

- Linealidad (*linearity*): es la proximidad de la curva de calibración del sensor a una línea recta.
 - Debe siempre indicarse a qué recta nos referimos.
 - Theoretical-slope linearity: línea recta entre los puntos finales teóricos.
 - Terminal linearity: línea recta entre los puntos finales teóricos cuando estos van del 0 al 100% del rango y el fondo de escala de salida.
 - Independent linearity o best straight line: línea recta intermedia entre dos líneas rectas paralelas que envuelven todos los valores de salida en la curva de calibración
 - Least-squares linearity: línea recta obtenida de minimizar el cuadrado de los residuos (desviaciones de la salida real respecto a la línea recta calculada)
 - Point based linearity: línea recta que pasa por un punto determinado
 - La falta de linealidad puede ser debida a la existencia de saturación o zonas muertas.
 - Cuando la curva de calibración es inherentemente no lineal, se habla de conformidad (conformance) respecto a otro tipo de curva matemática.

