

Sensores y Actuadores

TRABAJO PRÁCTICO N° 2

Profesores:

Ing. JORGE E.MORALES

Tec. Sup. Mecatrónica C. GONZALO VERA

2022



Prácticas de sensores resistivos

La modalidad será la siguiente:

Cada práctica se desarrollará en forma grupal, debiendo subir el desarrollo de la misma al repositorio establecido por grupo. Los ejercicios serán implementados de forma que a cada integrante le corresponda 1 o más tareas (issues); por lo que deberán crear el proyecto correspondiente, con la documentación asociada si hiciera falta, y asignar los issues por integrante. De esta forma quedara documentada la colaboración de cada alumno.

Ejercicio 1

a) Explique que es régimen estático y transitorio de un sensor.

Régimen estático: Se refiere a las características del sensor cuando su señal de entrada no varia mas o lo realiza en forma lenta.

Régimen dinámico. Hace referencia al comportamiento del sensor en regimen transitorio.

b) Enumere las características estáticas de un sensor.

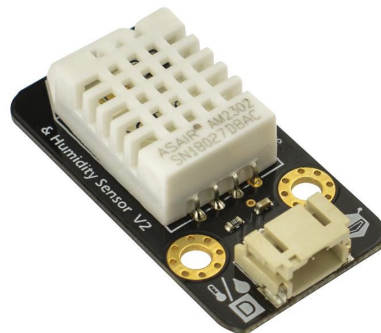
- Rango
- Alcance
- Error
- Exactitud
- precisión
- Sensibilidad
- Linealidad
- Histéresis
- Zona muerta
- Sensibilidad
- Resolución

c) Detalle brevemente que significa cada una de estas características estáticas.

- Rango: Es el intervalo entre el valor mínimo y máximo que se puede medir.
- Alcance: Es la diferencia entre el V_{min} y V_{max} del rango.
- Error: Expresa la desviación entre la magnitud medida y la dada por el sensor.
- Exactitud: Proximidad entre el valor medido y el valor real (valor calibrado)
- Precisión: Determina la variación entre varias lecturas (repetibilidad)
- Sensibilidad: Es el factor de ganancia.
- Linealidad: Aproximación a la recta que minimiza la dispersión de medidas.
- Histéresis: Es la desviación en la salida cuando la entrada varia por izquierda o por derecha.
- Zona muerta: Es el rango de la medición para la cual el sensor no varia su salida.
- Resolución: Mínima variación provista por el sensor.

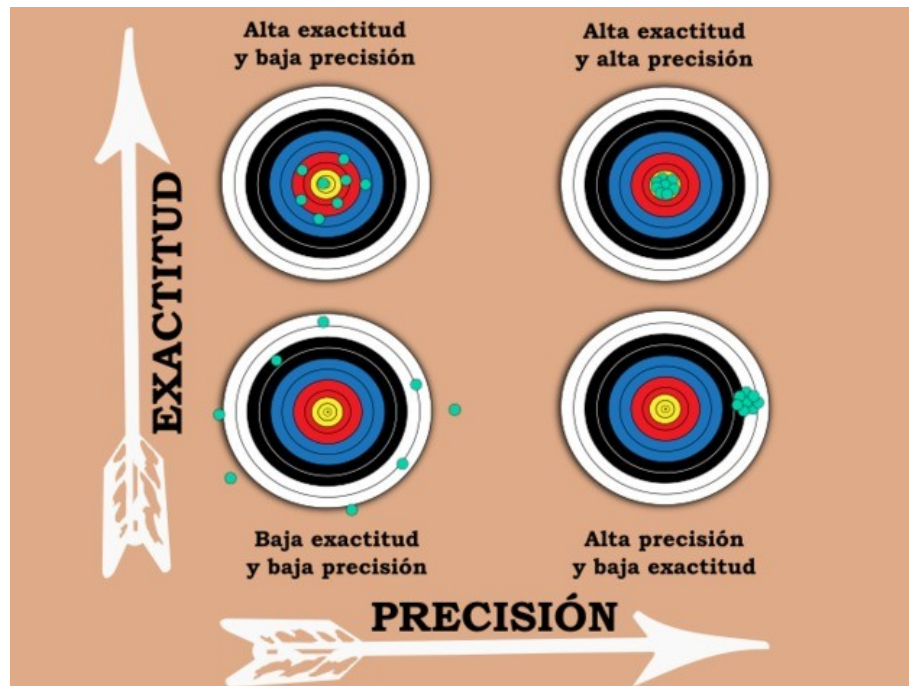
d) De ejemplo de las características de 1 sensor real, por ejemplo (temperatura, presión, humedad, aceleración, posición, color, distancia).

Sensor de humedad relativa y temperatura DHT22:



Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +-2%RH(Max +-5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

e) Ejemplifique gráficamente la diferencia entre precisión y exactitud.



f)Cuál es la relación entre error y exactitud de un instrumento.

La inexactitud esta contenida (prevista) nunca va a ser mayor en términos absolutos que el error dado por la hoja de datos.

Tan absurdo resultaría negar el error como invertir esfuerzos más allá de lo razonable para conseguir pequeñas reducciones del mismo una vez que se ha conseguido una exactitud adecuada para los objetivos del trabajo. La actitud más razonable es tratar de estimar la magnitud de los errores cometidos, comunicarlo y tenerlo en cuenta para no pedirle a los resultados una precisión mayor de la que realmente pueden ofrecer.

En primer lugar hay que distinguir entre precisión y exactitud. Precisión es el detalle con el que un instrumento o procedimiento puede medir una variable mientras que exactitud es lo que se acerca esta medición al valor real. El error es la diferencia entre el valor real y el medido, sin embargo puesto que el valor real nunca se conoce realmente, el error siempre debe estimarse.

Por ejemplo, una regla tiene una precisión de milímetro mientras que un metro de electricista tiene una precisión de centímetro. Sin embargo será más exacto medir un muro con un metro que con una regla ya que el instrumento es más apropiado.

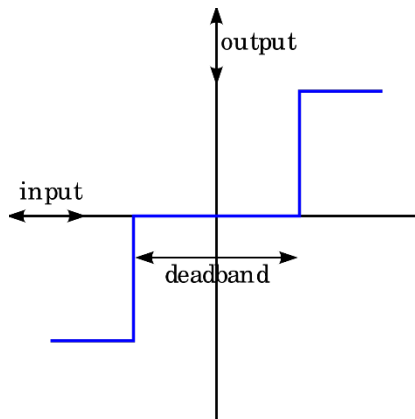
- g) Que se puede decir de la incertidumbre de los sensores y las mediciones que realizamos. Es real lo que medimos?

El término incertidumbre aparece asociado siempre a la medida de magnitudes.

La incertidumbre es una medida cuantitativa de la calidad del resultado de medición, que permite que los resultados de medida sean comparados con otros resultados, referencias, especificaciones o normas.

La incertidumbre del resultado de un ensayo debe tenerse en cuenta al interpretar los resultados del mismo, es necesario dar intervalos de confianza para ciertas magnitudes, siendo los métodos de evaluación de incertidumbre capaces de calcular esos intervalos de confianza.

- h) Como se interpreta una curva dead band?

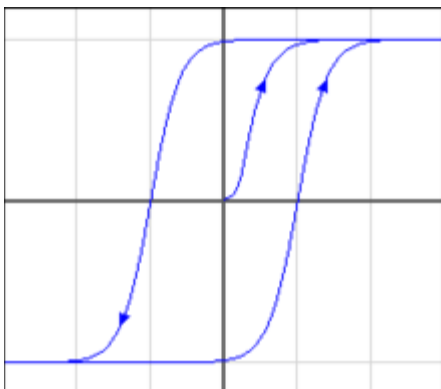


Moverme de izquierda a derecha y viceversa dentro de la zona muerta no produce cambios en mi salida.

- i) Cual es la importancia de la sensibilidad y resolución de un sensor.

La sensibilidad y la resolución del transductor de nivel determinan la precisión y la estabilidad del transductor de nivel y juegan un papel vital en el desarrollo del sensor.

- j) Explique diferencia entre histéresis y zona muerta.



La histéresis es la tendencia de un material a conservar una de sus propiedades, en ausencia del estímulo que la ha generado. Podemos encontrar diferentes manifestaciones de este fenómeno. Por extensión se aplica a fenómenos que no dependen solo de las

circunstancias actuales, sino también de cómo se ha llegado a esas circunstancias. La Zona muerta es el rango de valores de la medición, para el cual el instrumento no varía su indicación o señal de salida. Suele ser indicada como un porcentaje del alcance del instrumento

k) Porque conviene que un sensor tenga una respuesta lineal

La linealidad minimiza la influencia de las imperfecciones más adelante en el circuito. Por ejemplo, digamos que hay un pequeño nivel constante de ruido introducido por un preamplificador. Si necesita corregir la respuesta de ese sensor Y suyo, el nivel de ruido *eficaz* (SNR) es proporcional a la derivada de la función inversa, es decir,

$$\partial X / \partial Y = d / d X \sqrt{\langle \epsilon \rangle} Y = 1 / 2 \sqrt{Y} \propto 1 / X.$$

A niveles bajos de X , este ruido efectivo tiende a infinito (de manera equivalente, la SNR se aproxima a cero). En realidad, no es tan dramático, ya que las perturbaciones no son infinitesimales, pero el problema es real: cuando la tensión de salida está débilmente correlacionada con el valor medido, la máxima precisión alcanzable.

Ahora puede pensar en filtrar el ruido de alguna manera, pero surge otro problema: el filtrado de frecuencia es básicamente lineal, y para funcionar bien, *asume* que la señal en sí misma es lineal: para usar la terminología física, le gustaría filtrar a *conmutar* con la medición. Eso no se da con un sensor no lineal, por ejemplo, si tiene una señal de alta frecuencia en su cantidad de X alrededor de alguna X_0 , y filtre Como resultado de la señal Y , obtendrás un desplazamiento constante por encima del valor Y_0 , ya que la no linealidad cuadrada "dobla la perturbación hacia arriba".

Ejercicio 2

Un sensor de temperatura, que tiene un rango de medida de 20-250 °C, entrega una lectura de 55 °C. Especificar el error en la lectura si la exactitud se expresa de las siguientes formas, indicando el rango de medición en cada caso.

a) +- 0,5% del valor máximo de lectura

$$E(v_{\max}) = \pm (0,5 \cdot 250) / 100 = \pm 1,25 \text{ °C}$$

b) +- 0,75% del alcance (FS)

$$E(\text{alcance}) = \pm (0,75 \cdot 230) / 100 = \pm 1,72 \text{ °C}$$

c) $\pm 0,8\%$ de la lectura
 $E(\text{lectura}) = \pm (0,8 \cdot 55) / 100 = \pm 0,44 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Ejercicio 3

Determinar el **alcance**, **exactitud** y **precisión** de cada uno de los modelos de sensores de presión que se muestran en el catálogo.

Model		PSE570	PSE573	PSE574	PSE575	PSE576	PSE577
Fluid	Applicable fluid	Gas or liquid that will not corrode the materials of parts in contact with fluid					
Pressure	Rated pressure range	0 to 1 MPa	-100 to 100 kPa	0 to 500 kPa	0 to 2 MPa	0 to 5 MPa	0 to 10 MPa
Accuracy	Analog output accuracy (Ambient temperature of 25°C)	±1.0% F.S.			±2.5% F.S.		
	Repeatability (Ambient temperature of 25°C)	±0.2% F.S.			±0.5% F.S.		
Alcance:		1 – 0 = 1 [MPa]	100 – (-100) = 200 [kPa]	500 – 0 = 500 [kPa]	2 – 0 = 2 [MPa]	5 – 0 = 5 [MPa]	10 – 0 = 10 [MPa]
Exactitud:		1% de 1 [MPa] $\frac{1 \cdot 1}{100} = 0.01$ ± 0.01 [MPa]	1% de 200 [kPa] $\frac{1 \cdot 200}{100} = 2$ ± 2 [kPa]	1% de 500 [kPa] $\frac{1 \cdot 500}{100} = 5$ ± 5 [kPa]	2.5% de 2 [MPa] $\frac{2.5 \cdot 2}{100} = 0.05$ ± 0.05 [MPa]	2.5% de 5 [MPa] $\frac{2.5 \cdot 5}{100} = 0.125$ ± 0.125 [MPa]	2.5% de 10 [MPa] $\frac{2.5 \cdot 10}{100} = 0.25$ ± 0.25 [MPa]
Precisión:		0.2% de 1 [MPa] $\frac{0.2 \cdot 1}{100} = 0.002$ ± 0.002 [MPa]	0.2% de 200 [kPa] $\frac{0.2 \cdot 200}{100} = 0.4$ ± 0.4 [kPa]	0.2% de 500 [kPa] $\frac{0.2 \cdot 500}{100} = 1$ ± 1 [kPa]	0.5% de 2 [MPa] $\frac{0.5 \cdot 2}{100} = 0.01$ ± 0.01 [MPa]	0.5% de 5 [MPa] $\frac{0.5 \cdot 5}{100} = 0.025$ ± 0.025 [MPa]	0.5% de 10 [MPa] $\frac{0.5 \cdot 10}{100} = 0.05$ ± 0.05 [MPa]

Ejercicio 4

Durante el diseño de un equipo de control de temperatura se ensayan cuatro sensores A, B, C y D. Cada uno de estos sensores fue probado tomando cinco lecturas mientras se mantenía una temperatura constante de 18 [°C], dando como resultado los datos consignados en la tabla. ¿Cuál sensor ofrece la mayor **exactitud** y cuál ofrece la mayor **precisión**?

Sensor	Lectura 1 [°C]	Lectura 2 [°C]	Lectura 3 [°C]	Lectura 4 [°C]	Lectura 5 [°C]	Promedio	Desviación estándar
A	18.10	18.05	18.00	18.10	18.15	18.08	0.057
B	18.00	18.05	18.00	18.05	18.00	18.02	0.027
C	17.95	17.90	17.85	17.98	17.80	17.90	0.073
D	17.90	17.92	17.91	17.90	17.91	17.91	0.008

• **Exactitud:** Grado de aproximación al **valor verdadero**.

• **Precisión:** Grado de dispersión entre las **lecturas**.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

El sensor **más exacto** es el B.
El sensor **más preciso** es el D.