



TECNICATURA SUPERIOR EN TELECOMUNICACIONES

SENSORES Y ACTUADORES

SEMANA 2

REALIZADO POR:
DANIELLA MAZZINI

DOCENTES:
GONZALO VERA
JORGE MORALES

Ejercicio 1

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

El **régimen estático** describe la actuación del sensor en una situación permanente o con cambios verdaderamente lentos de la variable a medir, por lo tanto podríamos llamarle entrada constante. Mientras que el **régimen transitorio** describe su actuación en una etapa dinámica en dónde se producen cambios de las magnitudes en juego a través del tiempo, lo que significa una evolución del sistema hasta llegar a un valor final ante la variación aplicada en la entrada.

- b) Enumere las características estáticas de un sensor.

1. Rango
2. Alcance
3. Error
4. Exactitud
5. Precisión
6. Incertidumbre
7. Zona muerta
8. Sensibilidad
9. Resolución Histéresis
10. Linealidad

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

Rango

También conocido como **campo de medida**, y en inglés, **range**.

Espectro o conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro los **límites superior** e **inferior** de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento.

Se expresa estableciendo los dos valores extremos.

Sensor: 100 – 300 [°C]

Alcance

También conocido como **fondo de escala**, y en inglés, **span** o **full scale (FS)**.

Diferencia algebraica entre los valores **superior** e **inferior** del rango del instrumento.

Sensor: 100 – 300 [°C]



$$300 - 100 = 200[\text{°C}]$$

Error

El **error** de una medida es la **desviación** entre el valor **real** de la variable medida y el valor **leído** por el instrumento.

$$\text{Error} = \text{Valor real} - \text{Valor leído}$$

$$\text{Error absoluto} = |x_R - x_M|$$

$$\text{Error relativo} = \frac{\text{Error absoluto}}{x_R} \cdot 100$$

El error relativo es una indicación **porcentual** de la desviación entre el valor real y el medido.

Exactitud

La **exactitud** (**accuracy**) es la cualidad de un instrumento por la que tiende a dar lecturas próximas al **valor verdadero** de la magnitud medida.

“Grado de aproximación al valor verdadero”

La **exactitud** define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio durante un período de tiempo determinado (1 año).

Precisión

La **precisión** (**precision**) es la cualidad de un instrumento por la que tiende a dar lecturas muy próximas unas a otras.

“Grado de dispersión entre las lecturas”

Los instrumentos están diseñados para ser **precisos**, pero se descalibran con el uso. Deben **reajustarse** para ser **exactos**.

Precisión es sinónimo de **repetibilidad**

Incertidumbre

“Es la **duda** que existe acerca del resultado de cualquier medición”.

Cuando se realiza una operación de **calibración**, se compara el instrumento con un **patrón** para averiguar si el error se encuentra dentro de los límites dados por el fabricante.

Como el instrumento **patrón** no permite medir exactamente el valor verdadero (tiene su **propio error**) e intervienen diversas **fuentes** de error, no es posible caracterizar la medida por un único valor, lo que da lugar a la **incertidumbre** (**uncertainty**).

Zona muerta

También conocida como **banda muerta**, y en inglés como **dead zone** o **dead band**.

Rango de **variación** de la señal de **entrada** que **no produce** cambio apreciable en la señal de **salida**.

Resolución

Conocida en inglés como **resolution**.

En algunos sensores e instrumentos de medida, una variación continua de la señal de entrada no da lugar a una variación continua en la salida (comportamiento escalonado).

Se define como la mínima variación de la **magnitud medida** que da a lugar a una **variación perceptible** de la indicación del instrumento.

Se puede expresar como porcentaje del **alcance**.

Linealidad

También conocida como **no linealidad** o **error de linealidad**, en inglés, **non-linearity**.

Es la máxima desviación de la curva de calibración con respecto a la **línea recta** por la que se aproxima el comportamiento (normalmente, es la línea que pasa por los puntos del 0 y 100% de la variable medida).

Sensibilidad

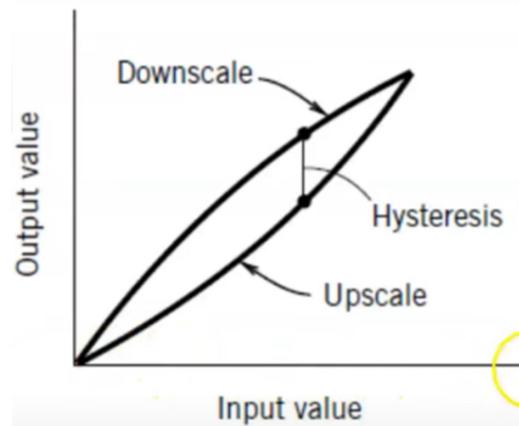
La **sensibilidad** (**sensitivity**, **scale factor**, **gain**) es la razón entre el incremento de la señal de **salida**, y el incremento de la señal de **entrada**.

$$\left[\frac{\text{Señal de salida}}{\text{Señal de entrada}} \right]$$

Histéresis

También conocida como **error de histéresis**, en inglés, **hysteresis**.

Desviación que se produce en la señal de salida para un mismo valor de la señal de entrada cuando se llega desde **sentidos contrarios**.



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

Sensor de Nivel de Agua

Especificaciones:



- Voltaje de funcionamiento: 3-5VDC
- Corriente de funcionamiento: menos de 20mA
- Tipo de sensor: analógico
- Área de detección: 40mmx16mm
- Proceso de producción: FR4 HASL de doble cara.
- Temperatura de funcionamiento: 10 °C -30 °C
- Humedad: 10% -90% sin condensación
- Dimensiones del producto: 62x20x8mm

- e) Ejemplifique gráficamente la diferencia entre precisión y exactitud.



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

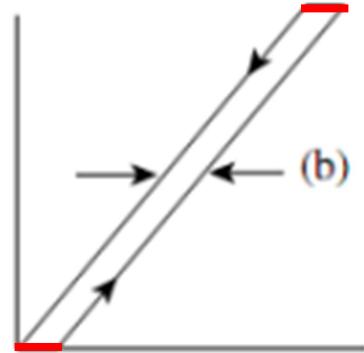
La **exactitud** de una medida o aproximación es el grado de cercanía con el valor exacto. El **error** es la diferencia entre la aproximación y el valor exacto.

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

Se debe tomar en cuenta la existencia de incertidumbre al interpretar los resultados de las mediciones, ya sea mediante el ensayo y prueba en un rango de confianza o basados en la comprensión teórica. Con ello se establece un límite de esta característica, dependiendo de aquello podemos tener resultados bastante cercanos a lo idealizado.

- h) Cómo se interpreta una curva dead band?

Es el rango en el que la entrada varía sin que se inicie una respuesta observable. Se expresa como un porcentaje del Span. Está relacionada con la sensibilidad. En el gráfico adjunto se puede observar el eje x como el porcentaje de señal de entrada y el eje y como el porcentaje de señal de salida. Tenemos dos zonas marcadas con color que son las bandas muertas.

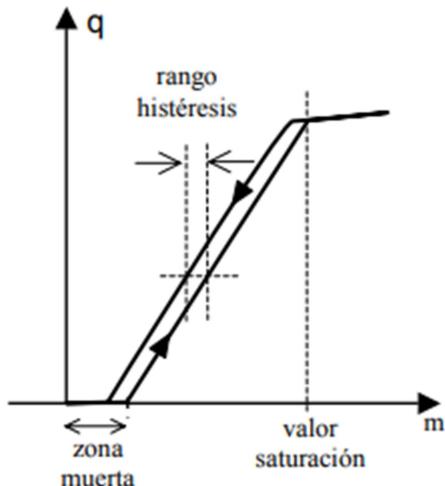


- i) Cuál es la importancia de la sensibilidad y resolución de un sensor.

En ambos casos hablamos sobre la variación de las magnitudes entre señal de entrada y señal de salida, es importante tener una resolución que nos muestre un rango mayor en el cual exista variación, de lo contrario se pierde el seguimiento adecuado de las variables.

- j) Explique diferencia entre histéresis y zona muerta.

La histéresis habla sobre un error que aparece cuando recorremos en el otro sentido la relación entre salida y entrada, es como si para ir a un lugar tomamos un camino determinado y al devolvernos cambiamos una cuadra del trayecto. En cambio, zona muerta es el tramo en donde no se apreciaría que estamos caminando hacia el objetivo.



- k) Porque es conveniente que un sensor tenga una respuesta lineal.

Una respuesta lineal se predice de mejor forma y podemos teóricamente comparar los resultados del sensor a esta respuesta, es sencilla y de fácil comprensión.

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) $\pm 0,5\%$ del valor máximo de lectura

$$\text{Error} = +/ - \frac{250 * 0,5}{100} = +/ - 1,25$$

Aquí se multiplica el valor máximo del rango de medición por el porcentaje dado y dividido en 100. Tenemos entonces la lectura entre $53,75 - 56,25$ °C

- b) $\pm 0,75\%$ del alcance (FS)

$$\text{Alcance} = 250 - 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 230 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Error} = +/ - \frac{230 * 0,75}{100} = +/ - 1,72$$

c) $\pm 0,8\%$ de la lectura

$$Error = +/ - \frac{55 * 0,8}{100} = +/ - 0,44$$

Aquí se multiplica el valor de lectura por el porcentaje dado y dividido en 100. Tenemos entonces la lectura entre $54,56 - 55,44$ °C

Ejercicio 3

Determinar el alcance, exactitud y precisión de cada uno de los modelos de sensores de presión que se muestran en 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)		$\pm 1.0\%$ F.S.		$\pm 2.5\%$ F.S.		$\pm 0.5\%$ F.S.	
Repeatability (Ambient temperature of 25°C)	$\pm 0.2\%$ F.S.							
Alcance:		1MPa	200kPa	500kPa	2MPa	5MPa	10MPa	
Exactitud:		+/- 0,01 MPa	+/- 2kPa	+/- 5kPa	+/- 0,05 MPa	+/- 0,125 MPa	+/- 0,25 MPa	
Precisión:		+/- 0,002 MPa	+/- 0,04 kPa	+/- 1 kPa	+/- 0,01 MPa	+/- 0,025 MPa	+/- 0,05 MPa	

Ejercicio 4 (ejemplo)

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		
B	18.00	18.05	18.00	18.05	18.00		
C	17.95	17.90	17.85	17.98	17.80		
D	17.90	17.92	17.91	17.90	17.91		

• **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.

El sensor B ofrece **mayor exactitud**, ya que tiene 2 lecturas de 18.0 °C que es lo mismo que la temperatura constante de referencia.

El sensor D presenta **mayor precisión** al comparar todas sus lecturas que pese a lo alejadas que se encuentran del valor de referencia entre sí tienen una diferencia de 0,01°C