

Ejercicio 1

A. Explique que es régimen estático y transitorio de un sensor.

Régimen estático: Se refiere a las características cuando la señal de entrada del sensor cambia poco o cambia lentamente.

Régimen dinámico: Se refiere al comportamiento del sensor en un estado transitorio.

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN.

Características de los Sistemas de Medición.

Todo sensor eléctrico, mecánico, químico, cuenta con características intrínsecas propias de los materiales con que fueron construidos. Estas características dependen de la respuesta del sensor a un estímulo externo y pueden ser: características estáticas y dinámicas. Las características estáticas de los instrumentos, sensores o sistemas de medida son las que aparecen en estos después de que ha pasado mucho tiempo, régimen permanente. Se cuantifica en términos de error. Las características dinámicas se presentan en la respuesta de los sensores a un cambio brusco en su entrada, régimen transitorio, en general se presentan en los sensores que cuentan con elementos que almacenan energía (condensadores, inductancias, masas, resortes, etc). Estas características están representadas por el error dinámico y por la velocidad de respuesta.

B. Enumere las características estáticas de un sensor.

- ❖ Rango
- ❖ Alcance
- ❖ Error
- ❖ Exactitud
- ❖ Precisión
- ❖ Sensibilidad
- ❖ Linealidad
- ❖ Histéresis
- ❖ Zona muerta
- ❖ Sensibilidad
- ❖ Resolución

Otras características también empleadas son:

- Error absoluto.
- Error de no linealidad.
- Repetibilidad.
- Reproducibilidad.
- Rango de medida.
- Rango de trabajo o de operación.
- Offset o desplazamiento del cero.

- Tiempo de respuesta.
- Función de transferencia.

C. Detalle brevemente que significa cada una de estas características estáticas.

- Rango: Es el intervalo entre los valores mínimo y máximo que se pueden medir.
- Alcance: Es la diferencia entre V_{min} y V_{max} del rango.
- Error: Indica la desviación entre la magnitud medida y la magnitud dada por el sensor
- Exactitud: Calidad que caracteriza la capacidad de un instrumento de medida de dar indicaciones que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida. La exactitud de un sensor se determina mediante la denominada calibración estática.
- Repetibilidad: Especifica la habilidad del instrumento para entregar la misma lectura en aplicaciones repetidas del mismo valor de la variable medida.
- Reproductividad: Se refiere a la capacidad del instrumento de mantener una misma lectura cuando el valor de la especie medida está a valor constante. También se utiliza este término para describir la capacidad de entregar el mismo valor medio y desviación estándar al medir repetidamente un mismo valor.
- Rango de medida: Expresa los límites inferior y superior del instrumento. Por ejemplo, los sistemas de medición de pH suelen ser de rango 0 a 14 (aun cuando la "escala" conceptual de pH puede exceder este rango; pero, en soluciones que no llamaríamos "acuosas").
- Rango de trabajo o de operación: Muchos instrumentos, sobre todo los industriales, permiten definir sub-rangos de su rango intrínseco, Típico de medidores de pH, sub-rangos de 0 a 1,4; de 1 a 2,4; de 2 a 3,4; etc. El rango de trabajo mejora la resolución, pero no necesariamente la sensibilidad.
- Precisión: Es la cualidad que caracteriza la capacidad de un instrumento de medida de dar el mismo valor de la magnitud medida, al medir varias veces en unas condiciones determinadas. Habitualmente, la precisión se expresa como porcentaje de la escala completa. La precisión está asociada al cálculo de la desviación estándar del instrumento o de un procedimiento analítico.

- Error absoluto: Expresa la diferencia entre la magnitud medida y la lectura instrumental. En toda aplicación se desearía que el error fuese 0; sin embargo, todos los instrumentos modifican su comportamiento a lo largo de su vida y es común calibrarlos de cuando en cuando. Un instrumento tan sencillo como un termómetro de mercurio se debe calibrar para corregir el error. Por ejemplo, si un reactor está a 70°C y el instrumento lee 69°C, el error será de -1°C. El error se define, habitualmente, como Valor de Lectura-Valor Real; si bien podría usarse a la inversa sin mayores confusiones, con tan sólo especificar que opción se usa.
- Error de no lineado: Los instrumentos ideales son lineales. De hecho, la mayoría de los sistemas instrumentales comerciales tienen respuesta lineal. Puede ocurrir, sin embargo, que la respuesta no sea estrictamente lineal y aparezca un error por la no linealidad de la respuesta del instrumento. Un caso típico que conviene tener en cuenta es el de los electrodos y medidores de pH. La escala de pH resulta lineal pues el potencial de Nernst generado corresponde al logaritmo negativo de la concentración molar de hidrógeno ionizado (H⁺). A pesar de la sólida definición que sustenta la linealidad del medidor y de la electrónica utilizada para la amplificación, los sistemas (electrodo más medidor) de medición de pH sufren de no linealidades y, en realidad, la relación entre el pH de la solución y el pH medido es más bien como indican los puntos (circulitos) que no como la línea sólida (hipotética respuesta lineal).
- Tiempo de respuesta: La medición de cualquier variable de proceso puede implicar una demora, (debida a fenómenos de equilibrio, transporte, etc.) que debe ser definida adecuadamente. Si la medición tiene una cinética más lenta que la de la propia variable, habrá que disponer de sistemas complejos de predicción del valor en lugar de descansar sólo sobre la medición instrumental. Los tiempos de respuesta se definen en base al tiempo necesario para obtener una medida que corresponda al 96% (o cualquier otro porcentaje) del valor final. Los electrodos de pH comunes, por ejemplo, tienen tiempos de respuesta del orden 5 segundos; pero existen electrodos de mejores tiempos de respuesta (electrodos de "Ross"), del orden de un segundo.
- Sensibilidad: Calidad que caracteriza la capacidad de un instrumento de medida para detectar la mínima sensación que le hace provocar una variación. La sensibilidad se expresa cuantitativamente mediante la tasa de cambio de la medición respecto del cambio en la especie medida. Es común (pero erróneo) asociar la sensibilidad a la escala de lectura; p.e. si una escala de temperatura tiene divisiones cada un grado centígrado, se podría pensar que la sensibilidad fuese de ½ grado porque no sería posible "estimar" valores como ¼ de grado. En realidad, es posible que el sistema necesite un cambio de uno antes de modificar su aguja indicadora..
- Linealidad: Aproximación a una línea que minimiza la dispersión de la medida

- Histéresis: Algunos instrumentos presentan un fenómeno de "memoria" que impone una histéresis a su respuesta. En particular, un sistema de medición de presión podría indicar los cambios de presión según si la presión anterior era más alta o más baja que la actual, debido a fenómenos de resistencia viscosa al desplazamiento de partes interiores del sensor. Así, una presión de 3 p.s.i.g., por ejemplo, podría leer 3,1 si la presión acaba de bajar, pero 2,9 si esta ha subido. El diagrama tradicional de las respuestas con histéresis consiste de dos curvas, en lugar de la línea recta hipotética.
- Zona muerta: Los instrumentos suelen ser insensibles a muy pequeños cambios, porque su sensibilidad así lo impone. Este mismo concepto puede ser visto a la inversa, especificando, en cambio, la banda (en el sentido de espacio) muerta del instrumento, es decir, lo grande que debe ser el cambio de la medida para que el instrumento reaccione. Este término también se aplica a los rangos de valor de la medida para los que el instrumento no responde; p.e. temperaturas debajo o sobre el rango de un termómetro.
- Offset o Desplazamiento del cero: La lectura en cero suele cambiar por razones asociadas al uso de un instrumento o porque las etapas amplificadoras sufren de deriva en el tiempo (como, por ejemplo, la línea base de un cromatograma). Los instrumentos deben especificar su tolerancia al desplazamiento del cero y, además, los procedimientos y periodicidad de recalibraciones. Un caso muy típico es el cero de la escala de pH (la concentración molar de H^+ es igual a la de OH^- a pH 7,00) que se debe recalibrar frecuentemente.
- Función de transferencia: Un instrumento se puede caracterizar formalmente mediante su función de transferencia, es decir, por su modelo matemático Entrada/Salida, donde la entrada es el valor real de la propiedad medida y la salida es la lectura en el instrumento. La ganancia deberá ser unitaria; pero tanto la forma dinámica de la respuesta (si oscila, por ejemplo) entre cambios como el tiempo de respuesta pueden ser importantes para la aplicación que se esté diseñando. Las funciones de transferencia de instrumentos de alta calidad suelen estar disponibles desde el fabricante
- Resolución: Expresa la posibilidad de discriminar entre valores, debido a las graduaciones del instrumento. Se suele hablar de número de dígitos para indicadores numéricos digitales y de porcentaje de escala para instrumentos de aguja. Por ejemplo, los termómetros de baja calidad sólo tienen indicaciones cada 10 °C, sin subdivisiones, a fin de enfatizar al usuario que el instrumento sólo da una noción y no se debe usar como instrumento de alta resolución. La resolución está en línea directa relación a la escala del instrumento.

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

Sensor infrarrojo de movimiento PIR HC-SR501

El módulo PIR modelo HC-SR501 es de bajo costo, pequeño, e incorpora la tecnología más reciente en sensores de movimiento. El sensor utiliza 2 potenciómetros y un jumper que permiten modificar sus parámetros y adaptarlo a las necesidades de la aplicación: sensibilidad de detección, tiempo de activación, y respuesta ante detecciones repetitivas.

Sus especificaciones técnicas son:

- Usa el PIR LHI778 y el controlador BISS0001
- Voltaje de alimentación: de 5 a 12 VDC
- Consumo promedio: <1 miliampere
- Rango de distancia de 3 a 7 metros ajustable.
- Ángulo de detección: cono de 110°
- Ajustes: 2 potenciómetros para ajuste de rango de detección y tiempo de alarma activa.
- Jumper para configurar la salida de alarma en modo mono-disparo o disparo repetitivo ('retriggerable')
- Salida de alarma de movimiento con ajuste de tiempo entre 3 segundos a 5 minutos.
- Salida de alarma activa Vo con nivel alto de 3.3 volts y 5 ma source, lista para conexión de un led, ó un transistor y relevador.
- Tiempo de inicialización: después de alimentar el módulo HC-SR05, debe transcurrir 1 minuto antes de que inicie su operación normal. Durante ese tiempo, es posible que el módulo active 2 ó 3 veces su salida.
- Tiempo de salida inactiva: cada vez que la salida pase de activa a inactiva, permanecerá en ese estado los siguientes 3 segundos. Cualquier evento que ocurra durante ese lapso es ignorado.
- Temperatura de operación: -15° a +70° C.
- Dimensiones: 3.2 x 2.4 x 1.8 cms



Según el tipo de variable que deban medir o detectar encontramos 12 tipos de sensores:

1. *El sensor de temperatura nos proporciona información de la temperatura del*

Sensor de temperatura: exterior (es decir, del medio), mediante impulsos eléctricos. Estos sensores permiten controlar la temperatura de ambiente. Los sensores de temperatura son en realidad resistencias, cuyo valor asciende con la temperatura, o disminuye con ella. En el primer caso, lo denominamos termistor PTC, y en el segundo, termistor NTC. A su vez, los sensores de temperatura pueden ser de diferentes tipos: de contacto, de no-contacto, mecánicos y eléctricos.

- Un ejemplo de sensor de temperatura es un termómetro (el clásico, de mercurio) (en este caso, se trata de un sensor mecánico). Este tipo de sensores son especialmente utilizados en el sector industrial; su objetivo es controlar la temperatura de las diferentes máquinas, entre otros.

2. Otros tipos de sensores son los de la luz; en este caso, se trata de dispositivos Sensores de luz: electrónicos que responden al cambio en la intensidad de la luz. Es decir, permiten determinar la presencia de luz. Así, este tipo de sensores detectan la luz visible (es decir, la que percibimos con el ojo), y además, responden en función de su intensidad.

- Un ejemplo de sensor de luz es la célula fotoeléctrica, un dispositivo que transforma la energía lumínica en energía eléctrica, a través de un efecto denominado “efecto fotoeléctrico”. Este dispositivo permite generar energía solar fotovoltaica.

3. Los sensores de distancia son dispositivos que permiten medir distancias, además, Sensores de distancia: dependiendo del tipo, también pueden utilizarse como sensores de presencia o movimiento.

- Un ejemplo de sensor de distancia es el infrarrojo, basado en un sistema de emisión y recepción de radiación. También encontramos, como ejemplo de sensor de distancia, el sensor ultrasónico, que envía pulsos haciendo que las ondas reboten en la superficie.

4. Los siguientes tipos de sensores, los de proximidad, consisten en transductores Sensores de proximidad: que detectan la presencia de objetos (obstáculos, personas...) sin necesidad de un contacto. En algunos casos también se pueden configurar para que midan la distancia.

5. Los sensores de posición nos permiten determinar qué ubicación tiene un Sensores de posición: determinado objeto. Como característica de los mismos, encontramos que generalmente disponen de un sistema electrónico particular, a fin de que puedan determinar la ubicación con la máxima precisión.

6. Los sensores de color convierten la luz en frecuencia, a fin de poder detectar los Sensores de color: colores de determinados objetos a partir de su radiación reflejada; lo que hacen es comparar estas radiaciones con los valores de referencia guardados. Estos tipos de sensores emiten tres tipos de luz: roja, verde y azul, y lo hacen sobre los objetos que pretenden analizar. Finalmente, estos dispositivos generan una señal de salida (una respuesta).

7. Estos tipos de sensores lo que hacen es medir la humedad relativa, así como la Sensores de la humedad temperatura del ambiente. Concretamente, actúan emitiendo una señal acondicionada, gracias a una serie de circuitos integrados de que disponen. Los sensores de humedad captan las señales del ambiente para detectar estos parámetros (humedad y temperatura). Además, el margen de error que tienen suele ser muy pequeño.

- Por otro lado, a modo de ejemplo, este tipo de sensores se pueden aplicar para detectar el nivel de líquido en un depósito; también se utilizan en sistemas de riego de jardines, con el objetivo de determinar cuándo las plantas necesitan riego y cuándo no.

8. También conocidos como “velocímetros”, los sensores de velocidad permiten Sensores de velocidad: detectar la velocidad de un objeto (generalmente un vehículo).

- Un ejemplo de ellos son los radares, que detectan si un vehículo iba a una velocidad superior a la permitida.

9. Los siguientes tipos de sensores son los de sonido; se encargan de captar los sonidos Sensores de sonido: del exterior (ambiente), a través de un micrófono o de un sistema de sonar. Las ondas de sonido que reciben estos sensores se propagan por el aire del medio y después son detectadas por los sensores. Se utilizan normalmente para recibir estímulos del exterior en forma de órdenes (provenientes de personas), de forma remota.

10. Los sensores de contacto tienen la finalidad de detectar el final del recorrido de Sensores de contacto: componentes mecánicos (o en otras palabras, su posición límite). Un ejemplo de ellos es: puertas que se abren de forma automática, que cuando ya están completamente abiertas, el motor que las acciona “sabe” que debe detenerse.

11. En este caso, estos tipos de sensores permiten detectar la presencia de un objeto (o de Sensores ópticos una persona) que interrumpe un haz de luz que llega hasta el sensor.

- Un ejemplo de ellos (y los principales) son las llamadas “fotorresistencias”

(también denominadas LDR). Las LDR se utilizan especialmente en robótica, con el objetivo de regular el movimiento de los robots y de detener su movimiento en el momento en el que estén a punto de tropezar con algún otro objeto.

12. Los sensores magnéticos actúan detectando los campos magnéticos que provocan Sensores magnéticos: las corrientes eléctricas o los imanes.

- Un ejemplo de estos tipos de sensores es el interruptor Reed, que consiste en dos láminas metálicas introducidas en el interior de una cápsula; dichas láminas están en presencia de un campo magnético, y se atraen entre ellas (es decir, cierran el circuito).

E. Ejemplifique gráficamente la diferencia entre precisión y exactitud.



F. ¿Cuál es la relación entre error y exactitud de un instrumento?

La imprecisión incluida (esperada) nunca será mayor que el error dado en la hoja de datos.

La *exactitud* de una medida o aproximación es lo cerca que está del valor exacto, mientras que el *error* es la diferencia entre una aproximación y un valor exacto.

El error en la medida de un instrumento es la desviación entre el valor real de la variable medida y el valor leído por el mismo instrumento. El error relativo es una indicación porcentual de la desviación entre el valor real y el medido.

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

$$\text{Error absoluto} = [X_R - X_M]$$

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

Los errores son el resultado de las imperfecciones de los instrumentos y de las variables parásitas que afectan el proceso.

G. ¿Qué se puede decir de la incertidumbre de los sensores y las mediciones que realizamos? ¿Es real lo que medimos?

Al realizar una comparación de calibración, el instrumento a calibrar se compara con un dispositivo estándar para determinar si el error (la diferencia entre la medida del instrumento y la medida del estándar) está dentro de los límites dados por el fabricante. instrumento. instrumento. Dado que el equipo estándar no permite la medición exacta del valor real (también tiene errores), y dado que varias fuentes de error también interfieren con la operación de comparación, no es posible caracterizar el valor medido por un solo valor, lo que conduce a la denominada incertidumbre de medida o incertidumbre del gasto.

Las fuentes de incertidumbre incluyen:

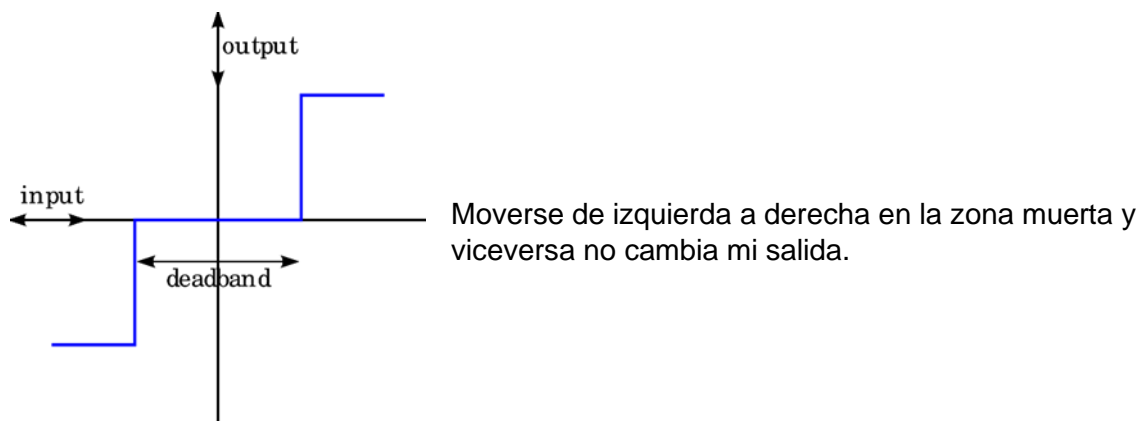
- ✓ Influencia de las condiciones ambientales.
- ✓ Diferentes lecturas de un instrumento analógico por parte de un operador.
- ✓ Se observaron repetidamente cambios en las medidas bajo condiciones aparentemente idénticas.
- ✓ El valor del instrumento estándar es inexacto.
- ✓ Las muestras de productos no son representativas.

Es decir, la incertidumbre es la dispersión de valores que razonablemente se pueden atribuir al verdadero valor del mensurando. La distribución estadística de los resultados de las series de mediciones, las características de los equipos, etc. implican el cálculo de la incertidumbre.

H. ¿Como se interpreta una curva deadband?

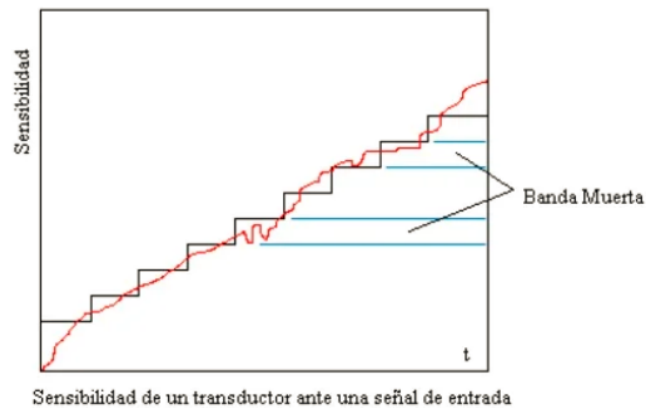
Términos Relacionados con la Exactitud (Calidad de la Medición) = BANDA MUERTA (DEAD BAND)

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



BANDA MUERTA

Rango de valores en el cual puede variar la entrada sin producir un cambio observable en la salida



I. ¿Cuál es la importancia de la sensibilidad y resolución de un sensor?

La sensibilidad es la cualidad que caracteriza la capacidad de un instrumento de medida para detectar la mínima sensación que le hace provocar una variación.

La **sensibilidad** se expresa cuantitativamente mediante la tasa de cambio de la medición respecto del cambio en la especie medida.

Es común (pero erróneo) asociar la sensibilidad a la escala de lectura; p.e. si una escala de temperatura tiene divisiones cada un grado centígrado, se podría pensar que la sensibilidad fuese de $\frac{1}{2}$ grado porque no sería posible "estimar" valores como $\frac{1}{4}$ de grado. Conocida en inglés como **sensitivity, scale factor o gain**, es la razón entre el incremento de la señal de salida y el incremento de la señal de entrada. Este valor se puede obtener matemáticamente con la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{\text{Señal de salida}}{\text{Señal de entrada}} \right)$$

Los instrumentos más sensibles son capaces de detectar los cambios más pequeños. Por otro lado, la **resolución** (conocida en inglés como **resolution**) se define como la mínima variación de la magnitud medida que da lugar a una variación perceptible de la indicación del instrumento. Se puede presentar como porcentaje del alcance.

Sensibilidad

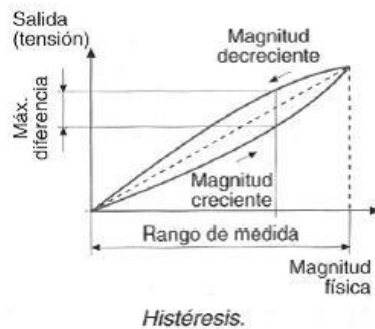
La sensibilidad es la razón de cambio de la curva de Calibración. Si esta es una recta, la sensibilidad es constante y se dice que el sistema es lineal. Por tanto es la habilidad de un instrumento para indicar pequeños cambios de la magnitud medida.

RESOLUCIÓN:

La resolución en un dispositivo es el incremento mínimo en la variable de entrada que ofrece un cambio medible en la salida. Un valor en porcentaje sobre el fondo de escala.

J. Explique diferencia entre histéresis y zona muerta.

Histéresis: La histéresis es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el instrumento cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente.



$$\text{Histéresis} = \frac{\text{Máxima diferencia}}{\text{Rango de medida}} \times 100$$

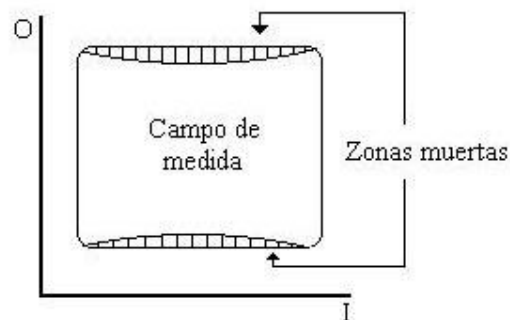
Histéresis: se evidencia cuando la curva de calibración ascendente no coincide con la curva de calibración descendente.

Tala histéresis es la capacidad de un instrumento de repetir la salida cuando se llega a la medición en ocasiones consecutivas bajo las mismas condiciones generales pero una vez con la medición de la variable en un sentido (por ejemplo creciente) y en la siguiente con la variable en sentido contrario (por ejemplo descendente).

Saturación: Es el nivel de entrada a partir del cual la sensibilidad del instrumento disminuye de forma significativa. Se suele expresar con referencia a un determinado error de linealidad.

Zona muerta: es el área de variación para el cual un instrumento no registra ningún cambio en su indicación, registre o control.

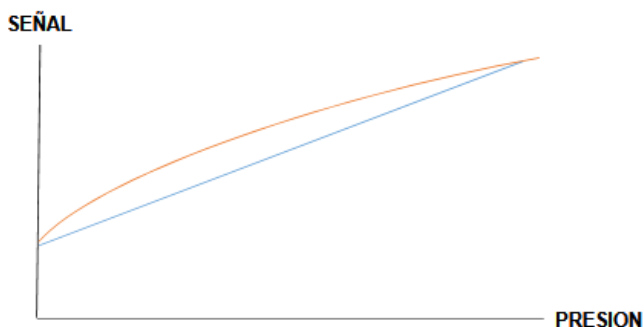
Zona muerta: Es el rango de valores del mesurando para el cuál el instrumento no varío su indicación o señal de salida. Suele ser indicada como un porcentaje del alcance del instrumento. Es uno de los componentes de la histéresis.



K. ¿Porque es conviene que un sensor tenga una respuesta lineal?

Se puede predecir mejor una respuesta lineal, con la que teóricamente podemos comparar los resultados del sensor, es simple y fácil de entender, dado que es conveniente poder obtener precisión, la no linealidad del sensor puede generar errores en sus lecturas, dando como resultado una respuesta diferente a la esperada en sus muestras.

Los instrumentos ideales son lineales. De hecho, la mayoría de los sistemas instrumentales comerciales tienen respuesta lineal. Puede ocurrir, sin embargo, que la respuesta no sea estrictamente lineal y aparezca un error por la no linealidad de la respuesta del instrumento. Entonces la linealidad o "No Linealidad", es una de las características estáticas de los sensores en su régimen permanente; y se define como la máxima desviación de la curva de calibración con respecto a la línea recta aproximada al comportamiento ideal (normalmente es la línea que paso por los puntos 0 y 100% de la variable medida).

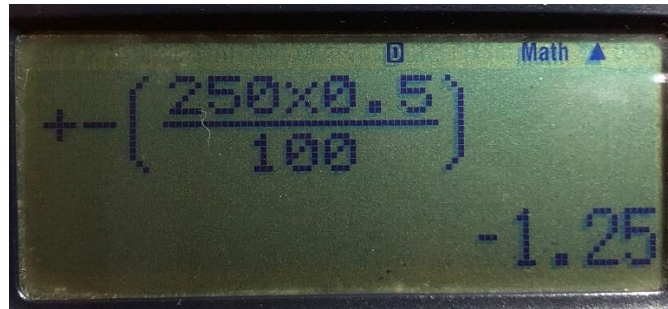


Ejercicio 2

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.

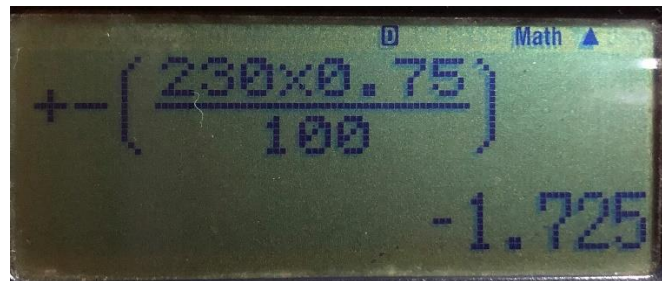
(a) Exactitud de +/- 0.5% del valor máx. de lectura:	(b) Exactitud de +/- 0.75% del alcance:	(c) Exactitud de +/- 0.8% de la lectura
Lectura máxima = 250(°C)	Alcance (FS) = 250 - 20 = 230 (°C)	Lectura = 55 (°C)
0.5% de 250(°) = $\frac{0.5 \times 250}{100} = 1.25$	0.75% de 230 (°C) = $\frac{0.75 \times 230}{100} = 1.725$	0.8% de 55 (°C) = $\frac{0.8 \times 55}{100} = 0.44$
Error = +/- 1.25 (°C)	Error = +/- 1.725 (°C)	Error = +/- 0.44 (°C)
Lectura = 55 +/- 1.25(°C)	Lectura = 55 +/- 1.725 (°C)	Lectura = 55 +/- 0.44 (°C)
55 - 1.25 = 53.75 (°C) 55 + 1.25 = 56.25 (°C)	55 - 1.725 = 53.275 (°C) 55 + 1.725 = 56.725 (°C)	55 - 0.44 = 54.56 (°C) 55 + 0.44 = 55.44 (°C)
La temperatura real estaría en el rango de 53.75 a 56.75 (°C)	La temperatura real estaría en el rango de 53.275 a 56.725 (°C)	La temperatura real estaría en el rango de 54.56 a 55.44 (°C)

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



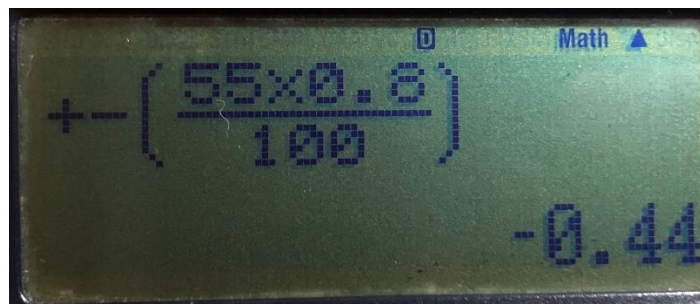
Resultado: $\pm 1,25^{\circ}\text{C}$ ($53,75^{\circ}\text{C}$ y $56,25^{\circ}\text{C}$)

B. $\pm 0,75\%$ del alcance (FS)



Resultado: $\pm 1,72^{\circ}\text{C}$ ($53,28^{\circ}\text{C}$ y $56,72^{\circ}\text{C}$)

C. $\pm 0,8\%$ de la lectura



Resultado: $\pm 0,44^{\circ}\text{C}$ ($54,56^{\circ}\text{C}$ y $55,44^{\circ}\text{C}$)

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	Gas or liquid that will not corrode the materials of parts in contact with fluid					
Pressure	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	±1.0% F.S.			±2.5% F.S.		
	±0.2% F.S.			±0.5% F.S.		

Alcance	1 MPa - 0 MPa = 1MPa	100 kPa - (-100 kPa) = 200 kPa	500 kPa - 0 kPa = 500 kPa	2 MPa - 0 MPa = 2 MPa	5 MPa - 0 MPa = 5 MPa	10 MPa - 0 MPa = 10 MPa
Exactitud	+/- 1% de 1 MPa = +/- 0,01 MPa	+/- 1% de 200 kPa = +/- 2kPa	+/- 1% de 500 kPa = +/- 5 kPa	+/- 2,5% de 2 MPa = +/- 0,05 MPa	+/- 2,5% de 5 MPa = +/- 0,125 MPa	+/- 2,5% de 10 MPa = +/- 0,25 MPa
Precisión	+/- 0,2% de 1 MPa = +/-0,002 MPa	+/- 0,2% de 200 kPa = +/- 0,4 kPa	+/- 0,2% de 500 kPa = +/- 1 kPa	+/- 0,5% de 2 MPa = +/- 0,01 MPa	+/- 0,5% de 5 MPa = +/- 0,025 MPa	+/- 0,5% de 10 MPa = +/- 0,05 MPa

El **alcance** es el resultado de la *resta del rango de presión nominal (rated pressure range) mayor menos el rango de presión nominal (rated pressure range) menor*.

La **exactitud** es el resultado de la *multiplicación de la presión de la salida analógica (analog output accuracy) por el alcance*.

La **precisión** es el resultado de la *multiplicación de la repetibilidad (repeatability) por el alcance*.

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 cual 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

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

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

La **exactitud** es el grado de aproximación al valor verdadero, siento este el **sensor "B"** dado que contiene 3 lecturas de 18 °C la cual es la misma que la temperatura constante que se toma de referencia.

Mientras que la **precisión** es el grado de dispersión entre las lecturas, que en este caso es el **sensor "D"** puesto que, al comparar la totalidad de sus lecturas, aunque estas sean alejadas al valor a tomar de referencia, entre así tiene una variación principal de 0,01°C y de 0,02°C en una sola lectura.