

ERROR EXPERIMENTAL

Las mediciones que se realizan en la Ciencia y la Ingeniería tienen por objetivo establecer el valor numérico de determinada magnitud. Este valor no corresponde al valor real de la magnitud que se mide porque los resultados que se obtienen en el proceso de medición son aproximados debido a la presencia de error experimental. Para tratar de manera crítica dichos valores y obtener conclusiones provechosas de ellos es necesario valorar el error asociado a la magnitud en cuestión durante el proceso de medición. Es conveniente advertir que el objetivo del experimentador no es solo procurar que el error experimental sea lo más reducido posible sino que sea lo suficientemente pequeño para no afectar a las conclusiones que se puedan inferir de los resultados experimentales

EXACTITUD Y PRECISION

La exactitud de una medición es el grado de aproximación al valor real: conforme mayor es la exactitud de una medición, más cerca está del valor real. El grado de exactitud se expresa en términos de error, de tal manera que una mejor medición implica mayor exactitud o menor error.

La precisión se refiere al grado de reproductibilidad de la medición. Esto es, la precisión es una medida de la dispersión del error de los resultados de una serie de mediciones hechas intentando determinar un valor real.

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Las cifras significativas de un valor medido incluyen todos los dígitos que pueden leerse directamente en la escala del instrumento de medición más un dígito dudoso o estimado.

Por ejemplo, en una regla graduada en mm el número de cifras significativas será cuatro, pues una medición puede expresarse como 54,25 cm, en este caso el instrumento de medida nos da la certeza de tres cifras 54,2 y la cuarta cifra 5 es estimada por el experimentador. Dicha cifra es la menos significativa, debido a que es la cifra estimada o dudosa.

La cifra estimada o dudosa de un valor medido es la parte fraccionaria de la cuenta mínima del instrumento de medición, siendo la cuenta mínima del instrumento el menor intervalo o división señalado en su escala.

Frecuentemente se deben realizar cálculos con los resultados de los valores medidos, por tal motivo es necesario conocer el efecto de las cifras significativas en esos cálculos para poder expresar el resultado final:

Al sumar, no tiene sentido conservar más decimales que los que tenga el número con menos decimales.

Al multiplicar o dividir la cantidad de cifras significativas en la respuesta final no puede ser mayor que la cantidad de cifras significativas presente en el valor de medición con menor número de cifras significativas.

En sumas, restas, multiplicaciones y divisiones es conveniente arrastrar más dígitos superfluos, eliminándolos en el resultado final. **En los cálculos estadísticos el número de cifras significativas que se retienen en la media normalmente es una más que en los datos primarios.**

Para efectos de redondeo de datos se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

- Si el último dígito es menor que cinco, simplemente se elimina: Ej. 2,63 al redondearlo queda 2,6.
- Si el último dígito es mayor que cinco se elimina y se le suma uno al último dígito que se conserva. Ejemplo: 9,87 al redondearlo queda 9,9.
- Si el último dígito es cinco, el anterior se sube si es impar y se conserva si es par. Ejemplo: 4,65 redondeado queda 4,6 y 3,75 queda 3,8.

CLASIFICACION DE ERRORES

El error experimental es inherente al proceso de medición , su valor solamente se puede estimar. Debido a que los errores pueden surgir por muy distintas causas, para su análisis los científicos los han clasificado en dos amplias categorías: ***Errores Sistemáticos y Errores aleatorios o accidentales.***

Los errores sistemáticos son los que en un principio se pueden evitar, corregir o compensar. Estos alteran la medida por no tomar en cuenta alguna circunstancia que altera el resultado siempre igual, dando lugar a un alejamiento hacia un sentido del valor verdadero. Se pueden originar por:

- Defectos o falta de calibración de los instrumentos de medición.
- Condiciones ambientales.
- Malos hábitos y forma particular de realizar las observaciones por parte del experimentador.
- La limitada precisión de las constantes universales de las ecuaciones que se usan en el diseño y calibración de los instrumentos.

Los errores accidentales o aleatorios se deben a la suma de gran número de perturbaciones individuales y fluctuantes que se combinan para dar lugar a que la repetición de una misma medición dé en cada ocasión un valor algo distinto. Siempre están presentes en las mediciones. Estos errores no se pueden eliminar, pero sí estimar.

LIMITE INSTRUMENTAL DE ERROR Y LIMITE DE ERROR ESTADISTICO

El **límite instrumental de error LIE** es igual a la cuenta mínima o a la lectura más pequeña que se obtenga con el instrumento de medida.

Para determinar el **límite de error estadístico LEE** se calculan primero la media aritmética **X** de las mediciones realizadas, luego la desviación media **Dm** y a partir de ella se obtiene la cantidad buscada así:

$$X = \sum X_i / N$$

$$D_m = (\sum |X_i - X|) / N$$

$$LEE = (4 * D_m) / \sqrt{N}$$

Siendo N el número de mediciones realizadas.

El LIE y el LEE deben estar expresados con el mismo número de cifras decimales.

El **límite final de error o error total resultante o error absoluto LE** se obtiene sumando el Límite de error instrumental y el límite de error estadístico, así:

$$LE = LIE + LEE$$

Cuando en las medidas realizadas no hay desviaciones, o son muy pequeñas comparadas con el LIE entonces se desprecia el LEE y se toma $LE = LIE$

Finalmente la magnitud medida se expresa en función de los intervalos de confianza:

$X \pm LE$

El **error relativo o porcentual** se obtiene: $Er = (LE / X) * 100\%$

Si se conoce el valor real **Vr** de la magnitud a medir o valor teórico, entonces el error absoluto se obtiene efectuando la diferencia entre el valor teórico y el valor experimental:

$$LE = Vr - Ve$$

PROPAGACION DE ERRORES

Frecuentemente se deben calcular magnitudes mediante operaciones algebraicas de otras magnitudes medidas directamente y a las cuales se le han atribuido errores absolutos. En estos casos se hace necesario determinar el error sobre la magnitud obtenida indirectamente, el cual está determinado por los errores asociados a las magnitudes que intervienen en los cálculos.

En forma general, si la magnitud a medir está determinada por la ecuación

$$W = (X^m * Y^n) / (Z^p)$$

donde las magnitudes X, Y, Z son independientes la una de la otra y se tiene

$$X = x \pm LE_x$$

$$Y = y \pm LE_y$$

$$Z = z \pm LE_z$$

Siendo x, y, z las medidas realizadas a las magnitudes X, Y, Z respectivamente y LE_x , LE_y son los errores asociados a dichas mediciones.

Entonces el error relativo o error fraccional de la magnitud W es aproximadamente:

$$\Delta W/W = m*(LE_x/x) + n*(LE_y/y) + p*(LE_z/z)$$

ERROR Y COMO CORREGIRLOS

Errores en la Medición

Al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, aun cuando las efectúe la misma persona, sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, el mismo método y en el mismo ambiente (repetibilidad); si las mediciones las hacen diferentes personas con distintos instrumentos o métodos o ambientes diferentes, entonces las variaciones en las lecturas son mayores (reproducibilidad). Esta variación puede ser relativamente grande o pequeña, pero siempre existirá.

En sentido estricto, es imposible hacer una medición totalmente exacta, por lo tanto, siempre enfrentarán errores al hacer las mediciones. Los errores pueden ser despreciables o significativos, dependiendo, entre otras circunstancias de la aplicación que se le dé a la medición.

Los errores surgen debido a la imperfección de los sentidos, de los medios, de la observación, de las teorías que se aplican, de los aparatos de medición, de las condiciones ambientales y de otras causas.

Errores Groseros

Consisten en equivocaciones en las lecturas y registros de los datos. En general se originan en la fatiga del observador, en el error al transcribir los valores medidos a las planillas de los protocolos de ensayos, a la desconexión fortuita de alguna parte del circuito de medición, etcétera.

Estos errores se caracterizan por su gran magnitud, y pueden detectarse fácilmente al comparar varias mediciones de la misma magnitud. Por ello se aconseja siempre realizar al menos 3 (tres) mediciones repetidas.

Errores Sistemáticos

Se llaman así porque se repiten sistemáticamente en el mismo valor y sentido en todas las mediciones que se efectúan en iguales condiciones.

Las causas de estos errores están perfectamente determinadas y pueden ser corregidas mediante ecuaciones matemáticas que eliminen el error. En algunos casos pueden emplearse distintos artificios que hacen que la perturbación se elimine.

En virtud de las causas que originan este tipo de error, se pueden clasificar como sigue:

— Errores introducidos por los instrumentos o errores de ajuste.

Estos errores se deben a las imperfecciones en el diseño y construcción de los instrumentos. Mediante la calibración durante la construcción, se logra que para determinadas lecturas se haga coincidir las indicaciones del instrumento con valores obtenidos con un instrumento patrón local.

Sin embargo, por limitaciones técnicas y económicas, no se efectúa ese proceso en todas las divisiones de la escala. Esto origina ciertos desajustes en algunos valores de la escala, que se mantienen constantes a lo largo del tiempo.

Estos errores repetitivos pueden ser medidos en módulo y signo a través de comparaciones simultáneas de la indicación del instrumento con la indicación de un instrumento patrón de la más alta calidad metrológica (cuya indicación representa el valor convencionalmente verdadero).

— Errores debidos a la conexión de los instrumentos o errores de método.

Los errores de método se originan en el principio de funcionamiento de los instrumentos de medición. Hay que considerar que el hecho de conectar un instrumento en un circuito, siempre origina algún tipo de perturbación en el mismo. Por ejemplo, en los instrumentos analógicos aparecen los errores de consumo, fase, etcétera.

Para corregir estos errores deben determinarse las características eléctricas de los instrumentos (resistencia, inductancia y capacidad). En algunos casos es posible el uso de sistemas de compensación, de forma tal que se elimine el efecto perturbador. Por ejemplo, en el caso del wattímetro compensado, que posee un arrollamiento auxiliar que contrarresta la medición del consumo propio.

— Errores por causas externas o errores por efecto de las magnitudes de influencia.

El medio externo en que se instala un instrumento influye en el resultado de la medición. Una causa perturbadora muy común es la temperatura, y en mucha menor medida, la humedad y la presión atmosférica.

La forma de eliminar estos errores es mediante el uso de las ecuaciones físicas correspondientes, que en los instrumentos de precisión, vienen indicadas en la placa.

En algunos casos, los instrumentos disponen de artificios constructivos que compensan la acción del medio externo. Por ejemplo, la instalación de resortes arrollados en sentidos contrarios, de manera que la dilatación térmica de uno de ellos se contrarresta por la acción opuesta del otro.

Por otra parte, la mejora tecnológica de las aleaciones utilizadas ha reducido mucho los efectos debidos a la acción de la temperatura ambiente.

— Errores debidos al observador.

Cada observador tiene una forma característica de apreciar los fenómenos, y en particular, de efectuar lecturas en las mediciones. La experiencia indica que cada observador repite su modalidad en forma sistemática. Por ejemplo, al medir tiempos, un determinado observador registra los mismos con adelanto o retraso con respecto a otro observador.

En resumen los errores sistemáticos se pueden clasificar como:

1. Instrumentales: Debido a equipos descalibrados.
2. Observacionales: Como errores de paralaje, es decir cuando la lectura del instrumento depende de la posición que adopte el observador.
3. Ambientales: Influencia de la temperatura, de la presión, y otros factores, de una manera regular sobre las medidas.
4. Teóricos: Ocurre cuando el método empleado en el análisis contiene excesivas simplificaciones, o condiciones ideales que experimentalmente no pueden plasmarse.

Errores Aleatorios

Es un hecho conocido que al repetir una medición utilizando el mismo proceso de medición (el mismo instrumento, operador, fuente, método, etc.) no se logra el mismo resultado.

En este caso, los errores sistemáticos se mantienen constantes, y las diferencias obtenidas se deben a efectos fortuitos, denominados errores aleatorios. Una característica general de este tipo de errores, es que no se repiten siempre en el mismo valor y sentido.

En virtud de las causas que originan este tipo de error, se pueden clasificar como sigue:

— Rozamientos internos

En los instrumentos analógicos se produce una falta de repetibilidad en la respuesta, debido fundamentalmente a rozamientos internos en el sistema móvil. Asimismo, los falsos contactos también dan lugar a la aparición de este tipo de error.

— Acción externa combinada

Muchas veces la compleja superposición de los efectos de las distintas magnitudes de influencia no permite el conocimiento exacto de la ley matemática de variación del conjunto, por ser de difícil separación. Es decir, que no puede predecirse el error ni realizarse las correcciones debidas, convirtiéndose en un error aleatorio.

— Errores de apreciación de la indicación

En muchas mediciones, el resultado se obtiene por la observación de un índice (o aguja) en una escala, originándose así errores de apreciación. Estos a su vez tienen dos causas diferentes:

— Error de paralaje

Se origina en la falta de perpendicularidad entre el rayo visual del observador y la escala respectiva. Esta incertidumbre se puede reducir con la colocación de un espejo en la parte posterior del índice. Así la perpendicularidad del rayo visual se logrará cuando el observador no vea la imagen del mismo en el espejo.

— Error del límite separador del ojo

El ojo humano normal puede discriminar entre dos posiciones separadas a más de 0,1 mm, cuando se observa desde una distancia de 300 mm. Por lo tanto, si dos puntos están separados a menos de esa distancia no podrán distinguirse.

La magnitud de este error es típicamente subjetiva, puesto que hay personas que tienen una visión mejor o peor que la normal. Para disminuir este tipo de error se puede recurrir al uso de lentes de aumento en las lecturas.

— Errores de truncamiento

En los instrumentos provistos con una indicación digital, la representación de la magnitud medida está limitada a un número reducido de dígitos. Por lo tanto, en tales instrumentos no pueden apreciarse unidades menores que la del último dígito del visor (o display), lo que da lugar a un error por el truncamiento de los valores no representados.

En resumen los errores aleatorios son mediciones que fluctúan alrededor de cierto valor medido, o valor más probable. A pesar de que son producidos por variables no controladas en el experimento, pueden cuantificarse su influencia por procedimientos estadísticos.

Las causas más probables son:

1. Observacionales: Errores en el juicio, o en la reacción del observador.
2. Ambientales: Cambio impredecibles en la temperatura del ambiente, ruidos en equipos electrónicos, cambios de presión.

Clasificación de errores en cuanto a su origen

Atendiendo al origen donde se produce el error, puede hacerse una clasificación general de éstos en: errores causados por el instrumento de medición, causados por el operador, o el método de medición (errores humanos) y causados por el medio ambiente.

Errores por el instrumento o equipo de medición

Este tipo de error puede deberse a defectos de fabricación (dado que es imposible construir aparatos perfectos). Éstos pueden ser deformaciones, falta de linealidad, imperfecciones mecánicas, falta de paralelismo, etcétera.

Errores del operador o por el método de medición

Muchas de las causas de error aleatorio se deben al operador, ya sea por falta de agudeza visual, descuido, cansancio, etcétera. Por eso es importante capacitar ó adiestrar al operador, con el fin de reducir este tipo de errores.

Otro tipo de error se debe al método o procedimiento con que se efectúa la medición y la causa principal es la falta de un método definido y documentado.

Errores por el uso de instrumentos no calibrados

Este tipo de error se debe al manejo de instrumentos no calibrados o cuya fecha de calibración está vencida, así como instrumentos que presentan alguna anomalía en su funcionamiento no deben utilizarse para realizar mediciones hasta que no sean calibrados.

Error por la fuerza ejercida al efectuar la medición

Cuando ejercemos fuerza al efectuar mediciones se puede provocar deformaciones en la pieza por medir, en el instrumento o en ambos, por lo tanto es un factor importante para elegir adecuadamente el instrumento de medición para cualquier aplicación particular.

Error por instrumento inadecuado

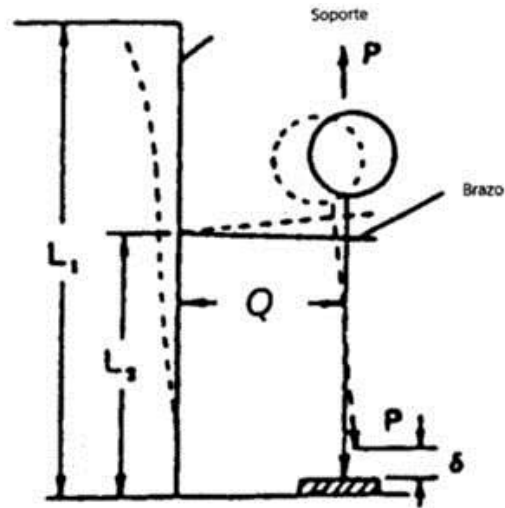
Antes de realizar cualquier medición es necesario determinar cuál es el instrumento o equipo de medición más adecuado para la aplicación a realizar. Para ello debe tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Cantidad de piezas por medir.
- Tipo de medición (externa, interna, altura, profundidad, etcétera.).
- Tamaño de la pieza.

Error por puntos de apoyo

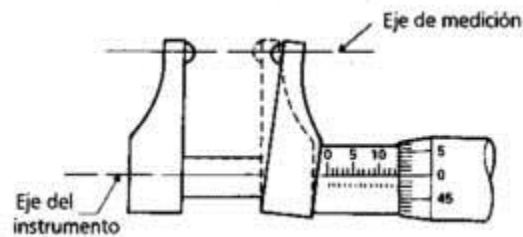
Esto quiere decir que debemos tener en cuenta la manera como se apoya el instrumento, porque esto provoca errores en la lectura. En estos casos deben utilizarse puntos de apoyo especiales.

Errores por método de sujeción del instrumento

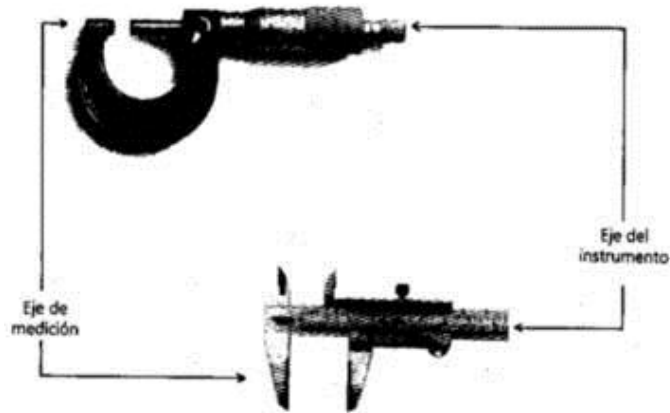


El método de sujeción del instrumento puede causar errores, la mayor parte del error se debe a la deflexión del brazo, no del soporte.

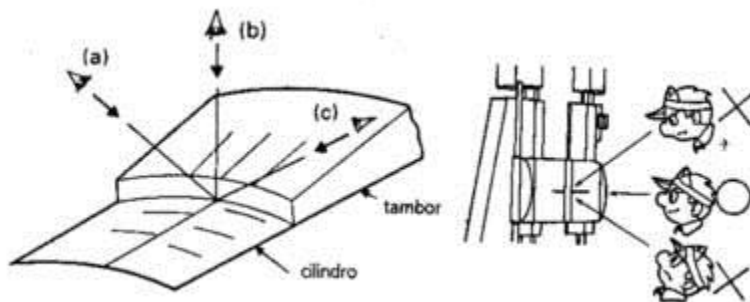
Error por distorsión



Gran parte de la inexactitud que causa la distorsión de un instrumento puede evitarse manteniendo en mente la ley de Abbe, que dice: la máxima exactitud de medición es obtenida si el eje de medición es el mismo del eje del instrumento.

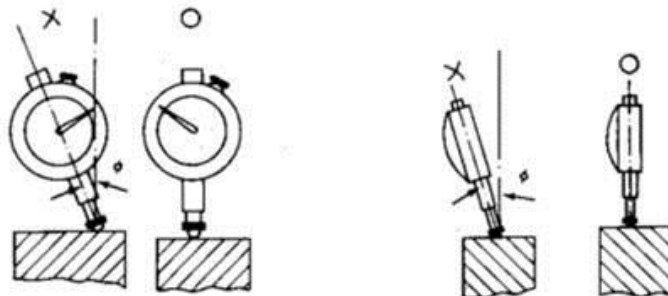


Error de paralaje



Este error ocurre debido a la posición incorrecta del operador con respecto a la escala graduada del instrumento de medición, la cual está en un plano diferente, la cual está en un plano diferente.

Error de posición



Este error lo provoca la colocación incorrecta de las caras de medición de los instrumentos, con respecto de las piezas por medir.

Error por desgaste

Todos los instrumentos de medición, como cualquier otro objeto, son susceptibles a desgaste, natural o provocado por el mal uso. En el caso concreto de los instrumentos de medición, el desgaste puede provocar una serie de errores durante su utilización, por ejemplo: deformaciones de sus partes, juego entre sus ensambles, falta de paralelismo o planitud entre las caras de medición. Etcétera. Estos errores pueden originar, a su vez, decisiones equivocadas; por lo tanto, es necesario someter a cualquier instrumento de medición a inspección de sus características y deben hacerse periódicamente durante la vida útil del instrumento.

Error por condiciones ambientales

Entre las diferentes causas de errores se encuentran las condiciones ambientales en que se hace la medición

Humedad

Esto ocurre debido a los óxidos que se pueden formar por humedad excesiva en las caras de medición del instrumento o en otras partes o a las expansiones por absorción de humedad en algunos materiales, etcétera, se establece como norma una humedad relativa de 55% +/- 10%.

Polvo

Los errores debido a polvo o mugre se observa con mayor frecuencia de lo esperado. Para obtener medidas exactas se recomienda usar filtros para el aire que limiten la cantidad y el tamaño de las partículas de polvo ambiental.

Temperatura

En mayor o menor grado, todos los materiales que componen tanto las piezas para medir como los instrumentos de medición, están sujetos a variaciones longitudinales debido a los cambios de temperatura.

Para minimizar estos errores se estableció internacionalmente, desde 1932, como norma una temperatura de 20°C para efectuar las mediciones. También es importante dejar que durante un tiempo se estabilice la temperatura tanto de la pieza por medir como del instrumento de medición.

En general, al aumentar la temperatura crecen las dimensiones de las piezas y cuando disminuye la temperatura las dimensiones de las piezas se reducen. Estas variaciones pueden determinarse utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

Cuando en las mediciones se desea lograr exactitud en el orden de los micrómetros, será necesaria realizarlas a 20°C o hacer las correcciones pertinentes mediante la expresión dada antes.

Corrección de errores

Debemos la corrección de errores, se debe tener en cuenta estas dos definiciones:

1. Resultado no corregido: Resultado de una medición antes de la corrección por error sistemático.
2. Resultado corregido: Resultado de una medición después de la corrección por error sistemático.

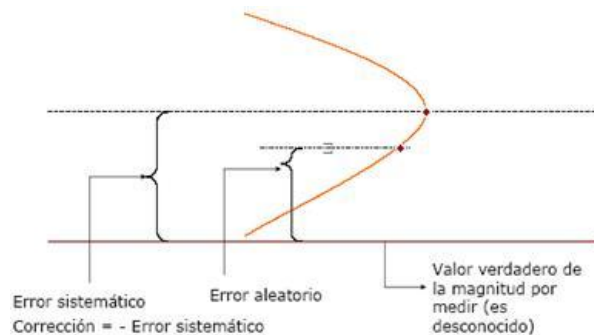
Puesta en evidencia y corrección de errores sistemáticos

Los errores sistemáticos no son susceptibles de tratamiento estadístico, sólo se evidencian mediante un análisis de los fenómenos y de las condiciones de medición apropiadas para cada método utilizado.

1. El método utilizado más habitualmente para descubrir los errores sistemáticos concernientes a un método de medición, consiste en medir con el mismo método una magnitud conocida, de la misma naturaleza que la magnitud medida y de valor cercano. Este método permite descubrir una diferencia entre la indicación del instrumento de medición y el valor de la magnitud. También se utiliza para comprobar que el instrumento está conforme con ciertas especificaciones dentro de las tolerancias determinadas.
2. Medición de la misma magnitud con un aparato diferente. El valor numérico de una magnitud desconocida, pero que se supone invariable, se determina midiendo esa magnitud con aparatos de características metrológicas diferentes.
3. Medición de la misma magnitud con un equipo diferente. En ciertos casos, es posible obtener el valor de la magnitud utilizando métodos independientes, basados en principios físicos diferentes. Si alguno de los dos métodos utilizados presenta error de carácter sistemático, los valores numéricos obtenidos con los dos métodos serán iguales a los errores aleatorios aproximados. Por el contrario, si las mediciones están afectadas por sesgos, estos no serán de la misma naturaleza en los dos casos, y muy seguramente se obtendrán valores numéricos diferentes.
4. Medición de la misma magnitud con diferentes modos operatorios o en condiciones ambientales variables. La variación controlada de ciertos parámetros relativos al medio ambiente o del proceso operatorio, permite descubrir ciertos errores sistemáticos.

5. Comparaciones interlaboratorios. Las comparaciones de los resultados obtenidos durante los ensayos entre laboratorios para la medición de una misma magnitud, permiten constatar el acuerdo o desacuerdo entre los valores numéricos dados por cada laboratorio, y verificar posibles fuentes de error. Una comparación entre laboratorios consiste en hacer que diferentes laboratorios ejecuten mediciones en una magnitud o un instrumento de referencia, en condiciones especificadas rigurosamente por el protocolo de ensayo. La recolección de los diferentes resultados obtenidos y la redacción de un informe de síntesis por parte del laboratorio de referencia permite poner de manifiesto la concordancia entre los resultados obtenidos.

Reducción de los errores sistemáticos mediante técnicas particulares



Reducción de errores sistemáticos por construcción del instrumento. Un instrumento de medición puede resultar por su construcción, poco sensible a las variaciones ambientales, de tal forma que en principio, estas se puedan considerar como despreciables.

1. Ajuste del instrumento de medición antes del uso. Esta operación consiste en poner el instrumento de medición en las condiciones normales de uso actuando sobre los medios puestos a disposición del usuario. Esto permite ajustar experimentalmente la indicación del instrumento de medición en uno o varios puntos de la escala.
2. Reducción de errores sistemáticos mediante la elección del método. Ciertas técnicas de medición permiten reducir los errores sistemáticos, Por ejemplo el método de sustitución, permite utilizar el instrumento de medida en condiciones de funcionamiento prácticamente idénticas, sustituyendo la magnitud medida por otra de la misma naturaleza, de valor conocido y próximo.

Reducción de errores sistemáticos por aplicación de correcciones.

1. Correcciones teniendo en cuenta las calibraciones de los instrumentos de medición. Cuando el instrumento objeto de medición ha sido objeto de una calibración, debe estar acompañado de un registro de calibración que indique en la

forma de una tabla o de una curva, la corrección que se debe hacer, en condiciones ambientales dadas, a la lectura del instrumento, de tal manera que se logre una mejor estimación del valor verdadero de la magnitud medida. La corrección que se va a aplicar a las indicaciones del instrumento de medida es igual al error sistemático supuesto con signo opuesto. Esta corrección debe indicarse en el registro de calibración de manera clara, para evitar cualquier ambigüedad en la interpretación.

2. Corrección calculada teóricamente en función de las condiciones experimentales. Ciertas correcciones se pueden calcular teóricamente con base en una ley física o empírica. De esta manera, el resultado de la medición se puede corregir teniendo en cuenta uno o varios factores de influencia que modifican las indicaciones del instrumento de medida.
3. Correcciones teniendo en cuenta la influencia de fenómenos externos a la magnitud medida. Puede suceder que ciertos parámetros del medio ambiente no actúen directamente de manera notable sobre la magnitud medida pero influyen en el resultado de la medición por intermedio de otra magnitud a la cual es sensible la magnitud medida.

Incertidumbre de la Medición

La incertidumbre del resultado de una medición refleja la falta de conocimiento exacto del valor del mensurando. El resultado de una medición después de la corrección por efectos sistemáticos reconocidos es aún, sólo una *estimación* del valor del mensurando debido a la presencia de incertidumbres por efectos: aleatorios y de correcciones imperfectas de los resultados por efectos sistemáticos.

Nota: El resultado de una medición (después de la corrección) puede estar muy cerca al valor del mensurando y de una forma que no puede conocerse (y entonces tener un error despreciable), y aun así tener una gran incertidumbre. Entonces la incertidumbre del resultado de una medición no debe ser confundida con el error desconocido remanente.

Se define también incertidumbre como la característica asociada al resultado de una medición, que define el espacio bidireccional centrado en el valor ofrecido por el instrumento de medida, dentro del cual se encuentra con una determinada probabilidad estadística el valor medido.

Este tipo de incertidumbre, se calcula mediante la calibración, obteniendo datos estadísticos de una serie de comparaciones del instrumento de medida calibrado, contra un patrón de referencia con nominal e incertidumbre conocida, que disponga de trazabilidad documental demostrable a los estándares de medida aceptados internacionalmente.

La expresión de la medida de cualquier magnitud, no debe considerarse completa, si no incluye la evaluación de incertidumbre asociada a su proceso de medición. En la práctica, existen muchas fuentes posibles de incertidumbre en una medición incluyendo:

1. Definición incompleta del mensurando.
2. Realización imperfecta de la definición del mensurando.
3. Muestreos no representativos, la muestra medida puede no representar el mensurando definido.
4. Conocimiento inadecuado de los efectos de las condiciones ambientales sobre las mediciones, o mediciones imperfectas de dichas condiciones ambientales.
5. Errores de apreciación del operador en la lectura de instrumentos analógicos.
6. Resolución finita del instrumento o umbral de discriminación finito.
7. Valores inexactos de patrones de medición y materiales de referencia.
8. Valores inexactos de constantes y otros parámetros obtenidos de fuentes externas y usadas en los algoritmos de reducción de datos.
9. Aproximaciones y suposiciones incorporadas en los métodos y procedimiento de medición.
10. Variaciones en observaciones repetidas del mensurando bajo condiciones aparentemente iguales.

Tolerancia.

En un proceso industrial en el que se desea controlar la variabilidad de una magnitud, la tolerancia es un intervalo de dicha magnitud, establecido previamente al inicio de aquel control, dentro del cual debe encontrarse el verdadero valor de la magnitud vigilada para que ésta sea aceptada como válida. Cuando el intervalo de incertidumbre está contenido en el intervalo de tolerancia, se está en condiciones de afirmar que el valor verdadero del mensurado es admisible

Elaborado por: JAIME MALQUI CABRERA MEDINA – www.fismec.com