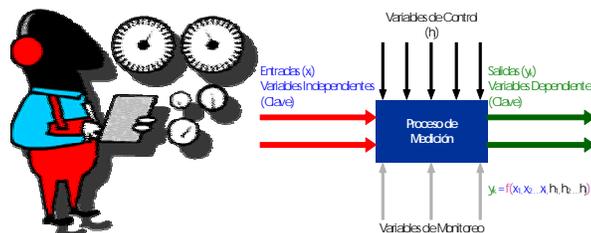


Métodos de: Medición, Prueba y Calibración

Prácticamente todos los que realizamos alguna actividad relacionada con la metrología, aplicamos diferentes métodos de medición.



La forma en que aplicamos estos métodos es a través de los procedimientos documentados en nuestro sistema de gestión. Los métodos, para ser técnicamente válidos, se han basado y desarrollado en principios de medición o fundamentos científicos, que dan el respaldo teórico y experimental de los mismos.

La norma ISO/IEC 17025 estable como requisito 5.10.2 e), que los certificados (informes) de calibración y reportes (informes o certificados) de prueba, deben incluir como parte de la información mínima, identificación del método utilizado. Es común confundir este requisito como: a) solo indicar el número, código o clave del procedimiento, instructivo o norma utilizada, b) una descripción breve del proceso, o bien, c) mencionar el nombre o título del procedimiento, norma o instructivo, cuando este nombre no necesariamente hace referencia al nombre del método utilizado. La norma internacional ISO/IEC 17025 identifica los métodos en términos de su origen como:

- ☒ Métodos normalizados,
- ☒ Métodos internos, desarrollados por el laboratorio,
- ☒ Métodos no normalizados.

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas
E-mail: lagueiametas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Servicios Metroológicos:

Laboratorios de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica y Vibraciones

Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación-Mantenimiento

Gestión Metroológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metroológica

Centro de Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

Métodos normalizados

Los métodos de medición, prueba o calibración normalizados, normalmente los podremos encontrar documentados en: normas internacionales, regionales o nacionales; organizaciones técnicas reconocidas; revistas, textos o guías científicas relevantes y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Métodos desarrollados por el laboratorio

Son los métodos desarrollados internamente por el laboratorio, cuando no se cuenta con métodos normalizados que cubran los servicios de medición, prueba o calibración requeridos.

Métodos no-normalizados

Es el caso, cuando es necesario utilizar métodos no cubiertos por los métodos normalizados, los cuales son sujetos a acuerdo con el usuario.

Además de clasificar los métodos en términos de su origen como se pretendió en los párrafos anteriores, los métodos pueden clasificarse en términos de los fenómenos que se realizan en el proceso de medición, prueba o calibración. Esta última clasificación es la que trataremos de describir en el resto de esta guía.

Normalizados

Desarrollos
Internos

No-normalizados

DEFINICIONES

Antes de continuar con los diferentes tipos de métodos utilizados en los procesos de medición, prueba o calibración, es necesario, revisar algunas definiciones del Vocabulario Internacional de Metrología (VIM-OIML V 2) (ISO 17000) (ISO Guide 30).

Principio de medición (VIM)

Base científica de una medición.

Ejemplos:

- a) El efecto termoeléctrico aplicado a la medición de temperatura,
- b) El efecto Josephson aplicado a la diferencia de potencial eléctrico,
- c) El efecto Doppler aplicado a la medición de velocidad,
- d) El efecto Raman aplicado a la medición del número de onda de las vibraciones moleculares.

Método de medición (VIM)

Sucesión lógica de las operaciones, descritas de una forma genérica, utilizadas en la ejecución de las mediciones.

Nota: El método de medida puede ser calificado de diversas formas tales como:

- a) Método de sustitución,

- b) Método diferencial,
- c) Método nulo o de cero.

Método de referencia (ISO Guide 30)

Método exhaustivamente estudiado que describe clara y exactamente las condiciones y procedimientos necesarios para la medición de uno o más valores de las propiedades, que poseen una exactitud y precisión proporcionales a su utilización y que puede utilizarse para evaluar la exactitud de otros métodos para la misma medición, particularmente permite la caracterización de un MR.

Procedimiento de medición (VIM)

Conjunto de operaciones, descrito específicamente, para realizar mediciones particulares de acuerdo a un método determinado.

Nota: Un procedimiento de medición es usualmente descrito con ese nombre, con suficiente detalle que permite al operador efectuar una medición sin información adicional.

Proceso de Medición (ISO 10012) (Fig. 1)

Conjunto de operaciones para determinar el valor de una magnitud.

Medir no es solamente el hecho de tomar una lectura y registrarla; medir es todo un conjunto de operaciones que implica al menos responder: qué mensurando deseo conocer, cuál es su aplicación, con qué magnitud le asignamos un valor, qué equipo (instrumento de medición o medida materializada) debemos utilizar, qué exactitud requerimos, qué método de medición voy a utilizar y por supuesto cómo voy a tomar y registrar la lectura, qué correcciones necesito aplicar, cómo reportaremos el resultado, etc.

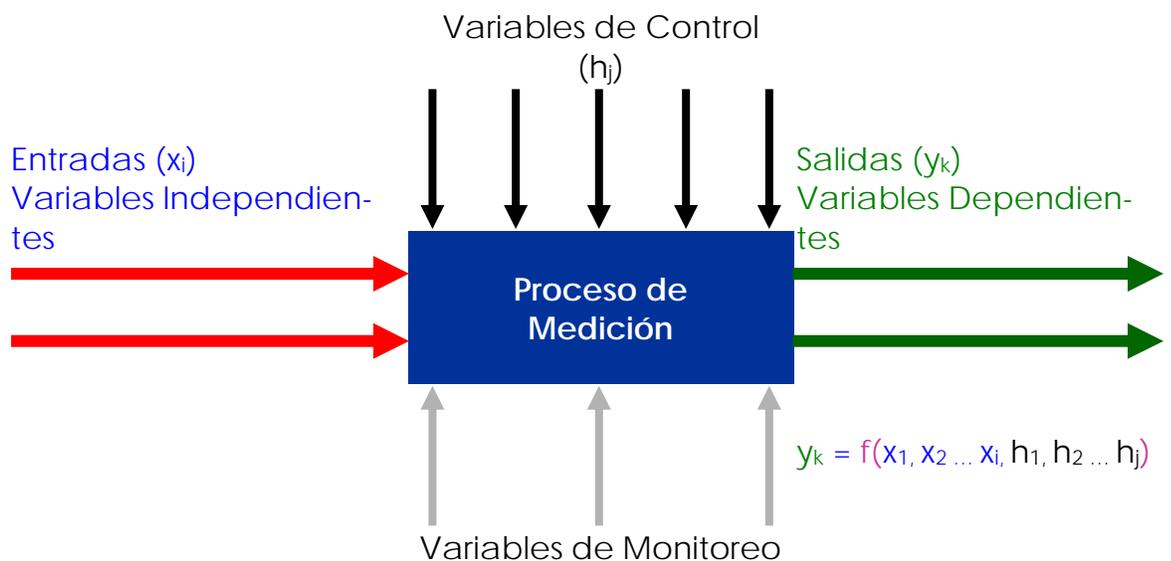


Fig. 1. Magnitudes de influencia en el proceso de medición

MÉTODOS DE MEDICIÓN

Existen diferentes métodos de medición, cada uno de ellos utiliza una amplia gama de técnicas y enfoques, para la selección de algún tipo de método de medición se debe de considerar al menos los siguientes factores:

- ☞ Exactitud requerida,
- ☞ Costo,
- ☞ Tiempo,
- ☞ Conveniencia, y
- ☞ Disponibilidad de equipos.

Complementando los métodos de medición calificados por el VIM, podemos listar los siguientes:

- ☒ Método de medición **directa**,
- ☒ Método de medición **indirecta**,
- ☒ Método de medición por **sustitución** (transferencia),
- ☒ Método de medición **diferencial**,
- ☒ Método de medición por **nulo o cero**,
- ☒ Método de medición por **relación**.

Medición
Directa
Indirecta

A continuación se describen brevemente, los métodos de medición más comunes, utilizados en metrología técnica e industrial:

Medición directa

En este método se obtiene un valor en unidades del mensurando, mediante un instrumento, cadena o sistema de medición, digital o analógico, en forma de: indicador, registrador, totalizador ó integrador. El sensor del instrumento es colocado directamente en contacto con el fenómeno que se mide.

Ejemplos:

- a) Medición de volumen y densidad en base al principio de Arquímedes (Fig. 2),

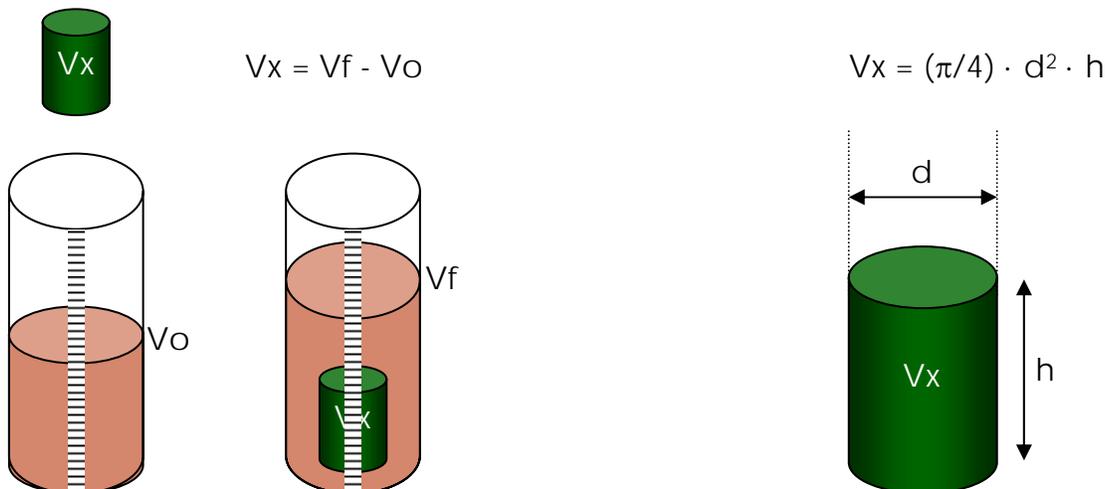


Fig. 2. Métodos Directo y Método Indirecto

- b) Medición de presión, en un manómetro secundario con indicación digital o analógica.

Medición indirecta

En este método se obtiene el valor del mensurando mediante: transformación, conversión o cálculo de: Indicaciones, señales de medición, magnitudes de influencia o mediciones de las variables de entrada (independientes).

Ejemplos:

- a) Medición de volumen, en base a principios geométricos de Euclides (Fig. 2),
- b) Medición de presión, en una balanza de pesos muertos,
- c) Medición de flujo en base a: constantes dimensionales (placa de orificio), diferencial por caída de presión, presión estática y temperatura del fluido.

Medición por sustitución

Este método utiliza un equipo auxiliar, llamado comparador o de transferencia, con el que se mide inicialmente al mensurando y luego un valor de referencia. Este método también es conocido como método de medición por transferencia.

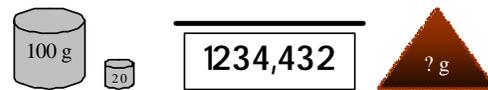


Fig. 3. Medición de masa por sustitución.

Ejemplos:

- a) Medición de la masa de una muestra o producto con pesas a través de una balanza analítica (Fig. 3).

Medición diferencial

La medición es la diferencia entre un valor conocido (referencia) y un valor desconocido. Este método es más exacto y proporciona mejor resolución que el obtenido en la medición directa.

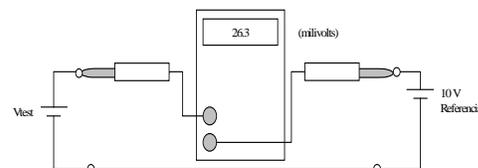


Fig. 4. Medición diferencial de tensión.

Ejemplos:

- a) El valor de la fuente bajo prueba V_{test} va ser igual a la suma algebraica del valor de referencia +10 V y la Indicación del voltmetro ($V_{test} = 10,000\ 0\ V + 26,3\ mV = 10,026\ 3\ V$) (Fig. 4),
- b) Calibración de bloques patrón mediante un comparador de bloques patrón.

Medición por nulo o cero

Este método utiliza un detector de nulos o equilibrio (comparador), el cual permite comprobar la igualdad (diferencia cero) entre el mensurando y un valor de referencia (patrón).

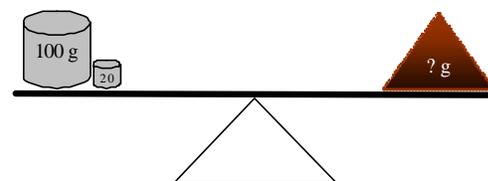


Fig. 5. Medición de masa por nulo o cero.

Comparación por Transferencia y Sustitución

Ejemplos:

- a) Medición de masa de una muestra o producto en una balanza de dos platillos (Fig. 5).

MÉTODOS DE CALIBRACIÓN

La calibración establece la relación entre el equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto a calibración y el patrón, esta relación se obtiene al tomar las indicaciones del equipo y del patrón y relacionarlas como: error, corrección o linealidad, con su respectiva incertidumbre. El equipo y u o el patrón pueden darnos esa indicación mediante mediciones directas, indirectas, o bien realizar, representar o reproducir un valor. Por lo cual podemos decir que los métodos de calibración se derivan de los métodos de medición, los principales métodos de calibración se listan a continuación:

- ☒ Comparación directa,
- ☒ Transferencia,
- ☒ Sustitución,
- ☒ Equilibrio,
- ☒ Escalamiento (subdivisión),
- ☒ Relación.

Estos métodos de calibración suelen combinarse con el método en que el patrón realiza la magnitud o el mensurando:

- ☒ Primario (gravimétrico, hidrostático, coulombimétrico),
- ☒ Secundario,
- ☒ Simulación,
- ☒ Reproducción,
- ☒ Puntos fijos.

A continuación se describen brevemente, los métodos de calibración más comunes, utilizados en metrología técnica e industrial:

Calibración por comparación directa

En este método se comparan directa e instantáneamente los valores proporcionadas por el equipo (instrumento de medición o medida materializada) bajo calibración, contra los valores proporcionados por un patrón.

Ejemplos:

- a) Calibración de un manómetro ordinario secundario contra un manómetro patrón digital (Fig. 6),
- b) Calibración de una balanza digital con un marco de pesas patrón (Fig. 6).

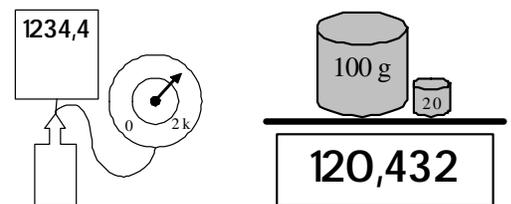


Fig. 6. Calibración de un manómetro analógico y de una balanza de masa por comparación directa.

Comparación
por
Equilibrio

Calibración por transferencia

En este método se comparan los valores proporcionados por el equipo (instrumento de medición o medida materializada) bajo calibración, contra los valores proporcionados por un patrón (valor de referencia), a través de un patrón de transferencia, incluso en diferente tiempo y lugar.

Ejemplos:

- Comparación de puntos fijos contra otros patrones primarios mediante patrones de transferencia de alta exactitud,
- Calibración de generadores de magnitudes eléctricas, contra referencia fijas mediante multimetros de alta exactitud.

Calibración por sustitución

Este método utiliza un equipo auxiliar (comparador), con el que se mide inicialmente al patrón y luego al equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto a calibración.

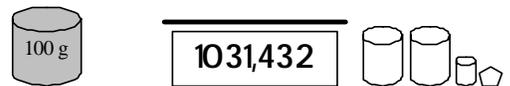


Fig. 7. Calibración de una pesa por sustitución.

Ejemplos:

- Sustitución simple (calibración de masas, AB) (Fig. 7),
- Sustitución doble (calibración de masas, ABBA) (Fig. 7),
- Sustituciones sucesivas (calibración de básculas de alto alcance > 5 t).

Calibración por equilibrio

Este método utiliza un detector de nulos, el cual permite comprobar la igualdad entre el patrón y el equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto de la calibración.

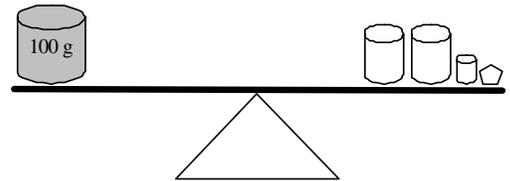


Fig. 8. Calibración de una pesa por equilibrio.

Ejemplos:

- Calibración de pesas en comparador de dos platillos (Fig. 8),
- Calibración de resistores, capacitares e inductores patrón en puentes RLC,
- Calibración de balanzas de presión por el método de flotación cruzada,
- Calibración de manómetros de mercurio contra columna de líquido por equilibrio de fuerzas.

Calibración por simulación

Este método simula el mensurando o la magnitud del instrumento de medición sujeto a calibración en base a modelos de relación de respuesta contra estímulo.

Ejemplos:



Fig. 9. Simulador eléctrico de pH (mV).

Simulación

- a) Simulación eléctrica en la calibración de indicadores (no medidores) de: temperatura (TC y RTD), potenciómetros para pH (Fig. 9), lazos de medición o control (4 a 20 mA, 1 a 5 V, 0 a 10 V, etc.), vibraciones, conductividad, humedad de madera, resistividad, etc.,
- b) Simulación de fuerza en la calibración de básculas de alto alcance (> 5 t),
- c) Simulación por presión diferencial para la calibración de transmisores de flujo o velocidad.

Calibración por reproducción

En este caso el patrón utilizado en la calibración reproduce a la magnitud.

Ejemplos:

- a) Pesas (Fig. 10), b) Volumen, c) Resistores eléctricos, d) Bloques patrón, e) Generadores de señal, f) Materiales de referencia (MR).



Fig. 10. Marco de pesas (reproducción).

Calibración por puntos fijos

En este caso el patrón utilizado en la calibración realiza un constante fundamental o derivada mediante la reproducción de fenómenos físicos o químicos.

Ejemplos:

- a) Puntos fijos de sales saturados para humedad relativa,
- b) Puntos fijos (triple, solidificación, fusión) de la ITS-90 para temperatura,
- c) Puntos fijos secundarios (fusión hielo (Fig. 11), evaporación del agua) para temperatura,
- d) Puntos fijos de presión.



Fig. 11. Punto de hielo (punto fijo)

Reproducción
y
Puntos Fijos

REFERENCIAS

- Aranda, V. y Velasco, R. (2004). Gestión metrológica. Memorias de curso. MetAs y Metrólogos Asociados. México.
- Creus, A. (1995). Instrumentos industriales. Su ajuste y calibración. Segunda edición. Alfaomega, marcombo.
- FLUKE. (1994). Calibration: Philosophy in practice. Second edition. Fluke Corporation.
- ISO/IEC 17025. (2005). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International standard. Second edition. International Organization for Standardization. International Electrotechnical Commission.
- Pezet, F. y Mendoza, J. (1994). Vocabulario internacional de términos fundamentales y generales de metrología. Publicación técnica CNM-MMM-PT-001. CENAM. México.