



RESIDENCIA PROFESIONAL

PROYECTO:

PROCESO DE MANTENIMIENTO A EQUIPO DE MEDICION EN EL
LABORATORIO DE METROLOGIA DE LA ZONA DE DISTRIBUCION

ALUMNO: CASTELLANOS GARCIA SAYRA CYNTHIA

ASESOR INTERNO: M. en C. JOSE RAFAEL SANCHEZ MALDONADO

ASESOR EXTERNO: ING. MANUEL CASTILLO VAZQUEZ

EMPRESA: COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

ESPECIALIDAD: ING. ELECTRONICA

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, 24 DE DICIEMBRE DE 2010

INDICE

CAPÍTULO 1

CARACTERIZACION DEL PROYECTO Y DIMENSIONES DEL PROBLEMA

1.1	Introducción.....	5
1.2	Justificación.....	6
1.3	Objetivo general.....	7
1.4	Objetivos específicos.....	7
1.5	Área de trabajo.....	7
1.6	Problemas a resolver	8
1.7	Limitaciones.....	8

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES Y ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.8	Antecedentes.....	9
1.9	Definición del simcfe.....	11
2.1	Visión.....	11
2.2	Misión.....	11
2.3	Objetivos.....	12
2.4	Estructura.....	12
2.5	Trazabilidad.....	13

CAPÍTULO 3

CONOCER Y DEFINIR EL PROBLEMA DE ERROR EN EQUIPOS DE MEDICIÓN DEL LABORATORIO SECUNDARIO DE METROLOGÍA.

1.1.1	Descripción del equipo.....	15
1.1.2	Observación.....	26
1.1.3	Lectura y comprensión del vocabulario básico utilizado en el LAMSE.....	26

CAPÍTULO 4

CONOCER EL PROCEDIMIENTO PARA GARANTIZAR EL PROCESO DE CALIBRACIÓN

1.2.1	Alcance.....	28
1.2.2	Conceptos Generales.....	28
1.2.3	Normas certificadas al Laboratorio Secundario de Metrología.....	31
1.2.4	Procedimiento.....	31
1.2.5	Características que definen el equipo de medida y su aplicación.....	33
1.2.6	Diseño de un sistema de confirmación metrología.....	35
1.2.7	Calculo de la incertidumbre de medida en las calibraciones.....	36
1.2.8	Realización de listas de equipo para proceso de calibración.....	37
1.2.9	Documentos de referencia.....	39
1.3.1	Información específica del procedimiento.....	40
1.3.2	Procedimiento matemático.....	41

CAPÍTULO 5

ESTABLECER LOS EQUIPOS CON MAYOR INCIDENCIA DE ERROR EN LA MEDICIÓN (EQUIPO DEL TRABAJADOR).

1.3.1	Amperímetro de Gancho.....	43
1.3.2	Medidor de Relación de vueltas trifásico (TTR).....	47
1.3.3	Medidor de Resistencia a Tierra.....	49
1.3.4	Multímetro.....	50

CAPÍTULO 6

TOMAR DATOS DE EQUIPO PATRÓN

1.4.1	Descripción del método.....	53
1.4.2	Etiquetas de calibración.....	54
1.4.3	Calibración de los equipos.....	55
1.4.4	Descripción del método.....	56
1.4.5	Precauciones y prerrequisitos.....	57

CAPÍTULO 7

HACER UN ESTUDIO DE HOJAS DE CONTROL DE CALIBRACIÓN

1.5.1	Formato de control de folios de calibración e informe de calibración.....	58
-------	---	----

CAPÍTULO 8

ESTABLECER LAS NECESIDADES DEL EQUIPO ESTABLE DEL TRABAJADOR EN LA MEDICIÓN.

1.6.1	Condiciones ambientales.....	60
1.6.2	Clasificación de lugares para realización del proceso o instalación de acuerdo a la norma ANSI/ISA-S71.0-1985.	61
1.6.3	Característica General.....	61
1.6.4	Característica General.....	61

CAPÍTULO 9

ESTABLECER LOS PARÁMETROS TOTALES QUE SERIAN AFECTADOS EN LA IMPLICACIÓN DEL ERROR DE UN EQUIPO MAL CALIBRADO.

1.7.1	Establecer los parámetros totales que serian afectados en la implicación del error de un equipo mal calibrado.....	62
-------	--	----

CAPÍTULO 10

1.8 PROPUESTA FINAL

1.8.1	Proceso de calificación de equipo.....	63
1.8.2	Proceso de calificación de equipo.....	63
1.8.3	Recomendaciones Generales.....	63
1.8.4	Si es necesario hacer alguna dilución de la muestra considerar lo siguiente.....	64
1.9	Conclusión.....	65
1.9.1	Bibliografía.....	66

Capítulo 1

1.1 INTRODUCCION

La CFE es la empresa que comprende la planeación del Sistema Eléctrico Nacional, así como la generación, conducción, transformación, distribución y comercialización de energía eléctrica para el servicio público.

Actualmente, la capacidad instalada en el país es de 48,260 MW*, de los cuales 46.12% corresponde a generación termoeléctrica de CFE; 21.39% a *productores independientes de energía (PIE); 22.11% a hidroelectricidad; 5.39% a centrales carboeléctricas; 1.99% a geotérmica; 2.83% a nucleoelectrica, y 0.18% a eoloeléctrica.

En sus inicios, la industria eléctrica mexicana operó varios sistemas aislados, con características técnicas diferentes; llegando a coexistir casi 30 voltajes de distribución, siete de alta tensión para líneas de transmisión y dos frecuencias eléctricas de 50 y 60 hertz. Ello dificultaba el suministro de electricidad a todo el país, por lo que CFE definió y unificó los criterios técnicos y económicos del Sistema Eléctrico Nacional, normalizando los voltajes de operación, con la finalidad de estandarizar los equipos, reducir sus costos y los tiempos de fabricación, almacenaje e inventariado. Luego, unificó la frecuencia a 60 hertz en todo el país e integró los sistemas de transmisión, en el Sistema Interconectado Nacional.

Se refiere a la red de transmisión de electricidad, el cual se compone actualmente de: 47,884 kilómetros de líneas de 400, 230 y 161 kV; 327 subestaciones de potencia con una capacidad de 137,522 MVA, y 47,134 kilómetros de líneas de subtransmisión de 138 kV y tensiones menores.

El sistema de distribución (que también estaba en ceros en 1937) cuenta actualmente con 1,583 subestaciones con 41,663 MVA de capacidad; 6,798 circuitos de distribución con una longitud de 371,041 kilómetros; 998,587 transformadores de distribución con una capacidad de 32,748 MVA; 237,546 kilómetros de líneas secundarias de baja tensión y 606,051 kilómetros de acometidas.

Actualmente, con los avances tecnológicos en las distintas áreas permite tener sistemas de supervisión y control de datos sumamente poderosos y fáciles de usar. El día de hoy, 128,446 localidades tienen electricidad y sus habitantes reciben una atención más rápida y cómoda en las 951 oficinas de atención al público y los 1,980 cajeros CFEmático, en los que se puede pagar el recibo de luz a cualquier hora, los 365 días del año.

1.2 JUSTIFICACION

CFE mantiene un servicio de calidad y control, debido a la constante demanda de suministro de energía eléctrica es necesario garantizar los equipos de supervisión y control además de los sistemas de medida que tengan como objetivo hacer cumplir la calidad.

Es por lo anterior que se requiere cubrir las necesidades de monitoreo y control de la totalidad de calibración de todo el equipo utilizado. Diseño, Construcción y Equipamiento de un Laboratorio de Metrología.

La Metrología nos obliga a mejorar nuestro sistema de control de calidad en equipos de medición. La adquisición de equipos de distintas marcas y modelos ha arrojado un grave problema por su inestabilidad y costo.

La gran variedad de protocolos existentes dificultan la operatividad del usuario siendo que hay que recordar distintas normas de calibración para diferentes equipos, esto hace la operación más propensa a errores por parte del usuario.

El proyecto radica en el estudio de los equipos que más inciden en el error de medición para brindarle al liniero el mejor desempeño en su equipo y brindarle a CFE un mejor sistema de garantía en las normas de calidad.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio en el área de metrología para la configuración y actualización de CFE en los equipos de medición, y de esta forma proporcionar la calidad correcta y eficiente.

Proporcionar los elementos técnicos y administración que permitan el manejo y control adecuado de los bienes muebles que tiene a cargo el Centro; asimismo, llevar a cabo la baja y destino final de aquellos que no son útiles o funcionales para el servicio del mismo.

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO

El estudio de los sistemas de calibración a equipos de medición de CFE para mejorar y ampliación. Garantizando de esta forma las normas de calidad en la calibración del equipo.

Mejorar los costos utilizados en esta serie de procesos.

Actualizar la base de datos de los equipos con mayor probabilidad de error en este proceso y optar por una segunda línea de equipos.

1.5 AREA DE TRABAJO.

La labor del Laboratorio Secundario de metrología de CFE en TUXTLA ubicada en Carretera Panamericana No. 5675, Int. 500m. Col. Plan de Ayala, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Se encarga realizan su actividad determinando el error en un instrumento para medir así como otras características metrológicas, de acuerdo a lo requerido por la política de trazabilidad de la ema. Como resultado de su actividad los laboratorios de calibración emiten un dictamen o informe de calibración.

Los laboratorios de calibración demuestran su competencia técnica, asegurando la calidad de los informes o dictámenes de calibración que emiten a través la comprobación del cumplimiento con los requisitos sobre estructura y organización, ética e imparcialidad, sistema de gestión de la calidad, personal, equipo, procedimientos técnicos, validación de métodos, calibración, trazabilidad, etc., establecidos en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006/ISO 17025:2005.

Es importante que considere los siguientes aspectos al solicitar un servicio de calibración:

* El usuario del laboratorio debe identificar la magnitud en la que deberá ser calibrado su instrumento. La magnitud está definida en la columna I. Así como el equipo que requiere ser calibrado.

1.6 PROBLEMAS A RESOLVER

Cuando existe alguna falla eléctrica y es necesario realizar un cierre de alguna sección de la red eléctrica se tienen que verificar todos los equipos remotos que sean eficientes y que su calibración sea precisa.

- Actualizar la base de datos de hojas de calibración para saber si el equipo requiere mantenimiento preventivo o correctivo.
- Mejorar el enlace entre el laboratorio de metrología al usuario del equipo
- Actualizar la lista de equipo con mayor incidencia en error de calibración.

1.7 LIMITACIONES

- Se actualizara la lista de equipos con mayor incidencia en la medición del Laboratorio Secundario de Metrología.
- Se tendrá en cuenta que siempre se tendrá un margen de error en los diferentes equipos de medición.

1.8 ANTECEDENTES

La metrología en CFE en los 90' s.

En su operatividad la CFE siempre ha realizado:

- Mediciones de Energía Eléctrica, como base fundamental en la producción y venta del servicio de energía eléctrica.
- Mediciones de una gran cantidad y variedad de parámetros en los procesos de generación, transmisión, transformación y distribución de la energía eléctrica.

La metrología en CFE en los 90' s.

Esta dada, entre otras por:

- No hay trazabilidad en las mediciones.
- Se carece de la infraestructura metrología congruente con la importancia de las principales mediciones que garantizan la calidad del servicio público de energía eléctrica.
- Hay instrumentos de medición fuera de especificación y exactitud.
- Otros

La necesidad de cumplir los requisitos de certificación de calidad, ISO 900, planteados en el Programa Institucional de Calidad y Competitividad de la CFE (PICC) destaca la necesidad de las Áreas de Generación, Transmisión y Distribución de la CFE para controlar la calibración de los instrumentos y equipos de inspección, mediciones que se realizan en la CFE, con objeto de asegurar la confiabilidad de las mediciones en los diferentes procesos.

Para ello, como complemento al PICC se institucionalizo desde 1994 el Sistema Institucional de Metrología de CFE (SIMCFE) con la finalidad de proveer los servicios de Metrología a todas las áreas de la CFE.

Actualmente, adicionalmente a otras metas, la Dirección General de la CFE comprometió con la Presidencia de la República le otorga de los Laboratorios Secundarios de Metrología del SIMCFE y Laboratorios de Pruebas de la CFE, contribuyendo al fortalecimiento de la Red INTRAGOB del Gobierno Federal, donde la CFE es una de las instituciones con mayor avance dentro de dicha red.

1.9 Definición del SIMCFE

El SIMCFE, con una operación de más de 10 años, es el Sistema Institucional de Metrología de CFE que permite conjuntar y aprovechar óptimamente los recursos humanos, físicos, técnicos y tecnológicos involucrados en todas las mediciones existentes en CFE y cuyo objetivo básico es:

“Asegurar la calidad de las mediciones que se realizan en todos los procesos sustantivos de la CFE”

2.1 Visión

La Generación, Transmisión, Distribución de energía eléctrica y la equidad entre proveedores y clientes tanto internos como externos requieren que las mediciones de las variables en los procesos operativos tengan la calidad y exactitud requerida por el producto y servicio que se proporciona.

2.2 Misión

Contar con un sistema metrologico que le permita a la CFE asegurar la calidad de sus mediciones en los procesos operativos de Generación, Transmisión y Distribución de energía eléctrica.

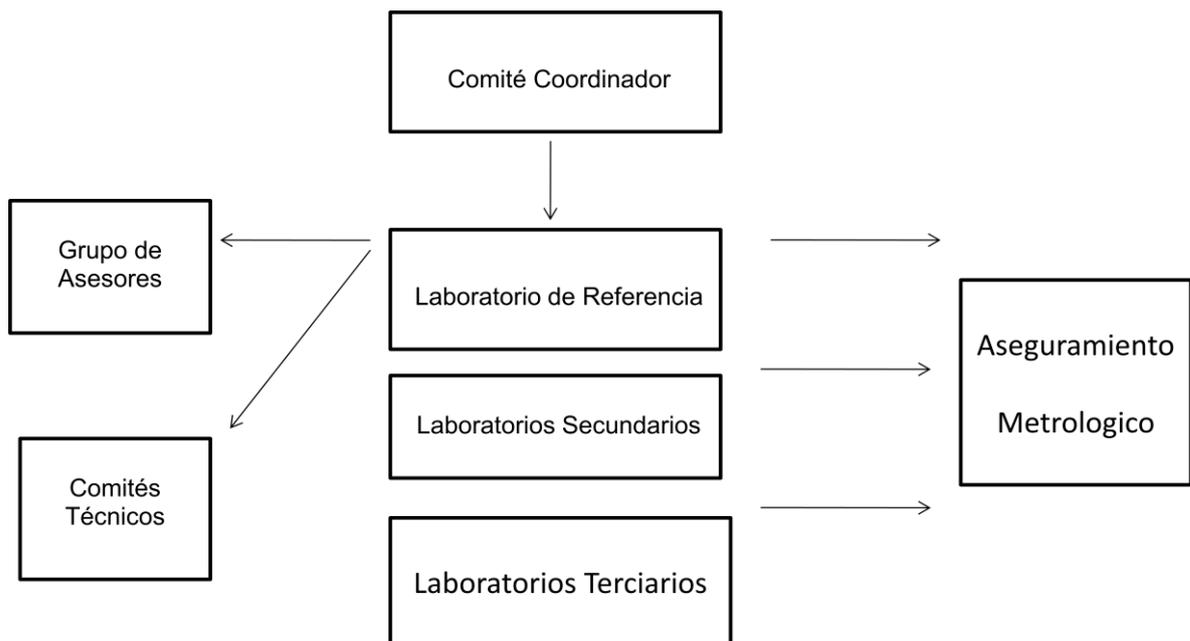
2.3 Objetivos

Los objetivos generales del SIMCFE son:

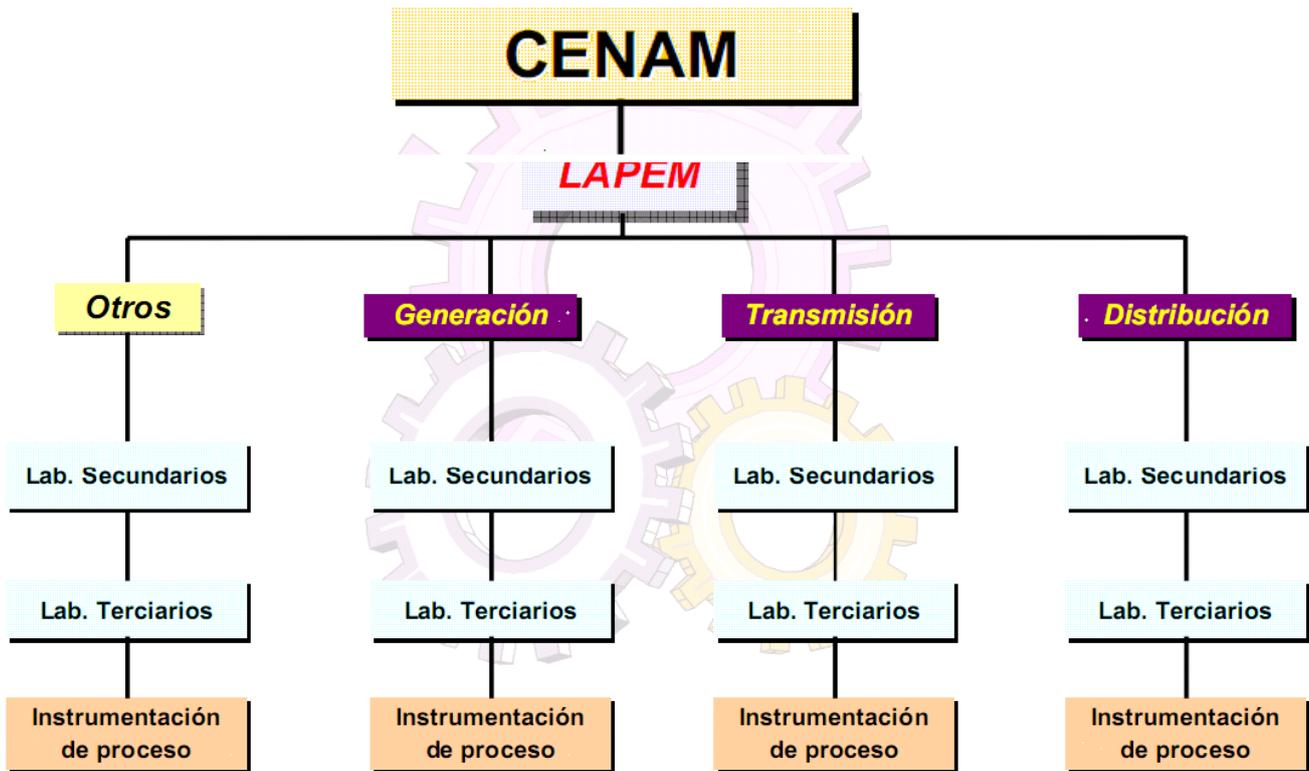
- 1.- Establecer la cadena de trazabilidad que permita asegurar la transferencia y el mantenimiento de la exactitud de las mediciones.
- 2.-Implantar el sistema de aseguramiento de las mediciones (SAM) en la CFE
- 3.-Estructurar el sistema de Laboratorios de Metrología de CFE en concordancia con las necesidades de las áreas a las que pertenecen.
- 4.-Normalizar los sistemas de gestión metrológicos
- 5.-Promover en la CFE la cultura metrológica.

2.4 Estructura

El SIMCFE está formado por el Comité Coordinador, los Laboratorios de Metrología, el Aseguramiento Metrologico y los Comités Técnicos. Se prevé la asesoría externa a CFE para la solución de problemas en aquellos casos en que sea necesario.



2.5 Trazabilidad



CAPITULO 3

1.1 Conocer y definir el problema de error en equipos de medición del Laboratorio Secundario de Metrología.

- **Conocer el equipo del laboratorio de Metrología y detectar en qué estado se encuentran.**

Los altos costos económicos que llega a tener el realizar una mala medición sobre una red eléctrica y cómo un certificado de calibración que muestre trazabilidad a patrones.

Las mediciones y la normatividad para la protección del trabajador son muy importantes. Se motivó el impulso de la metrología mediante el desarrollo de tecnología confiable para ofrecer un sustento equitativo en la medición de equipos para los trabajadores.

El metrólogo ha seleccionado como campo de estudio una porción especial de la gran variedad de experiencias humanas; de la totalidad ha abstraído ciertos aspectos que le parecen susceptibles de describir con exactitud.

En tiempos más recientes se ha decidido tomar un papel activo en la adquisición del conocimiento o por medio de la experimentación. En este caso, con sus descripciones, el metrólogo construye un nuevo mundo, un mundo propio e integrado a CFE.

Para eso conoceremos el Segundo Laboratorio de Metrología donde nos enfocaremos en los equipos más utilizados por el laboratorio.

1.1.1 Descripción del equipo

➤ **Micrómetro**

- **Características de la unidad**

También llamado **Tornillo de Palmer**, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001 mm) (micra).

Para ello cuenta con dos puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala.

La escala puede incluir un nonio ò vernier es una segunda escala auxiliar que tienen algunos instrumentos de medición, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.

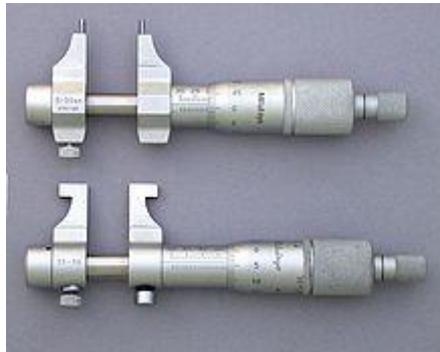


Fig.1
Micrómetro

Frecuentemente el micrómetro también incluye una manera de limitar la torsión máxima del tornillo, dado que la rosca muy fina hace difícil notar fuerzas capaces de causar deterioro de la precisión del instrumento.

- **Funcionamiento**

- Se basa en que, si un tornillo montado en una tuerca fija se hace girar, el desplazamiento de éste en el sentido longitudinal, es proporcional al giro dado.
- Todos los tornillos micrométricos empleados en el sistema métrico decimal tienen una longitud de 25 mm, con un paso de rosca de 0,5 mm, de modo que girando el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0,5 mm.
- El micrómetro tiene una escala longitudinal, línea longitudinal que sirve de fiel, que en su parte superior presenta las divisiones de milímetros enteros y en la inferior las de los medios milímetros, cuando el tambor gira deja ver estas divisiones.
- En la superficie del tambor tiene grabado en toda su circunferencia 50 divisiones iguales, indicando la fracción de vuelta que ha realizado, una división equivale a 0,01 mm.
- Para realizar una lectura, nos fijamos en la escala longitudinal, sabiendo así la medida con una apreciación de 0,5 mm, el exceso sobre esta medida se ve en la escala del tambor con una precisión de 0,01 mm.
- En la fig.2 se ve un micrómetro donde en la parte superior de la escala longitudinal se ve la división de 5 mm, en la parte inferior de esta escala se aprecia la división del medio milímetro. En la escala del tambor la división 28 coincide con la línea central de la escala longitudinal, luego la medida realizada por el micrómetro es: 5.31mm.

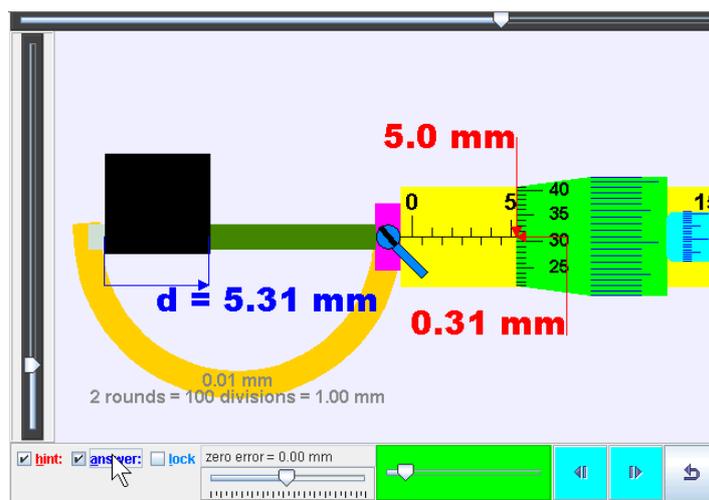


Fig.2
Funcionamiento de un micrómetro.

- **Micrómetro digital**
- **Características de la unidad**
 - **Datos técnicos**

Exactitud: Referir a la lista de especificaciones.

Resolución: 0.001mm o .00005" /0.001mm

Llanura: 0.3µm/.000012"

Paralelismo: 2µm/.00008"

Caras de medición: Carburo inclinado

Exhibición: LCD

Batería: SR44 (1 PC.), 938882

Vida de batería: Aproximadamente 1.2 años bajo uso normal

Función: Origen-fijar, energía automática con./desc., conversión de inch/mm (modelos de inch/mm)

Alarma: Baja tensión, error de la composición de valor de cuenta



Fig.3
Micrómetro digital.

- **Funcionamiento**

Solamente con solo fijar la llave para el ajuste fácil del origen. Un dedal de la parada o de la fricción del trinquete para una fuerza de medición constante.

Lectura de la medida con los caracteres grandes en la pantalla del LCD. Ninguna abrazadera del huso. Solo el resultado.

➤ **Cabeza de micrómetro**

• **Características de la unidad**

Micrómetro MHC principal:

- Tipo del ahorro de espacio que suprime la longitud entera.
- Modelos con un radio de acción de medición de 6.5 milímetros y 13 milímetros

Micrómetro MHS principal:

- Tipo universal con un radio de acción de medición de 13 milímetros
- Modelo compacto ampliamente utilizado.

Micrómetro MHA principal:

- Tipo universal con un radio de acción de medición de 13 milímetros
- Fácil ajustar el punto cero del dedal.



Fig.3
Cabeza de micrómetro

➤ **Analizador trifásico**

○ **Características de la unidad**

- mide prácticamente todos los parámetros del sistema eléctrico, como tensión, corriente, potencia, consumo (energía), desequilibrio, flicker, armónicos e interarmónicos. Captura eventos como fluctuaciones, transitorios, interrupciones y cambios rápidos de tensión.

- El analizador eléctrico Fluke 435 ofrece una precisión de la tensión del 0,1.
- Registra todos los datos que necesita detallar. El registro detallado de datos de larga duración configurable por el usuario proporciona lecturas de valores mínimos, máximos y promedios de hasta 100 parámetros distintos en las tres fases y el neutro, con un tiempo medio de medida ajustable hasta a 0,5 segundos. Dispone de memoria suficiente para registrar 400 parámetros con un minuto de resolución hasta un mes.
- Cuatro canales: mide simultáneamente la tensión y la corriente en las tres fases y el neutro.
- Visualización de transitorios automática captura hasta 40 fluctuaciones, interrupciones o transitorios automáticamente



Fig.4
Analizador Trifásico

➤ **Registrador Trifásico**

○ **Características de la unidad**

- **Configuración rápida y fiable:** la "interfaz de panel frontal" basada en PDA inalámbrica ofrece una ventana en la que muestra lo que el instrumento está registrado incluso en áreas de difícil medida.
- **Configuración sin umbrales:** aplique umbrales después de recopilar los datos con el software Fluke Power Analyze, de este modo no tendrá que preocuparse por la pérdida de información debida a configuraciones incorrectas.
- El disparo por corriente y los canales cruzados permiten la captura de todas las medidas, en todos los canales y en todo momento.
- Mide todos los parámetros tensión y corriente en las tres fases, el neutro y tierra.



Fig.5
Registrador Trifásico

➤ **Pinza amperimétrica de CA**

○ **Características de la unidad**

- Medida de corriente CA de 600 A con mordaza fija.
- Medida de tensión CA y CC de 600 V.
- El procesamiento de señales avanzado permite su uso en entornos eléctricos con ruido a la vez que proporciona lecturas estables.
- CAT IV 300 V, CAT III 600 V.
- Corriente y tensión CA de verdadero valor eficaz para medidas precisas en señales no lineales.
- Su gran pantalla, con retro iluminación y de fácil lectura establece automáticamente el rango de medida correcto, para que no sea necesario cambiar de posición el selector mientras se realiza la medida.



Fig.6
Pinza amperimétrica de CA

➤ **Agilent HP Multímetro Digital 34401A**

○ **Características de la unidad**

0,5 dígitos de resolución

0,0035% 1 año DCV exactitud, 0,06% 1 año ACV precisión

Doce funciones de medición, además de limitar las pruebas y min / max / promedio

True RMS voltios AC y actual

1000 lecturas / segunda en formato ASCII a través del bus GPIB



Fig.7
Agilent HP Multímetro Digital 34401A

➤ **Current Shunt 9211A**

○ **Características de la unidad**

La precisión de $\pm 0,01\%$

Para montaje en rack o de banco

Medición de corriente DC de 10
microamperios a 300 amperios completa
Escala

Diseño compacto

Temperatura de 10 ppm Coeficiente/ $^{\circ}\text{C}$

Tiene cuatro terminales o para montaje en rack instrumento diseñado para la medición cómoda de actual en nueve rangos de 10 a 300 microamperios amperios. Salida de tensión a plena intensidad nominal en todos los rangos es de 0,1 voltios. La precisión está calibrada a 23 $^{\circ}\text{C}$. Y que se refiere a la unidad de la resistencia como sostiene el Consejo Nacional de Investigación Nacional de Canadá o el Instituto de Estándares y Tecnología. Un informe de la calibración de dar los valores medidos se suministra.

Todas las conexiones y ajustes están disponibles en el panel frontal. Separa las terminales actuales y potenciales se proporcionan. Selección de rango se realiza por medio de dos tapones de bronce insertadas en pares de puertos en el panel. Un robusto caso Formica para banco de montaje se suministra con la configuración estándar.



Fig.8
Current Shunt 9211A

Alternativamente, el 9211A se puede suministrar con soportes de montaje en rack. El rack configuración de montaje ocupa 222 mm (8,7pulg) de espacio vertical.

○ **Especificaciones**

RESISTENCIA (Ohms)	Clasificación Actual Amperios	1 Año de Precisión	Temperatura Coeficiente (ppm/°C)	Disipación de energía en Corriente (MW)
10,000	0.00001	± 0.01%	5	0.001
1,000	0.0001	± 0.01%	5	0.01
100	0.001	± 0.01%	5	0.1
10	0.01	± 0.01%	5	1
1	0.1	± 0.01%	5	10
0.1	1	± 0.01%	10	100
0.01	10	± 0.01%	10	1000
0.001	100	± 0.05%	30	10 W
0.00033333	300	± 0.1%	30	30 W

Calibrado en aire a $23 \pm 10^{\circ}\text{C}$ se refiere a la unidad de resistencia mantenida por el Consejo Nacional de Investigaciones de Canadá o el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, y se expresa como una desviación del nominal con una incertidumbre total y el factor de cobertura de $k = 2$.

Un informe de calibración trazable de afirmar los valores medidos y la incertidumbre se suministra con cada unidad en las corrientes de prueba de 1 / 10 de la clasificación y completo de la corriente nominal para un máximo de 100 A y un mínimo de 0,1 mA,

➤ **Probador Digital de Radiocomunicación**

○ **Características de la unidad**

Fácil de tareas exigentes interruptor y control de participación de las señales de RF.

Esto incluye aplicaciones de medición y control en la radio del automóvil, móvil, las comunicaciones y el sector militar, como las siguientes:

- Configuración de los sistemas de calibración
- Seguimiento de equipos de prueba, amplificadores
- Supervisión DUT y la estimulación
- Multiplexación de DUTs
- Ruta de conmutación para determinar las características de los componentes de RF Por ejemplo Multiplexación de DUTs

Para realizar pruebas del RF en los paneles impresos múltiples, es necesario, por ejemplo, multiplexar las señales del RF al vario DUTs. La figura abajo demuestra la disposición básica de un sistema de prueba para alinear y calibrar el transmitir y recibe las trayectorias de un módulo del RF. Los relais coaxiales del cambio de los módulos de R&S® OSP-B101 se utilizan para multiplexar tan bien como para cambiar entre el transmitir y la trayectoria de la recepción.



Fig.9
Probador Digital de Radiocomunicación

1.1.2 Observación

El laboratorio de Metrología cuenta con equipos que aseguran una calibración certificada. Los equipos anteriores son los más utilizados y en base a esto realizaremos el estudio de certificación de calidad.

1.1.3 Lectura y comprensión del vocabulario básico utilizado en el LAMSE

LAMSE, creada en el año 1987, es una empresa especializada en el campo de la protección radiológica. Su personal, su experiencia y sus instalaciones, han hecho que LAMSE sea merecedora, durante todos estos años, de la confianza de la gran parte de las compañías, organismos oficiales, centrales nucleares, universidades, hospitales y centros de investigación que trabajan en el sector nuclear.

Desde su creación, la punta de lanza de LAMSE ha sido el servicio técnico, formado por personal de gran experiencia y responsabilidad. Este servicio, que incluye el mantenimiento, reparación y verificación de los equipos se realiza para más de 1200 clientes a nivel nacional.

El Dpto. Comercial dispone de una amplísima variedad de productos de Protección Radiológica y Radiofísica, además de la capacidad humana y técnica para asesorar a nuestros clientes sobre sus necesidades específicas. Nuestro Dpto. Técnico aporta un eficaz servicio post-venta.

Además, LAMSE tiene la certificación **ISO 9001:2008** con el siguiente alcance:

- "Diseño, Desarrollo y Fabricación de equipos electrónicos e instrumentación de medida de radiaciones ionizantes"

- " Mantenimiento, reparación, verificación y comercialización de equipos electrónicos e instrumentación de medida de radiaciones ionizantes."

El 15 de noviembre de 2008 fue publicada la nueva Norma Internacional ISO 9001:2008. Aun cuando en esta versión no se han incluido nuevos requisitos o registros, no por ello los actuales y futuros usuarios deben trivializar los beneficios y eventual impacto que la misma puede tener en sus respectivos sistemas de gestión de la calidad.

CAPITULO 4

1.2 Conocer el procedimiento para garantizar el proceso de calibración

- **Realización de listas de equipo para proceso de calibración.**

En este procedimiento se establecen los lineamientos para el control de la verificación, ajuste y calibración de los equipos de inspección, medición y pruebas utilizados para demostrar el cumplimiento del producto con los requerimientos especificados.

Para el desarrollo de la metrología, se requiere contar con términos que pueden ser sencillos o compuestos y son generados con el fin de tener un entendimiento pleno de algunos conceptos o situaciones específicos, que se dan en los procesos de medición y algunas otras actividades relacionadas.

1.2.1 Alcance

Identificar las mediciones que habrán de hacerse al producto, la selección, adquisición, aprobación e identificación del equipo necesario, determinación de la frecuencia de verificación y ajuste, el control de la verificación y ajuste bajo condiciones apropiadas y el registro de éstas actividades.

Este procedimiento es aplicable al Equipo de Inspección, Medición y Prueba identificado como crítico para la evaluación y aprobación de productos y procesos incluyendo los utilizados para la calificación y mantenimiento de herramientas de producción. El laboratorio de metrología debe de conocer los términos siguientes, más importantes.

1.2.2 Conceptos Generales.

Medición: Es un conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

El objetivo del conjunto de operaciones mencionado en la definición, es obtener el valor de una magnitud. Tal magnitud puede ser por ejemplo, la longitud de un eje; la cantidad de corriente eléctrica que circula por un conductor.

Equipo de Medición: Son todos los instrumentos de medición, patrones de medición, materiales de referencia, aparatos auxiliares e instrucciones que son necesarios para llevar a acabo una medición. Se incluye en este término el equipo de medición utilizado para realizar inspecciones o pruebas, así como el usado para la calibración. Este término es muy amplio y proporciona una idea de que todos los equipos que pueden medir, son sujetos de una importancia adecuada.

Confirmación metrología: Es el conjunto de operaciones requeridas para asegurar que un elemento de un equipo de medición este conforme con los requisitos para el uso intencionado. La confirmación metrología incluye la calibración, cualquier ajuste o reparación y una posterior re calibración, así como cualquier operación de sellado o etiquetado requerida.

Incertidumbre en la medición: Incertidumbre en la medición es el parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían, razonablemente, ser atribuidos al mensurado.

Error absoluto en la medición: Es el resultado numérico de una medición menos el valor verdadero del mensurado. Se continúa hablando del concepto de valor verdadero y valor convencionalmente verdadero, ahora como función del error de la medición. El concepto se explica en función de una resta sencilla.

Ajuste: Operación destinada a llevar a un instrumento de medición a un estado de funcionamiento y exactitud adecuados para su uso. En el actual documento existe una parte que aclara la diferencia entre la calibración y el ajuste, en virtud de la confusión existente en la industria nacional.

Resolución: Expresión cuantitativa de la aptitud de un dispositivo indicador para distinguir significativamente valores adyacentes de una magnitud indicada. En otros términos la resolución de un instrumento se puede entender como la parte más pequeña que puede medir un instrumento. En algunos casos específicamente, en indicadores analógicos, la resolución corresponde a la misma división del mismo.

Es importante no confundir la resolución con la exactitud de un instrumento, al revisar las especificaciones. Los fabricantes, en muchos casos, proporcionan resoluciones ampliar y a la par declaran exactitudes mas limitadas, conviene decir que un instrumento con una exactitud determinada y una mejor resolución no lo hace mejor. Sea por ejemplo, un instrumento con una exactitud de 0,001 y una resolución de 0,000 01, los últimos dos dígitos que se muestran en la resolución no significan nada y mucho menos mejoran al instrumento.

Estabilidad: Es la aptitud de un instrumento de medición de conservar constantes sus características metrologías. Esta característica se determina en función del tiempo.

Deriva: Variación lenta, con el tiempo, de una característica de un instrumento de medición. Pudiera confundirse con la estabilidad, aunque la deriva es muy lenta y generalmente no se aprecia en una medición de corto tiempo.

Patrón de medición: Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema, destinado a definir, realizar conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una cantidad para transmitirlos por comparación, a otros instrumentos de medición. Este concepto será de un uso ininterrumpido en el desarrollo del actual, debido a que es un elemento vital de un proceso de medición.

Patrón internacional de medición: Patrón reconocido por acuerdo internacional como base internacional para fijar el valor de todos los oros patrones de la magnitud considerada.

Patrón nacional de medición: Patrón reconocido mediante una decisión nacional para servir en un país, como base para fijar los valores de todos los otros patrones de la magnitud considerada. Los patrones englobados bajo este concepto son pocos y siempre es el estado o el gobierno mediante una entidad adecuada quien instituye estos patrones.

1.2.3 Normas certificadas al Laboratorio Secundario de Metrología

- REQUISITOS DE ISO 9000 RELATIVOS A LOS EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO.

El requisito 4.11 de la norma ISO 9001 especifica claramente que los equipos de medida se deben gestionar y utilizar de manera adecuada: "El suministrador debe establecer y mantener al día procedimientos documentados para controlar, calibrar y realizar el mantenimiento de los equipos de inspección, medición y ensayo (incluyendo el soporte lógico usado en los ensayos) utilizados por el suministrador para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados."

1.2.4 Procedimiento

- La compañía de CFE dispone de equipos de medida para cuantificar todos los parámetros relacionados con la calidad, y éstos equipos deben tener las características metro lógicas adecuadas.
- Debe estar documentada la lista de todos los instrumentos utilizados para cuantificar los parámetros relacionados con la calidad.
- Se debe implantar y mantener un sistema para el control y la calibración de los equipos de medida.
- Todos los equipos utilizados para realizar medidas de la calidad, y todos los equipos utilizados para calibrar, se deben manipular con cuidado y deben ser usados de tal forma que su exactitud y ajuste quede a salvo.

- Todas las medidas, tanto para calibrar equipos como para la verificación del producto, deben realizarse teniendo en cuenta todos los errores e incertidumbres significativos identificados en el proceso de medida.
- El cliente debe tener acceso a pruebas objetivas de que el sistema de medida es efectivo.
- La calibración se debe realizar con equipos con trazabilidad a patrones nacionales.
- Todas las personas que desarrollan funciones de calibración deben estar debidamente formadas.
- Los procedimientos de calibración deben estar documentados.
- El sistema de calibración debe ser revisado periódica y sistemáticamente para asegurar que continúa siendo efectivo.
- Se debe mantener una ficha o registro de calibración para cada equipo de medida por separado. Cada ficha debe demostrar que el instrumento es capaz de realizar medidas dentro de los límites designados.

Los equipos de medida se encargan de realizar mediciones sobre las variables involucradas en los procesos industriales. A partir de ellos, se observa y se controla el proceso. Dichas mediciones deben ser fiables, seguras y de gran exactitud, y en general permitir la visualización continua del proceso.

La elección más adecuada del equipo de medida para una aplicación industrial se debe realizar al comparar las características que proporciona el fabricante para cada equipo. Es de gran importancia saber en cada aplicación que necesidades de medida son requeridas, y por tanto, realizar una elección que las cumpla, pero sin excederlas.

1.2.5 Características que definen el equipo de medida y su aplicación

- **Rango de medida:** define los valores mínimo y máximo de lectura para los cuales el equipo ha sido diseñado.
- **Alcance:** es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de la variable de entrada del instrumento de medida.
- **Sensibilidad de la medida:** mide la pendiente o derivada de la recta que relaciona e mensurando con la medida.

Junto a éstas, se tienen aquéllas que determinan la capacidad de medida del equipo, y que deben ser decisivas a la hora de realizar la elección del equipo.

- **Exactitud:** es la capacidad de un equipo de medida de dar indicaciones que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida.
- **Fidelidad:** es la cualidad que caracteriza la capacidad del instrumento de medida para dar el mismo valor de magnitud al medir varias veces en unas mismas condiciones. Ligada a ésta, se deben definir los conceptos de:
 - Repetibilidad
 - Reproducibilidad
- **Desplazamiento:** se produce cuando existe un error constante sobre todo el rango de medida.

- **Linealidad:** indica el grado de proporcionalidad entre la magnitud física y la medida.

- **Sensibilidad ante perturbaciones:** mide la variación máxima de la medida en relación con una variación unitaria de una condición ambiental.

- **Histéresis:** es la propiedad presente en algunos instrumentos de medida que provoca que la curva de medida difiera según las lecturas se hagan de forma ascendente o en sentido descendente.

- **Zona muerta:** se define como el rango de entrada para el cual no se obtiene lectura en la salida.

- **Umbral:** es el nivel mínimo necesario para que cuando la entrada del instrumento aumente de forma progresiva desde cero, tenga lugar a la salida un cambio suficientemente grande como para ser detectado.

- **Resolución:** es el nivel mínimo de cambio en la entrada para que produzca un cambio observable en la salida.

De aquí se pasa al concepto de trazabilidad, como cadena de calibración donde cada equipo es calibrado frente a otro de mayor exactitud, denominado patrón. Esta cadena termina sobre un patrón nacional o internacional. También es necesario definir el:

- **Patrón primario:** aquella realización de la unidad del Sistema Internacional de acuerdo con su definición.
- **Patrón de referencia:** el que se emplea como último término de comparación en un ámbito dado, sea éste una industria dada, un hospital o un laboratorio.
- **Patrón de transferencia:** el que sirve para comparar entre sí diferentes sistemas de medida que no pueden ser transportados para situarlos en un mismo ámbito y hacer la comparación directamente.
- **Patrón de trabajo:** el que se usa de forma habitual para calibrar patrones e instrumentos de medida, por ejemplo, dentro de una planta de una industria.

1.2.6 Diseño de un sistema de confirmación metrología

- El objetivo último de este sistema de confirmación es garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de medida que afectan a la calidad este sistema debe incluir toda operación requerida “para asegurar que un equipo de medida cumple con los requisitos establecidos para su uso planificado”. Entre estas operaciones se encuentra la calibración, ajuste, reparación, sellado y etiquetado.

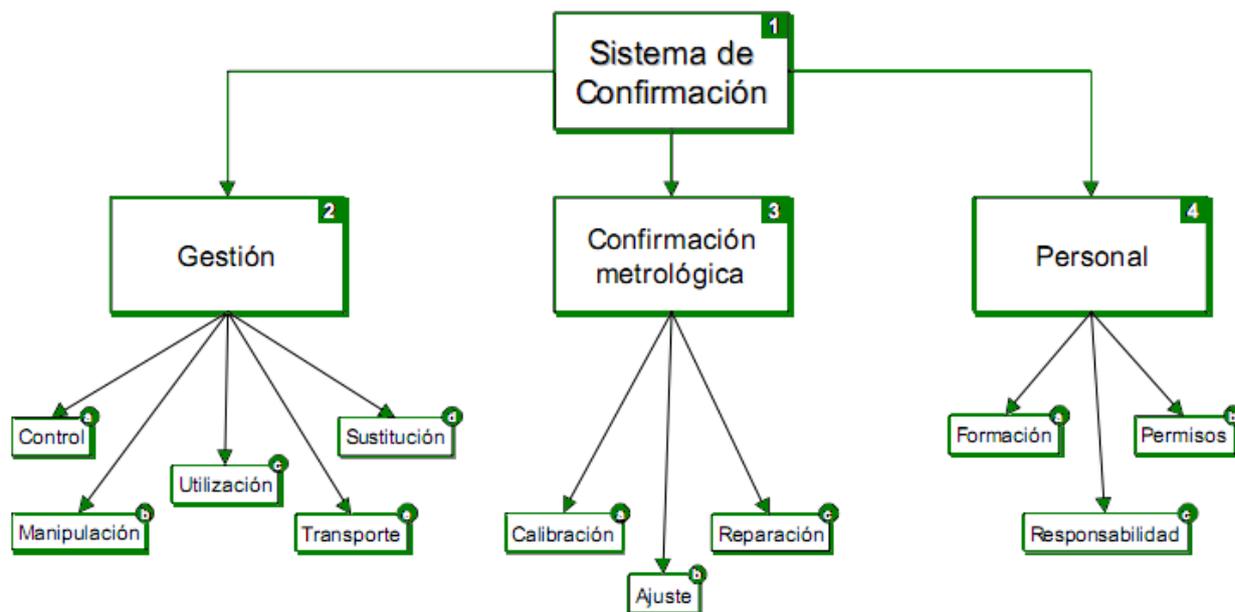


Fig.2.1
Sistema de confirmación metro lógica

1.2.7 Cálculo de la incertidumbre de medida en las calibraciones

El resultado de cualquier medida es sólo una aproximación o estimación del verdadero valor de la cantidad sometida a medición (el mensurado). De esta forma, la expresión del resultado de una medida es completa únicamente si va acompañado del valor de la incertidumbre asociada a dicha medida.

La incertidumbre de medida incluye generalmente varias componentes:

- **Tipo A:** Aquellas que pueden estimarse a partir de cálculos estadísticos obtenidos de las muestras recogidas en el proceso de medida.
- **Tipo B:** Aquellas que únicamente están basadas en la experiencia o en otras informaciones.

La calibración de un equipo de medida para procesos industriales consiste en comparar la salida del equipo frente a la salida de un patrón de exactitud conocida cuando la misma entrada (magnitud medida) es aplicada a ambos instrumentos. Todo procedimiento de calibración se puede considerar como un proceso de medida del error que comete un equipo.

1.2.8 Realización de listas de equipo para proceso de calibración.

Patrones de diseño o más comúnmente conocidos como "**Design Patterns**".
¿Qué son los patrones de diseño? Son soluciones simples y elegantes a problemas específicos y comunes del diseño orientado a objetos. Son soluciones basadas en la experiencia y que se ha demostrado que funcionan.

Es evidente que a lo largo de multitud de diseños de aplicaciones hay problemas que se repiten o que son análogos, es decir, que responden a un cierto patrón. Sería deseable tener una colección de dichos patrones con las soluciones más óptimas para cada caso.

Los patrones de diseño no son fáciles de entender, pero una vez entendido su funcionamiento, los diseños serán mucho más flexibles, modulares y reutilizables.

1.-Objetivo:

Proporcionar el contexto básico en aseguramiento metrológico para satisfacer las necesidades de los laboratorios relacionadas con las mediciones y la calidad.

2.-Alcance:

Se inicia al realizar el inventario de equipos de medición que deben ser calibrados y finaliza con la actualización de las hojas de vida después de recibir el informe de mantenimiento y calibración.

3.-Defenicion:

1 Magnitud medible:

Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia que se puede distinguir en forma cualitativa y determinar en forma cuantitativa.

2 Unidad de medida:

Una magnitud en particular, definida y adoptada por convención, con la cual se comparan otras magnitudes de la misma naturaleza, con el propósito de expresar sus cantidades en relación con esa magnitud.

3 Sistema Internacional de Unidades, SI:

Sistema de Unidades adoptado y recomendado por la conferencia general de pesas y medidas CGPM. En la actualidad el SI se basa en 7 unidades básicas: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa.

4. Valor de una magnitud:

Cantidad de una magnitud en particular que se expresa como una unidad de medida multiplicada por un número.

5. Medición:

Conjunto de operaciones cuyo objeto es determinar un valor de una magnitud.

6. Metrología:

Ciencia de la medición. Incluye aspectos teóricos y prácticos relacionados con las mediciones, cualquiera que sea su incertidumbre y cualquiera que sea el campo de la ciencia o de la tecnología al cual se aplique.

7. Método de medición:

Secuencia lógica de las operaciones, descritas en forma genérica, que se utilizan al efectuar mediciones.

Estos se pueden calificar en diversas formas como: método de sustitución, método diferencial, método nulo y método de comparación.

8. Procedimiento de medición:

Conjunto de operaciones, descritas en forma específica, que se utilizan al efectuar mediciones particulares según un método dado.

9. Resultado de una medición:

Valor atribuido por una magnitud por medir, obtenido mediante medición.

10. Indicación de un instrumento de medición:

Valor de una magnitud suministrado por un instrumento de medición.

11. Incertidumbre de la medición:

Parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza a la dispersión de los valores que en forma razonable se le podrían atribuir a la magnitud por medir.

12. Instrumento de medición:

Dispositivo destinado para efectuar mediciones, solo o en conjunto con uno o varios dispositivos adicionales.

13. Sistema de medición:

Conjunto completo de instrumentos de medición y otros dispositivos ensamblados para efectuar mediciones específicas.

14. Trazabilidad:

Propiedad de resultado de una medición o del valor de un patrón, en virtud de la cual ese resultado se puede relacionar con referencias estipuladas, generalmente patrones nacionales o internacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones que tengan todas incertidumbres determinadas.

15. Calibración:

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de las magnitudes que indique un instrumento de medición o un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o por un material de referencia y los valores correspondientes determinados por medio de los patrones.

1.2.9 Documentos de Referencia

1. NTC ISO/IEC 17025 Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración.
2. NTC ISO 10012 Sistema de gestión de la medición. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.
3. NTC 1000 Metrología. Sistema Internacional de unidades.
4. NTC 2194 Vocabulario de términos básicos y generales en metrología.
5. NTC 4057 Metrología. Lineamientos para la determinación de intervalos de calibración de equipo de medición usado en el laboratorio de ensayo.

1.3.1 Información Específica del Procedimiento

2. INFORMACIÓN ESPECIFICA DEL PROCEDIMIENTO						
ID.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE		REGISTROS	SISTEMAS DE INFORMACIÓN
			DEPENDENCIA O UNIDAD DE GESTIÓN	CARGO Y/O PUESTOS DE TRABAJO		
1	Realizar inventario de equipos de medición	Se genera un listado con las variables que afectan la calidad de los ensayos. Igualmente, se realiza un inventario de los equipos que deben ser calibrados y los patrones utilizados.	Laboratorio	Profesional Universitario	Control metrológico	NA
2	Determinar frecuencia de verificación y/o calibración	Se determina la frecuencia de verificación y/o calibración de los equipos, la cual se establece de acuerdo al comportamiento del equipo en cuanto a su utilización e incertidumbre generada en un periodo determinado de tiempo. Posteriormente, se define el responsable de realizar la calibración. NOTA: La verificación de equipos puede realizarla personal del laboratorio acreditado.	Laboratorio	Profesional Universitario	Hoja de vida de equipos/ Control metrológico	NA
3	Realizar Programa de calibración y mantenimiento	Se realiza el programa de aseguramiento metrológico donde se establece el listado de equipos, códigos, variables, rango de medición y la exactitud, se establecen las fechas de su ejecución para verificar el mantenimiento y /o calibración.	Laboratorio	Profesional Universitario	Programa de aseguramiento metrológico	NA
4	Solicitar servicio	De acuerdo al programa de aseguramiento metrológico de Equipos, se envía a la Dirección de Laboratorios la solicitud del servicio. NOTA: Se debe tener en cuenta que los laboratorios que presten el servicio para la calibración de equipos deben estar acreditados.	Laboratorio/ Dirección de Laboratorio	Profesional Universitario/ Director de Laboratorio	Programa de aseguramiento metrológico	NA
5	Solicitar cotizaciones	Se solicita a los proveedores del servicio enviar las cotizaciones para la prestación de este. Una vez recibidas las cotizaciones, se revisa que se ajusten a la normatividad y se selecciona el proveedor. Ver procedimiento Órdenes de Compra y Servicios. Cod. Z-PR-12.002.004.	Dirección de Laboratorio	Director de Laboratorio/ Secretaría ejecutiva	Cotizaciones	NA
6	Informar al laboratorio para programar fechas	Si el mantenimiento y/o la calibración se realiza en el Laboratorio para que programe la fecha en la que elaborará el servicio y la visita de la entidad externa que va a realizar el servicio.	Laboratorio/ Dirección de Laboratorio	Profesional Universitario/ Director de Laboratorio	Programa de aseguramiento metrológico	NA
7	Solicitar la salida del equipo	Si el mantenimiento y/o la calibración no se realizan en los laboratorios se solicita en la Sección de Bienes y Suministros la salida del equipo en el formato de orden de retiro del activo fijo, con las especificaciones de este. Ver procedimiento Gestionar salida autorizada de activos fijos cod. Z-PR-12.003.008.	Laboratorio	Profesional Universitario	Orden de retiro del activo fijo	NA
8	Verificar funcionamiento de equipos	Una vez terminada la calibración del equipo, se verifica el funcionamiento y se solicita a la empresa que presto el servicio, el informe de mantenimiento y calibración. Posteriormente, se diligencia y entrega el certificado de cumplimiento y satisfacción al proveedor. NOTA: En caso de que sea imposible el ajuste del equipo con la calibración, debe ser dado de baja y reemplazado por otro que determine las mismas variables.	Laboratorio	Profesional Universitario	Informe de mantenimiento y calibración/ certificado de cumplimiento y satisfacción	NA
9	Actualizar hojas de vida de los equipos	Después de recibir el informe de mantenimiento y calibración, se actualiza la hoja de vida del equipo. Los equipos calibrados deben exhibir una etiqueta que contenga la fecha de calibración y el número del certificado de calibración. Los certificados de calibración deben expresar numéricamente los resultados, los cuales a su vez servirán para evaluar las correcciones y el comportamiento del equipo a través del tiempo. NOTA: Cada calibración o chequeo del equipo genera información para actualizar los registros de las hojas de vida de los mismos.	Laboratorio	Profesional Universitario	Hojas de vida de los equipos de medición	NA

1.3.2 Procedimiento matemático

En primer lugar es útil referir todas las medidas a una misma unidad, ya que entre los fabricantes hay gran disparidad de criterios y así existen manómetros con lecturas en kg/cm², psi, bar, etc. Nosotros las referiremos a bares; ya que, aunque la unidad de presión es el Pascal (Pa), esta unidad es muy pequeña, y resulta más útil el bar que es un múltiplo entero del Pa.

Tratamiento de resultados

Para cada punto de calibración determinamos los siguientes parámetros:

Valor medio, cuya fórmula es:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n$$

Donde:

\bar{x} = media

x_i = resultado de la i-ésima medición

n = número de medidas

Corrección de calibración, o diferencia entre el valor medio y el valor convencionalmente verdadero.

$$\Delta x = \bar{x} - x$$

Donde:

Dx = desviación

x = valor de referencia

Varianza de la población, dada por:

$$s_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

La incertidumbre es el valor estimado de la extensión que cubren todos aquellos valores que pudieran ser el verdadero valor de una magnitud, así sabemos que tiene varios componentes, que se agrupan en dos tipos: tipo A contribuciones determinadas por métodos estadísticos y tipo B las que se estiman o evalúan por otros medios.

Entonces para calcular la incertidumbre de medida tenemos:

Contribuciones de tipo A:

Varianza de la media, S_x^2

Contribuciones de tipo B:

U_1 Incertidumbre del patrón según el certificado de su calibración.

U_2 Incertidumbre debida a variaciones de temperatura que estimaremos en 0,0005.P siendo P la presión de referencia del punto considerado.

U_3 Incertidumbre por deriva del equipo patrón, que estimaremos en 0,001 Pmax.

Con esto el cálculo final de la incertidumbre será:

$$I = k \sqrt{S_x^2 + \left(\frac{U_1}{w}\right)^2 + \left(\frac{U_2}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_3}{\sqrt{3}}\right)^2 + (\Delta X)^2}; k = 2$$

Y teniendo en cuenta la corrección por desviación de la referencia la incertidumbre corregida del equipo será:

$$I_c = k \sqrt{S_x^2 + \left(\frac{U_1}{w}\right)^2 + \left(\frac{U_2}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_3}{\sqrt{3}}\right)^2}; k = 2$$

donde k es el factor de incertidumbre de la calibración y w el factor de calibración del equipo patrón.

CAPITULO 5

1.3 Establecer los equipos con mayor incidencia de error en la medición (equipo del trabajador).

- **Analizar los tipos de equipos que entraron a revisión en el mes de octubre.**

En este proceso los equipos con mayor incidencia fueron los siguientes:

1.3.1 Amperímetro de Gancho

El amperímetro de gancho es una tenaza amperímetra que nos va a mostrar los parámetros de intensidad de corriente en una línea.

Características:

En Baja Tensión los rangos de medida son: 60/150/300/600/1200 Amperes y en Alta Tensión existen equipos para medir, directamente en redes de alta tensión, voltaje, corriente, factor de potencia, armónicas, energía, etc. Miden voltaje hasta 40 kV y corrientes de hasta 3000 Amperes en redes de 230 kV.



Fig.10
Amperímetro de Gancho

Las características que debemos indicar para especificar un amperímetro son:

- Corriente máxima
- Resistencia interna
- Exactitud
- Precisión
- Linealidad

Especificaciones Generales	
Pantalla	LCD 15mm (0.6") 4 Dígitos, Indicación máxima de 5000
Rango de Medición	ACA, DCA, ACV, DCV, Ohms, Capacitancia, Hz, Ciclo de Duración, diodo y chequeo de continuidad
Polaridad	Cambio automático " - " indica polaridad negativa
Ajuste a Cero	DCA: Presione botón de ajuste Otros Rangos: Ajuste automático
Sobre Entrada	Indicación de "1" a "-1"
Tiempo de Muestreo	Aproximadamente 0.35 segundos, 006P, MN1604 (PP3) o equivalente
Baterías	Alcalinas de Alta duración DC9V
Consumo de Poder	Aproximadamente DC 5 mA
Temperatura de Operación	0 - 50 °C (32 - 122 °F)
Humedad de Operación	Menos de 80 % de RH
Tamaño	255 x 73 x 38 mm (10 x 2.9 x 1.5 pulgadas)
Peso	380 gr. (0.85 Lb.) incluyendo baterías
Accesorios incluidos	Manual Operativo..... 1pieza Probador (Rojo y Negro)..... 1Set Fusible..... 1 pieza
Accesorios opcionales y adaptadores	Manual Operativo..... 1pieza Probador (Rojo y Negro)..... 1Set Fusible..... 1 pieza

Fig.11
Tabla De Especificaciones Generales

Especificaciones Eléctricas (23 ± 5°C)				
Función	Rango	Resolución	Efectividad	Circuito de protección de sobrecarga
Voltaje DC/AC	240 mV (Solo DC)	0.1 mV	± (0.5 % + 2d)	AC/DC 1000 V
	2.4 V	0.001 V	DCV: ± (1% + 2d)	
	2.4 V	0.01 V		
	240 V 1000 V	0.1 V 1 V	ACV: ± (1.2% + 5d)	
Corriente DC/AC (Entrada Directa)	240 uA	0.1 uA	± (1.2% + 5d)	AC/DC 500 V (Fusible)
	2400 uA	1 uA		
	24 mA	0.01 mA		
	240 mA	0.1 mA		
Corriente DC/AC (Gancho)	240 A	0.1 A	± (2% + 5d)	AC/DC 2000 A/1000 V
	2000 A	1 A	± (2% + 8d)	
Remarcado	* rms verdaderos para ambas funciones ACV/ACA * El rango de impedancia de entrada para ACV y DCV es de 10 Mega ohm * La frecuencia de ACA, ACV de respuesta es de 45 a 1 Hz * La especificación ACA, ACV puede ser probada en onda seno 50/60 Hz			

Fig.12
Tabla De Especificaciones Eléctricas

Función	Rango	Resolución	Efectividad	Circuito de protección de sobrecarga
Ohms	240 ohms	0.1 ohms	$\pm (1\% + 5d)$	AC/DC 400 V
	2.4 K ohms	1 ohms		
	24 K ohms	10 ohms		
	240 K ohms	100 ohms		
	2.4 M ohm	1 K ohms	$\pm (2\% + 2d)$	
	24 M ohm	10 K ohms	$\pm (3.5\% + 5d)$	
	25 nF	10 pF	$\pm (3\% + 5d)$	
250 nF	100 pF	Ve		
2.5 nF	0.001 pF	Remarca		
25 uF	0.01 pF			
Frecuencia (>5V)	240 A	0.1 A	$\pm (1\% + 5d)$	AC/DC 1000 V
	2000 A	1 A		
Duración del Ciclo	1% a 99%	0.1%		
Diodo	Corto/no de detección	conductancia,	buena/prueba	de
Continuidad	* Si la medición a la resistencia es de menos de 10 ohms, la alarma sonará			

Fig.13
Tabla De Especificación

1.3.2 Medidor de relación de vueltas trifásico (TTR)

Es un probador de relación de transformación, monofásico o trifásico basado en un microprocesador digital. El TTR trifásico, es automático, está diseñado para medir la relación de vueltas en transformadores de potencia, distribución e instrumento en subestaciones.

TIPO	Medidor trifásico de relación de transformación, portátil, liviano, automático.
TAMAÑO	17 pulgadas (0,432 metros) de largo por 13 pulgadas (0,330 metros) de ancho por 7 de pulgadas (0,178 metros) de altura; Peso: 14 lbs. (6,3 kg.)
TENSIÓN DE ENTRADA	120/240 VAC
RANGO DE RELACIÓN DE MEDICIÓN	0.8 a 15000.00
EXACTITUD DE RELACIÓN DE ESPIRAS	0.800 - 999: ± 0.1 % 1000 - 1499: ± 0.2 % 1500 - 1999: ± 1.0 % 2000 - 15000: ± 2.0 %
CALIBRACIÓN	No requiere
TENSIÓN DE EXCITACIÓN	8 VAC, 40 VAC, 100 VAC
CORRIENTE DE EXCITACIÓN	0 a 2 Amperios
EXACTITUD DE CORRIENTE	$\pm 2\%$ de lectura (± 1 Dígito)
MEDICIÓN DE ÁNGULO DE FASE	0-360 Grados
EXACTITUD DE ÁNGULO DE FASE	± 1 Grado (± 1 Dígito)
DISPLAY	Amplitud de 4 líneas de 20 caracteres Visible bajo luz solar intensa.
COPIA IMPRESA	Impresora térmica de 4,5 pulgadas
INTERFASE A PC	RS-232C, 19,200 baudios
SOFTWARE DE PC IBM	Con entorno Windows, incluido en el precio de compra.
PRUEBA DE ALMACENAJE	Almacena 200 registros completos de pruebas del transformador. Cada prueba de registro incluye una placa indicadora de tensión, número de espiras del devanado, corriente de excitación, y el ángulo de fase del devanado. La información puede guardarse por dos años.
TEMPERATURA	Funcionamiento: -20°C to 55°C Almacenaje: -40°C to 65°C
CABLES	Un cable monofásico de 15 pies (4,5 metros) Un conjunto de cables trifásicos de 15 pulgadas (0,381 metros)

OPCIONAL

Un conjunto de cables de extensión de 30 pulgadas (0,762 metros) Incluye un bolso para transportar el cable. Estuche, Dispositivo controlador del tap del transformador.

GARANTÍA

De un año sobre los componentes y la reparación; También se encuentra disponible el servicio luego de la extinción de la garantía.

PC:

Puerto RS-232, 19,200 baudios. Software: Para ambiente Windows Memoria: Almacena 200 resultados completos, incluye: nombre, voltaje, relación de vueltas, corriente de excitación y ángulo de fase. Rangos de Temperatura: Operación: -10°C a 50°C Almacenamiento: -30°C a 70°C Humedad relativa 90% sin condensación Teclado Alfanumérico ACCESORIOS INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO: Bolsa de lona para transportación de puntas de prueba. Cable de alimentación. Cable de tierra. Juego de cables para prueba trifásica de 5m. Manual de operación en idioma Español Equipo PATTR-03 Auto contenido en maleta de uso rudo fabricad en policarbonato de alta resistencia para transporte con asidera de mano.



Fig.14
Medidor de relación de vueltas trifásico (TTR)

1.3.3 Medidor de Resistencia a Tierra

Es un medidor de resistencia a tierra fácil de usar. Para la medición de resistencia a tierra, el 1621 es la primera línea de defensa al detectar conexiones a tierra confiables.

La unidad cuenta con métodos básicos de comprobación de tierra incluyendo caída de potencial 3-polos así como también pruebas de resistencia a tierra de 2-polos. Es de un tamaño conveniente, con transportador endurecido, y la pantalla LCD grande y clara lo hacen un medidor de campo ideal para comprobación de tierra, para la mayoría de los ambientes de trabajo de aterrizaje eléctrico. Con una interface de usuario amigable y funcionalidad intuitiva, el Fluke 1621 es una útil herramienta para aterrizaje para contratistas eléctricos, ingenieros de pruebas de servicio, y especialistas en aterrizaje eléctrico.

La resistencia contra tierra se determina en tres rangos de medición hasta 2000Ω

- Medición de tensión contra tierra hasta 200 V
- Indicación de la tensión de batería en la gran pantalla LCD
- Posibilidad de puesta a cero
- Medición de tensión alterna y continua
- Todos los accesorios también se guardan en la bolsa de transporte



Fig.15
Medidor de Resistencia a Tierra

Especificaciones técnicas		
Rangos de medición	Aislamiento contra tierra Tensión contra tierra Tensión continua Tensión alterna Resistencia	20 Ω / 200 Ω / 2000 Ω 200 V 1000 V 750 V (40 Hz - 400 Hz) 200 kΩ
Resolución	Aislamiento contra tierra Tensión contra tierra Tensión continua Tensión alterna Resistencia	0,01 Ω / 0,1 Ω / 1 Ω 0,1 V 1 V 1 V 0,1 kΩ
Precisión	Aislamiento contra tierra Tensión contra tierra Tensión continua Tensión alterna Resistencia	±(2 % + 10 dígitos) / ±(2 % + 3 dígitos) / ±(2 % + 3 dígitos) ±(3 % + 3 dígitos) ±(0,8 % + 3 dígitos) ±(1,2 % + 10 dígitos) ±(1 % + 2 dígitos)
Cuota de medición		2,5 / segundo
Pantalla		pantalla LCD con iluminación de fondo
Alimentación		6 x baterías de 1,5 V AA
Condiciones ambientales		0 ... 40 °C / <80 % H.r.
Dimensiones		200 x 92 x 50 mm
Peso		700 g
Normativas		IEC10101, CAT III 1000 V

1.3.4 Multímetro

A veces también denominado polímetro, tester o multítester, es un instrumento de medición que ofrece la posibilidad de medir distintos parámetros eléctricos y magnitudes en el mismo dispositivo. Las funciones más comunes son las de voltímetro, amperímetro y ohmetro.



Fig.16
Multimetro

Es un aparato muy versátil, que se basa en la utilización de un instrumento de medida, un galvanómetro, muy sensible que se emplea para todas las determinaciones.

Para poder medir cada una de las magnitudes eléctricas, el galvanómetro se debe completar con un determinado circuito eléctrico que dependerá también de dos características del galvanómetro: la resistencia interna (R_i) y la inversa de la sensibilidad.

Esta última es la intensidad que, aplicada directamente a los bornes del galvanómetro, hace que la aguja llegue al fondo de escala. Además del galvanómetro, el polímetro consta de los siguientes elementos: La escala múltiple por la que se desplaza una sola aguja permite leer los valores de las diferentes magnitudes en los distintos márgenes de medida.

Medición de Voltaje DC

Rango	Resolución	Precisión
50 mV	1 μ V	.05% +10 dgts
500 mV	10 μ V	.05% +2 dgts
5 V	100 μ V	
50 V	1 mV	
500 V	10 mV	0.1% +2 dgts
1000 V	100 V	

Medición de Corriente AC

Rango	Resolución	Precisión	
		40Hz - 1kHz	1kHz - 10kHz
500 μ A	10 nA	0.3% + 5	0.8% + 10
5 mA	100 nA		
50 mA	1 μ A		
500 mA	10 μ A	0.4% + 10	sin especificar
5 A	100 μ A		
10 A	1 mA	0.4% + 20	

Cuando se mide en corriente continua, suele ser de color rojo la de mayor potencial (o potencial +) y de color negro la de menor potencial (o potencial -), ver figura. El polímetro está dotado de una pila interna para poder medir las magnitudes pasivas. También posee un ajuste de cero necesario para la medida de resistencias.

Voltajes (AC+DC) y Corriente (AC+DC)

Función	Rango	Resolución	Precisión	
			40Hz - 1kHz	1kHz - 10kHz
DC mV	500 mV	100 μ V	0.5% + 5	0.8% + 5
DC V	5 V	1 mV	0.5% + 3	0.8% + 3
	50 V	10 mV		
	500 V	100 mA	0.8% + 5	0.8% + 5
	1000 V	1 V		
DC μ A	500 μ A	100 nA	0.5% + 3	1.0% + 5
	5 mA	1 μ A		
DC mA	50 mA	10 μ A	0.8% + 10	sin especificar
	500 mA	100 μ A		
DC A	5 A	1 mA	0.8% + 10	sin especificar
	10 A	10 mA		

Medición de Corriente DC

Rango	Resolución	Precisión
500 μ A	10 nA	0.1% + 5
5 mA	100 nA	
50 mA	1 μ A	
500 mA	10 μ A	
5 A	100 μ A	0.3% + 10
10 A	1 mA	0.3% + 20

EQUIPO	FALLAS	SOLUCIÓN
Amperímetro de Gancho	Rango de medición	Se calibra de nuevo con los rangos del fabricante.
Medidor de relación de vueltas trifásico (TTR)	Perilla de manejo para las diferentes medidas de ángulo de fase.	Se reemplaza y se calibra con los rangos del fabricante.
Medidor de resistencia a Tierra	Resistencia contra tierra varía en la lectura.	Se calibra de nuevo con los rangos del fabricante en este caso fluke.
Multímetro	Terminales	Se reemplaza y se calibra con los rangos del fabricante

Tabla con descripción de la solución de errores de calibración

CAPITULO 6

1.4 Tomar datos de equipo patrón

- **Estudiar su alcance**
- **Descripción del método**
- **Precauciones y prerrequisitos**

Equipo patrón

Los equipos patrones a utilizar deberán encontrarse dentro del periodo de validez de calibración. Si no están disponibles los equipos patrón a utilizar se sustituirán por otros de similar incertidumbre.

1.4.1 Descripción del método

- **Inspección**

Se comienza con inspeccionar el equipo de CFE tenemos que verificar una o varias características de un producto y de compararlas con los requisitos especificados, con el fin de establecer su conformidad.

- **Instrumento de Medida**

Elegir el instrumento adecuado para indicar la magnitud que se quiere controlar.

- **Manual de Calidad**

El manual de Calidad es un documento que, debidamente autorizado, formaliza la Política de la empresa de CFE relativa a la Administración de la Calidad, definiendo las normas y los procedimientos operativos de referencia, los objetivos de calidad, el sistema de responsabilidad y las normas internas. Se trata de una recopilación estructurada de todas las normas, los criterios, las instrucciones y las recomendaciones que aseguran la calidad del bien o servicio, teniendo como fin los objetivos fijados por la Dirección.

- **Periodo de calibración**

Es el plazo de tiempo definido para un equipo, durante el cual el instrumento se encuentra en estado de uso.

- **Registro del equipo que se desea calibrar**

Documento que proporciona evidencia objetiva de actividades realizadas o de resultados obtenidos.

- **Revisión del Sistema de Calidad**

Evaluación formal, realizada por el laboratorio, del estado en que se encuentra el Sistema de Calidad y de su adecuación a lo que establece la Política de Calidad y a los nuevos objetivos que se deriven de la evolución de circunstancias cambiantes.

1.4.2 Etiquetas de calibración

- **Identificación**

Todos los equipos de medida y ensayos se incluirán en una Lista de Equipos de Medida (L.E.M.) (Formato LEM-11.1) aprobada por el Director Calidad. Los equipos estarán identificados mediante un código formado por tres dígitos, asignando a cada equipo un número correlativo.

- **Ficha de vida**

Cada equipo dispondrá de una Ficha de Vida (Formato FV- 11.2), donde se reflejarán los siguientes datos:

- Código.
- Denominación.
- Marca, Modelo y N.º de Serie (si es conocido).
- Rango.
- Incertidumbre.
- Periodicidad de Calibración.
- Historial de Calibraciones

1.4.3 Calibración de los equipos

- **Internas**

Realizadas por el propio personal de la empresa, de acuerdo con instrucciones de Calibración, por medio de equipos patrones certificados (trazabilidad nacional y/o internacional).

- **Resultado**

Es necesario realizar un Certificado de Calibración definido en las Instrucciones de Calibración y en el segundo caso, solicitar al agente externo la remisión del mismo.

- **Externas**

Realizadas por empresas o Laboratorios, externas a XYZ, S.A., utilizando patrones con trazabilidad.

▪ Resultado

Cuando en el transcurso de una medición o calibración periódica se comprueba que el equipo suministra datos extraños, se realizará una nueva calibración, dejando constancia en el correspondiente Certificado de Calibración. El Director de Calidad evaluará la validez de los resultados obtenidos durante el periodo en el que sospecha se han realizado medidas erróneas y propondrá, si así lo estima, la apertura de una Acción Correctiva

1.4.4 Descripción del método

La calibración se realiza en una sala de metrología con una temperatura controlada de 20 ± 2 °C, aunque es aconsejable un 20 ± 1 °C, sobre todo cuando se realicen calibraciones de micrómetros con división de escala milésima.

Si el micrómetro es digital y necesita una puesta a punto inicial, esta es la primera operación que se efectúa, utilizando un patrón adecuado y siguiendo el manual de operación del instrumento.

La calibración se efectúa midiendo sobre los patrones correspondientes el diámetro interior de los mismos.

La calibración se inicia reiterando diez medidas sobre el umbral inferior del campo de medida de la cabeza micrométrica y a continuación se reiteran otras diez medidas sobre el umbral superior, (es preferible realizar una tercera reiteración de 10 medidas sobre el punto medio del campo de medida).

Este proceso se repite sucesivamente para cada uno de los alcances correspondientes a los distintos contactos de medida o alargaderas que pueden acoplarse a la cabeza micrométrica.

Las indicaciones del micrómetro se expresan siempre con su última cifra en el nivel de la división de escala del instrumento.

1.4.5 Precauciones y prerequisites

Los equipos patrones a utilizar deberán encontrarse dentro del periodo de validez de calibración. Si no están disponibles los equipos patrón a utilizar se sustituirán por otros de similar incertidumbre.

El manómetro patrón se debe mantener en perfecto estado de limpieza.

Se realizará una cuidadosa inspección visual del estado externo del manómetro a medir, a fin de proceder a la previa corrección de los defectos observados (cristal roto, aguja desplazada, legibilidad de las divisiones de la escala, etc.).

Los equipos a calibrar que se encuentren sucios, o aquellos en los que se presume que pueden tener suciedad en el interior del transductor, no deberán montarse en el circuito de presión, a no ser que sean limpiados antes, ya que contaminarían el aceite del circuito con distinto tipo de aceite. La limpieza se efectuará preferentemente con jeringuillas y algún disolvente no corrosivo.

Atender a la posición de medida del equipo, bien sea horizontal o vertical. En cualquier caso, si no se indica lo contrario se colocará en posición vertical durante el proceso de la calibración.

En los manómetros analógicos, cuando se efectúe una lectura, se golpeará ligeramente el armazón o el cristal frontal, de forma que se puedan eliminar rozamientos indeseables así como la desviación por fricción.

Hay que tener la precaución de que los manómetros destinados a ser usados con oxígeno, no podrán ser calibrados con comprobadores de aceite.

El manómetro mesurando se acoplará en el cuerpo del calibrador mediante los adaptadores (racoeres) convenientes de forma que no exista fuga alguna. Habrá que tener en cuenta que existirá aire en el fluido, lo que provocará caídas de presión en el indicador que se corregirá según se indica en el Procedimiento de Mantenimiento y Utilización de Manómetros (MEU0122).

Dejar un tiempo de estabilización antes de iniciar la calibración que se realizará en una sala de metrología a una temperatura de 20 ± 2 °C.

CAPITULO 7

1.5 Hacer un estudio de hojas de control de calibración

- **Conocimiento sobre Control de Folios de Calibración**

Los folios de calibración es donde se lleva un control de los equipos que se reciben para su calibración en el laboratorio. Es una tabla en Excel donde se le asigna un número consecutivo al equipo (folio de calibración) y se capturan los datos del equipo:

- Como modelo
- Marca
- Numero de serie
- Departamento y subarea al que pertenece

La fecha de su recepción en el laboratorio, la fecha en que se calibra, el nombre de la persona que lo calibra, los equipos patron usados en su calibración, la fecha en que se entrega el equipo calibrado al usuario.

1.5.1 Formato de control de folios de calibración y informe de calibración

CAPITULO 8

1.6 Establecer las necesidades del equipo estable del trabajador en la medición.

- Condiciones ambientales

Para asegurar la calidad de los servicios de calibración y prueba, es necesario de controlar o monitorear las condiciones ambientales en los resultados obtenidos en el servicio, además nos ayuda a reducir el número y orden de las correcciones necesarias al hacer mediciones que se ven afectadas por ambientes adversos.

Para lograr que los instrumentos se ambienten con respecto a las condiciones ambientales es necesario dejar el equipo en el laboratorio un tiempo considerable para la mayoría de los instrumentos

El propósito de mantener la humedad en valores bajos, es minimizar la corrosión de los equipos, evitar los efectos higroscópicos de algunos materiales, y permitir un confort óptimo para el personal del laboratorio.

El registro y medición de la presión atmosférica (no barométrica) en todos aquellos laboratorios que requieren corrección por:

- Empuje del aire
- Fases de estado
- Normalización de resultados

1.6.1 Condiciones ambientales

La metrología es decisiva en el comercio internacional debido a que proporciona los medios técnicos necesarios para asegurar medidas correctas, mediante la implementación de un sistema armonizado de medición compuesto por el Sistema Internacional de Unidades (SI), la exactitud de los instrumentos de medidas cumpliendo con normas internacionales (como las recomendaciones de la OIML) y los métodos y procedimientos validados: la medición entra en práctica cuando todas las operaciones comerciantes, desde el comercio del producto a granel (como los minerales, el petróleo y el gas natural) hasta la venta minorista de productos al público en el mercado.

La realidad es que existen sin fin de ejemplo que podremos citar y los cuales demuestran la importancia que tiene la metrología, alguno de ellos son los siguientes:

Además de la cantidad, la calidad de los productos y su conformidad con las normas son conceptos esenciales en el comercio internacional. El control de la calidad y la conformidad requiere de muchos casos mediciones los resultados de las medidas deben ser indudable si se espera confianza en los resultados del ensayo y en la aceptación de los certificados. Los laboratorios de calibración deben cerciorarse de que sus mediciones y el equipo de ensayo son debidamente calibrados.

La mayoría de los procesos de producción modernos se caracterizan por el ensamblaje de la mayoría de sus partes y componentes comprados en el mercado internacional.

Esto implica de manera directa la aplicación de sistemas de medida uniformes, fiables que garanticen el intercambio de las dimensiones mecánicas y la compatibilidad de las especificaciones eléctricas. Por tal motivo es tarea de los institutos nacionales de metrología mantener los patrones nacionales de manera que el equipo de medición pueda referirse a estos patrones.

1.6.2 Clasificación de lugares para realización del proceso o instalación de acuerdo a la norma ANSI/ISA-S71.01-1985.

Clase A

Con aire acondicionado. En estos lugares controla tanto la temperatura como la humedad relativa, normalmente se encuentran equipos eléctricos y computadoras que requieren un control ambiental.

1.6.3 Característica General

18 a 27 °C+2 °C

20 A 80 %HR +10%HR

CLASE B

Son lugares donde la temperatura es controlada y la humedad relativa no lo es. Este tipo de lugar es utilizado para supervisión de ciertos equipos de operación y lugares de almacenamiento y ocasionalmente transportación.

1.6.4 Característica General

5 a 50 °C + 10 °C

5 a 90%HR + N.A.

CAPITULO 9

1.7.1 Establecer los parámetros totales que serian afectados en la implicación del error de un equipo mal calibrado.

- Daño a los equipos de las subestaciones

Podemos decir que un equipo mal calibrado nos daría mediciones erróneas que afectarían el proceso de mantenimiento de las instalaciones y equipos de CFE, y las consecuencias podrían variar desde informes y estudios equivocados (a consecuencia de mediciones con datos erróneos) hasta posible daño a los equipos de las subestaciones debido a un mantenimiento mal ejecutado. Además se tienen Medidores de energía en los puntos de entrega/recepción en todas las subestaciones de CFE, con los cuales se factura el total de energía entregada, por lo que tener uno de esos medidores mal calibrados representaría una pérdida económica para la CFE ya que no se estaría midiendo correctamente el total de la energía que se genera y distribuye.

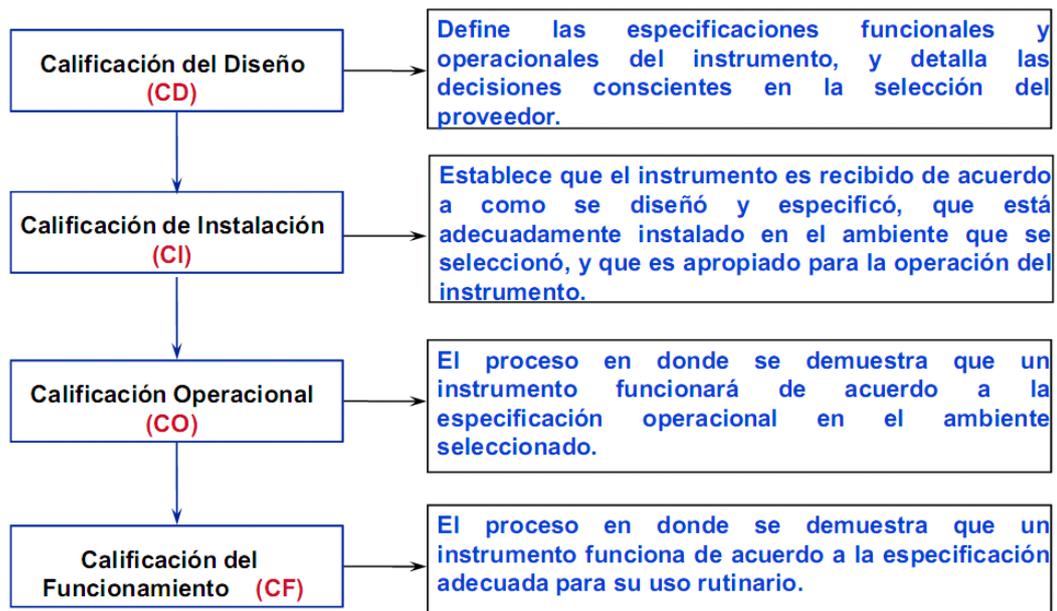
CAPITULO 10

1.8 Propuesta final

1.8.1 Proceso de calificación de equipo

El proceso total de aseguramiento de que un instrumento es adecuado para el uso propuesto y su funcionamiento está de acuerdo a las especificaciones establecidas por el usuario y por el proveedor.

1.8.2 Proceso de Calificación de equipo



1.8.3 Recomendaciones Generales

- Aplicar las buenas prácticas de laboratorio y de medición.
- Conservar los materiales de acuerdo a las condiciones de temperatura recomendadas en el certificado.

- En la preparación de las disoluciones empleada en los puntos de la curva calibración, igualar la matriz con la de la muestra.
- Emplear materiales de referencia certificados.
- Validar los métodos.

1.8.4 Si es necesario hacer alguna dilución de la muestra, considerar lo siguiente:

- Transferir en un recipiente el volumen necesario para tomar la alícuota y desechar el sobrante, nunca regresarlo a la botella.
- No tomar alícuotas menores a 5 mL, utilizar material de vidrio calibrado.
- Identificar y mantener bajo control todas las interferencias.
- . Determine el tiempo de integración adecuado.
- Seleccione las concentraciones adecuadas para mejor exactitud.
- Incluir en la secuencia de mediciones materiales de referencia de control.
- Mantener el equipo dentro de un programa de mantenimiento.
- Permitir un tiempo razonable de estabilización del equipo a partir de que se enciende.

CONCLUSIÓN

En la estancia del LABORATORIO de METROLOGÍA de CFE-GRTSE, fue de gran ayuda para comprender la importancia que tiene este centro. En el transcurso de mi estancia tuve la oportunidad de aprender más sobre los diferentes tipos de calibración y ver cómo funcionan los lineamientos de calidad. Obtuve toda la información que necesitaba, así como la solución de las dudas que se me presentaban. Todo esto trajo consigo la culminación satisfactoria de mi proyecto y los nuevos conocimientos adquiridos en mi estancia.

BIBLIOGRAFÍA

- Fundamentos de Metrología. Ángel M^a Sánchez Pérez. Ed. ETSI.

- "Guía Sobre la Calificación de equipo de instrumentos analíticos" basado en el documento "The Development and application of Guidance Equipment Qualification of Analytical Instruments", P. Bedson and M. Sargent, Laboratory of the Government Chemist. 1996"

- Curso de Metrología Dimensional". Javier Carro. Ed.

- ENRIQUE GRANADOS, Carlos y Manuel LÓPEZ RODRÍGUEZ (1998): La metrología en el Diccionario de la Real Academia. Madrid: Ministerio de Fomento, Centro Español de Metrología.

- RUBIO SERRANO, J. L. (1988): Las unidades de medida españolas en los siglos XVI y XVII, en Revista de Historia Naval, 20, pp. 77-93.