

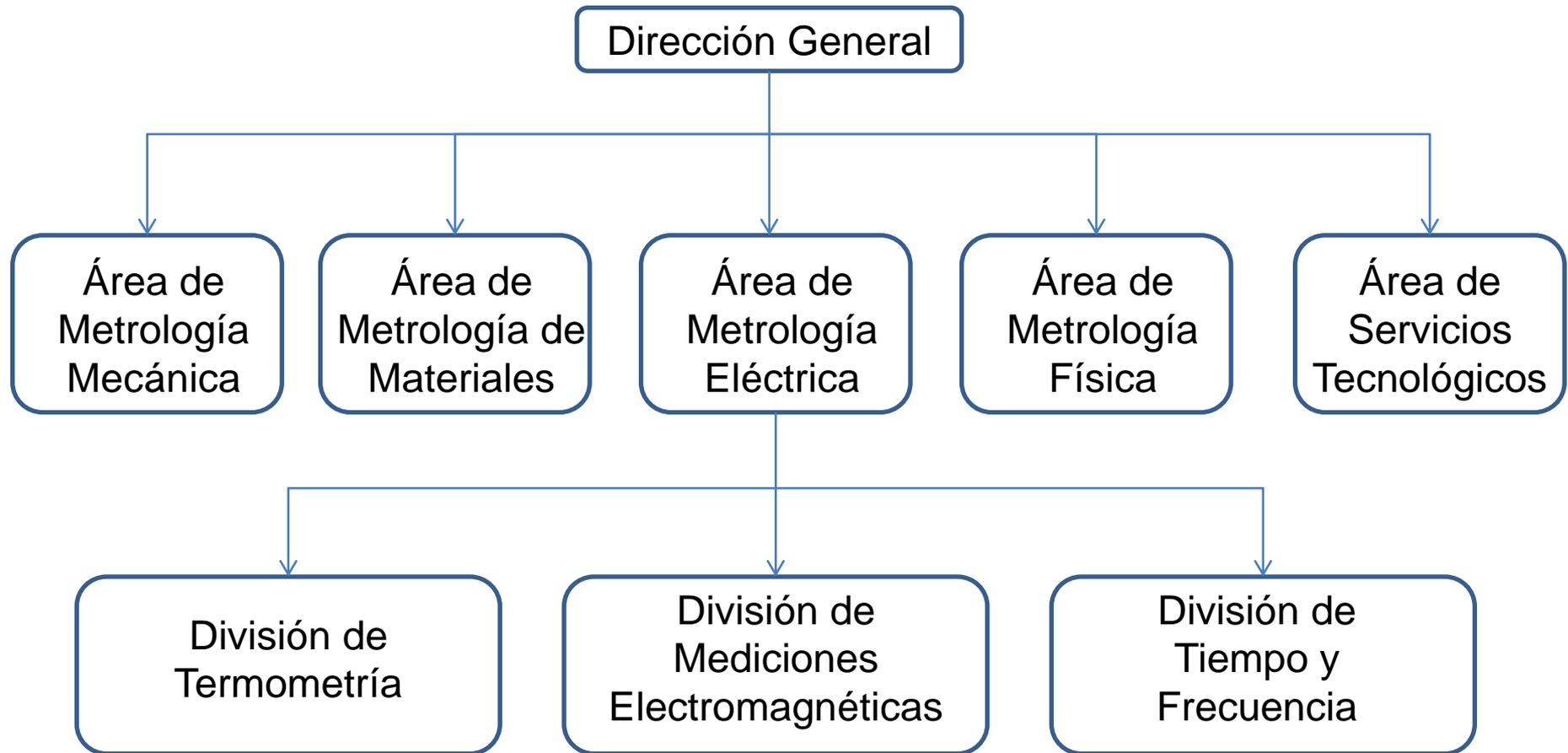
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE CALIBRACIÓN DE LA DIVISIÓN DE MEDICIONES ELECTROMAGNÉTICAS DEL CENAM

Felipe Hernández Márquez
Centro Nacional de Metrología
(CENAM)

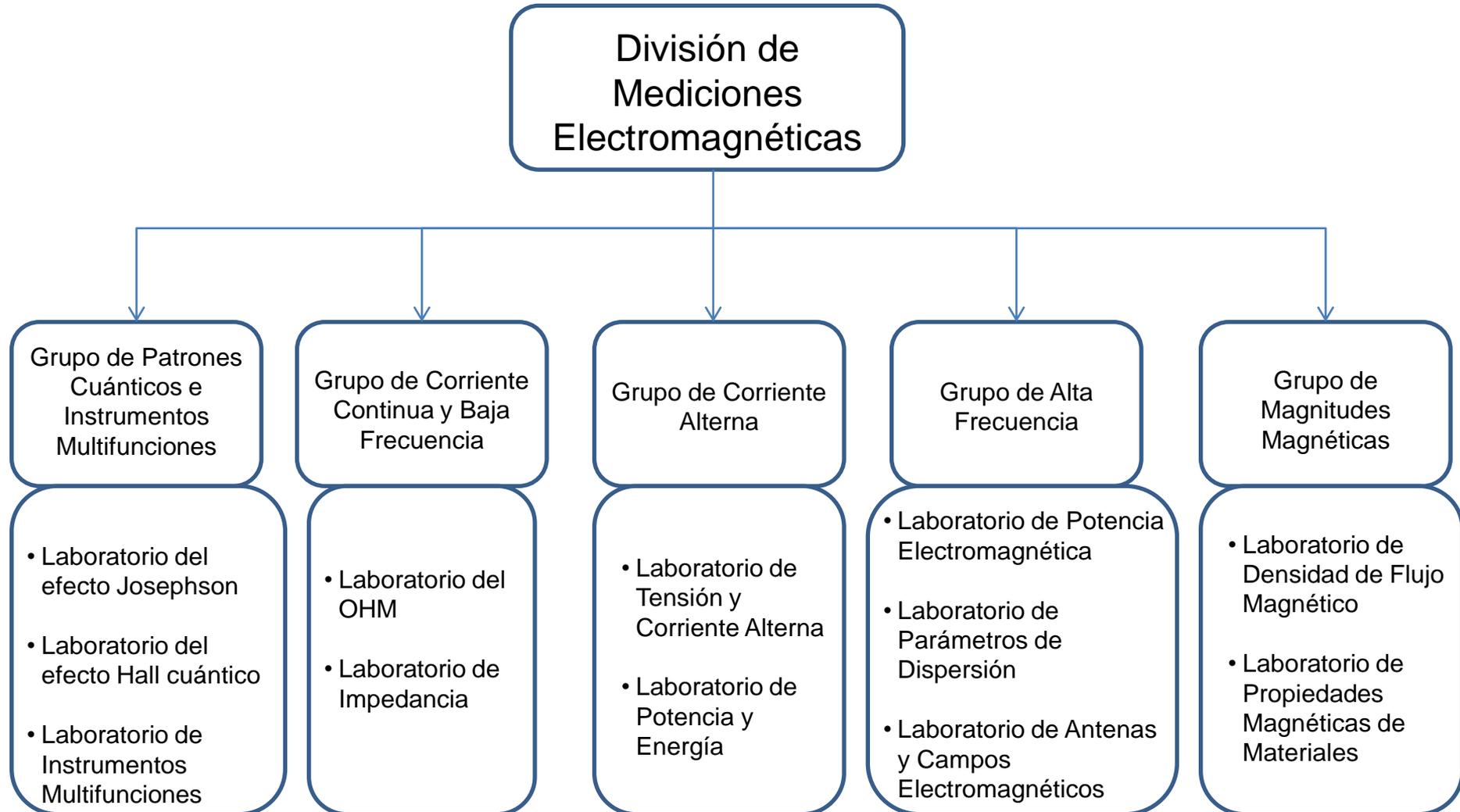
Contenido

- Introducción
- Establecimiento y Mantenimiento del Patrón Nacional
- Establecimiento y Mantenimiento de Escalas de Medición
- Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas de Medición
- Empleo de Patrones de Transferencia Confiables
- Empleo de Patrones de Verificación
- Participación en Comparaciones Internacionales
- Evaluación por Pares
- Revisión de las Capacidades de Medición y Calibración (CMC)
- Participación en Congresos y Reuniones de Expertos
- Participación en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con otros INM

Introducción



Introducción



Introducción

Misión

Apoyar a los diversos sectores de la sociedad en la satisfacción de sus necesidades metrológicas presentes y futuras, **estableciendo patrones nacionales de medición**, desarrollando materiales de referencia y **diseminando sus exactitudes por medio de servicios tecnológicos de la más alta calidad**, para incrementar la competitividad del país, contribuir al desarrollo sustentable y mejorar la calidad de vida de la población.

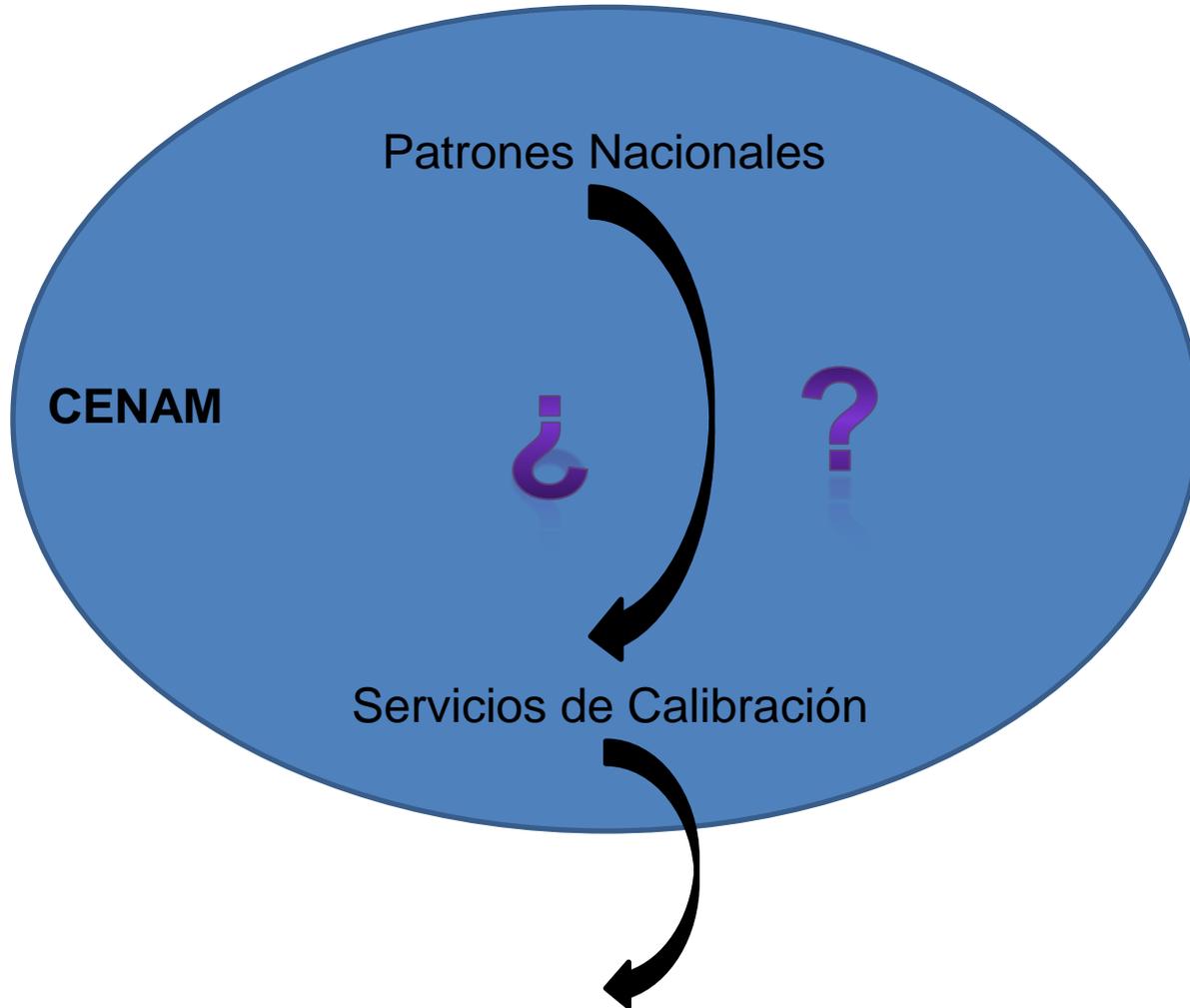
Visión

Ser una organización científica y tecnológica de excelencia en el ámbito de la metrología a nivel nacional e internacional; **origen de la trazabilidad de las mediciones en el país**; reconocida por la eficiencia y **confiabilidad de sus servicios**; puente efectivo entre el conocimiento y sus aplicaciones; promotora de la cultura metrológica, que trabaja con personal de reconocido prestigio en un ambiente de superación integral continua y de sólidos valores éticos.

Introducción

- I. Fungir como **laboratorio primario** del Sistema Nacional de Calibración;
- II. **Conservar el patrón nacional correspondiente a cada magnitud**, salvo que su conservación sea más conveniente en otra institución;
- III. **Proporcionar servicios de calibración a los patrones de medición de los laboratorios**, centros de investigación o a la industria, cuando así se solicite, así como expedir los certificados correspondientes;
- ⋮
- VI. **Participar** en el intercambio de desarrollo metrológico con organismos nacionales e internacionales y **en la intercomparación de los patrones de medida**;

Introducción



Introducción

- Establecimiento y Mantenimiento del Patrón Nacional
- Establecimiento y Mantenimiento de Escalas de Medición
- Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas de Medición
- Empleo de Patrones de Transferencia Confiables
- Empleo de Patrones de Verificación
- Participación en Comparaciones Internacionales
- Evaluación por Pares
- Revisión de las Capacidades de Medición y Calibración (CMC)
- Participación en Congresos y Reuniones de Expertos
- Participación en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con otros INM

C
o
n
o
c
i
m
i
e
n
t
o

+

E
x
p
e
r
i
e
n
c
i
a

Patrones Nacionales

XV. Patrón nacional: el patrón autorizado para obtener, fijar o contrastar el valor de otros patrones de la misma magnitud, que sirve de base para la fijación de los valores de todos los patrones de la magnitud dada; (LFMyN)

Debe ser el patrón que se conozca con la menor incertidumbre posible en el país.

Debe contar con las mejores características metrológicas (estabilidad, inmunidad a variables de influencia, etc.)

Todas las mediciones de esa magnitud deben ser trazables al patrón nacional correspondiente.

En el mantenimiento se busca:

- Mejorar la incertidumbre del patrón nacional (mejor conocimiento)
- Analizar su estabilidad de manera permanente
- Buscar alternativas que lo hagan menos dependiente de variables de influencia.

Mantenerse a la vanguardia para cambiar a una mejor opción metrológica que brinde un mejor conocimiento del patrón nacional.

Patrones Nacionales

- En la División de Mediciones Electromagnéticas se han establecido **11** Patrones Nacionales
 - Tensión Eléctrica Continua
 - Resistencia Eléctrica
 - Tensión Eléctrica Alterna
 - Corriente Continua
 - Corriente Alterna
 - Potencia y Energía
 - Capacitancia
 - Inductancia
 - Densidad de Flujo Magnético
 - Potencia Electromagnética
 - Coeficiente de Reflexión y Parámetros de Dispersión

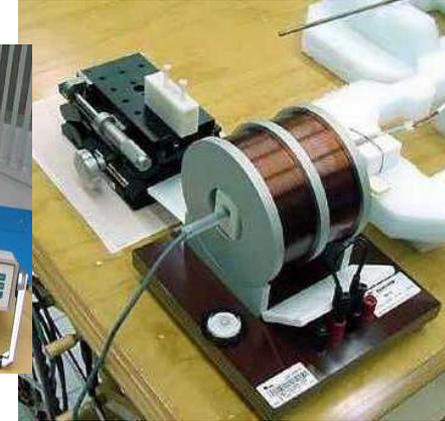
Patrones Nacionales



Capacitancia



Densidad de Flujo Magnético



Coef. Reflexión y
Parámetros de Dispersión



Inductancia



Corriente Alterna

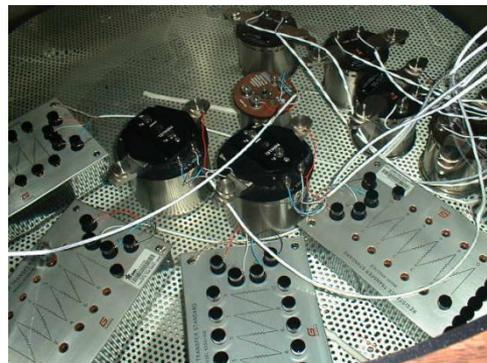
Patrones Nacionales



Corriente Continua



Potencia
Electromagnética



Resistencia
Eléctrica



Potencia y Energía
Eléctrica

Patrones Nacionales

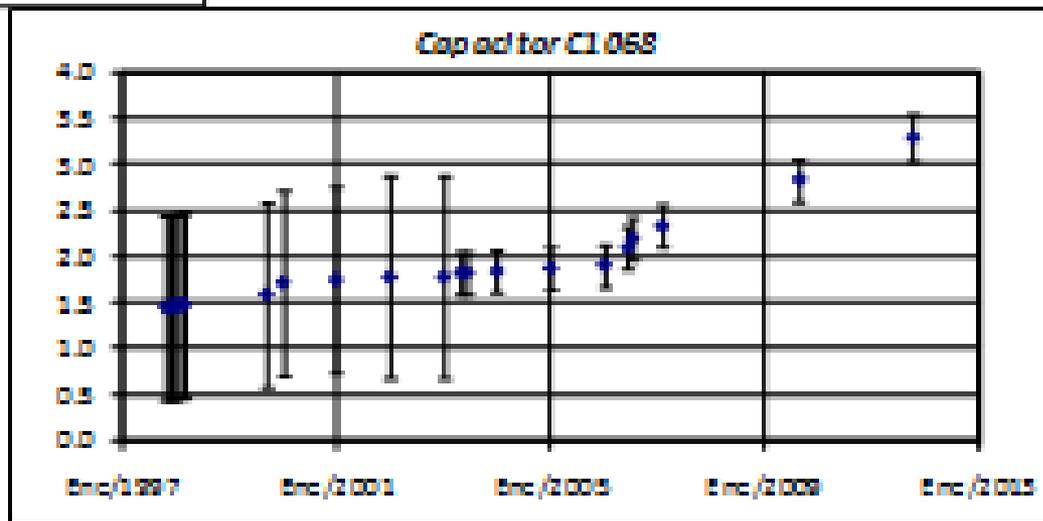
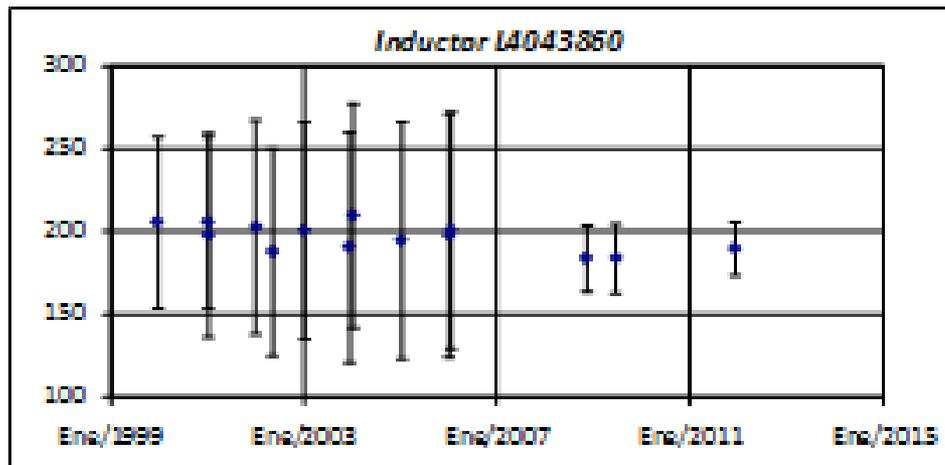


Tensión Eléctrica Alterna



Tensión Eléctrica Continua

Patrones Nacionales



Escalas de Medición

Los patrones nacionales generalmente tienen un alcance de medición limitado.

Es necesario el uso de patrones de referencia que amplíen el alcance, pero siempre trazables al patrón nacional.

Los patrones de referencia utilizados no deben degradar la incertidumbre de medición de manera considerable \longrightarrow buenas propiedades metrológicas

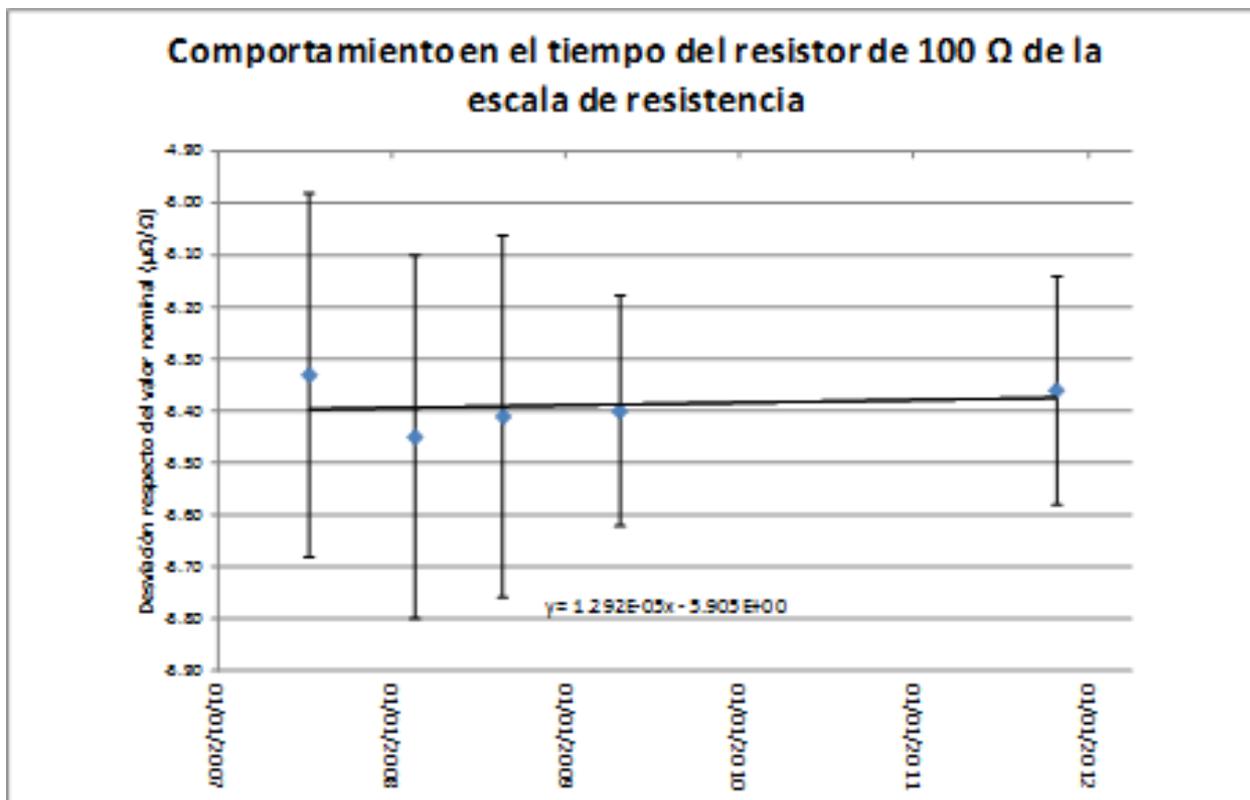
En el mantenimiento se busca:

- Mejorar la incertidumbre de los patrones de referencia (mejor conocimiento)
- Analizar su estabilidad de manera permanente
- Buscar alternativas que lo hagan menos dependiente de variables de influencia

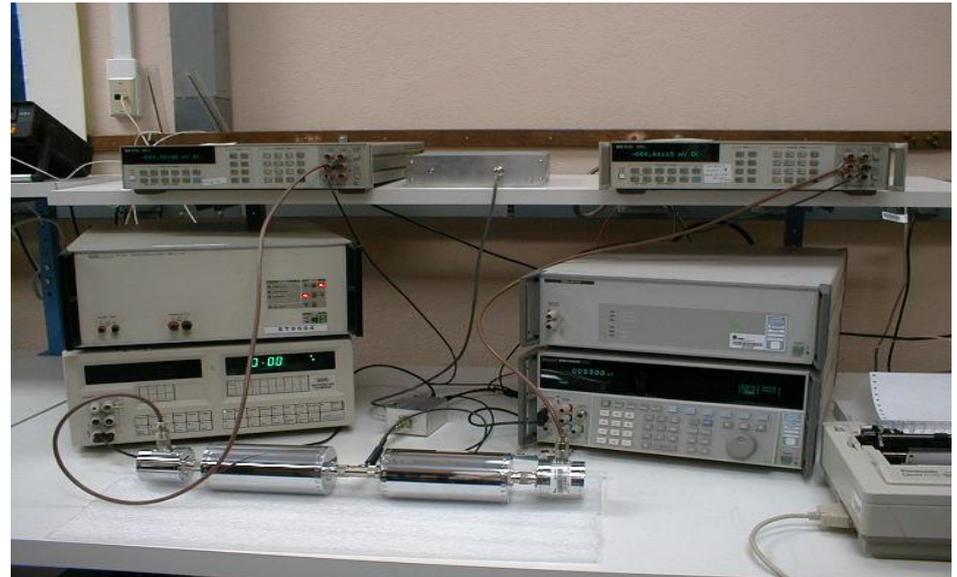
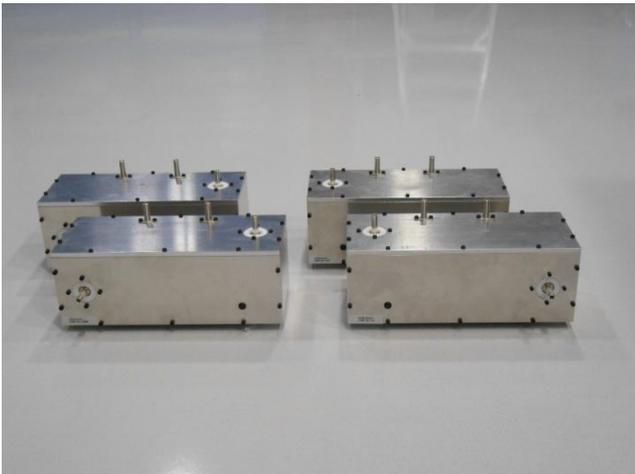
Mantenerse a la vanguardia para cambiar a una mejor opción metrológica que brinde un mejor conocimiento de los patrones de referencia.

Escalas de Medición

Por ejemplo en el Laboratorio de Resistencia Eléctrica se tiene una escala que va desde 1 mΩ hasta 1 TΩ, los patrones empleados tienen valores de 1 mΩ, 10 mΩ, 100m, ... , 10 G, 100 GΩ, 1 T.Ω



Escalas de Medición

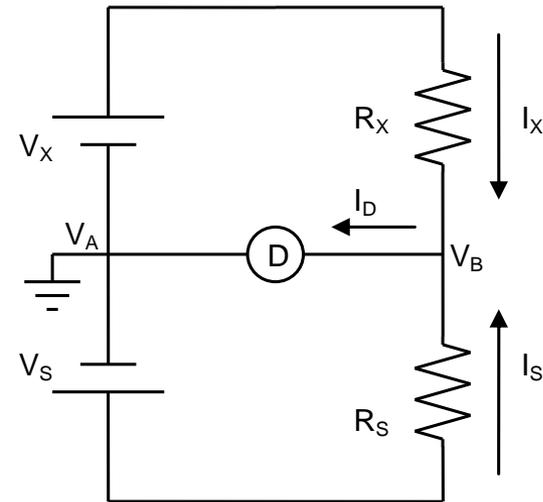
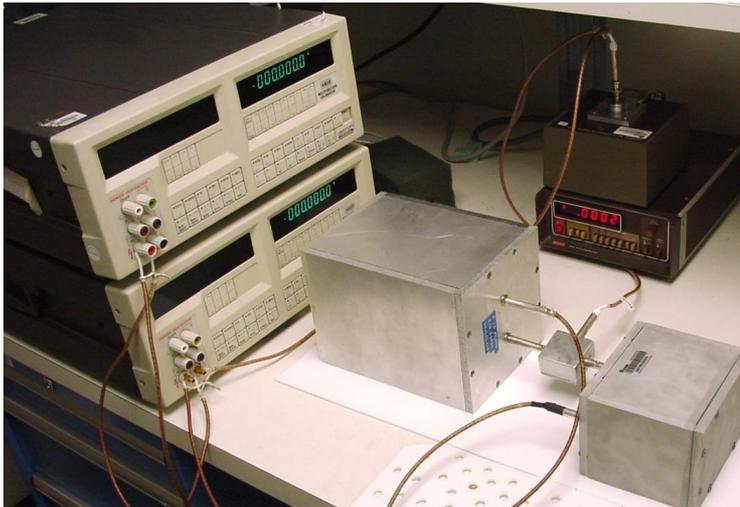
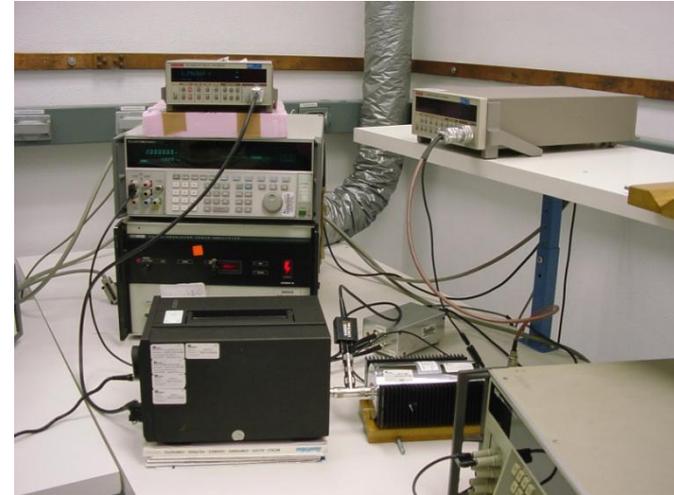


Los sistemas de medición empleados no deben degradar las incertidumbres de medición de manera considerable, esto implica:

- Si el sistema de medición es comercial implica generalmente grandes costos.

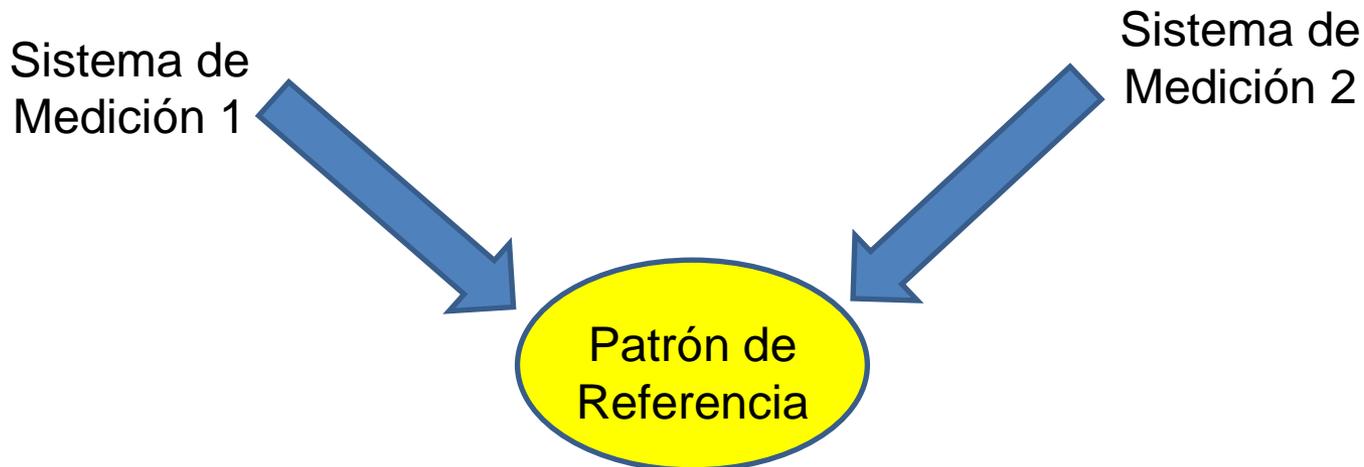
Un alto costo no siempre implica la mejor de las incertidumbres.

- Se requiere de una evaluación minuciosa de cada uno de los elementos claves que constituyen el sistema de medición.
- El desarrollo de un sistema de medición, en estos casos, implica un conocimiento profundo y experiencia metrológica.



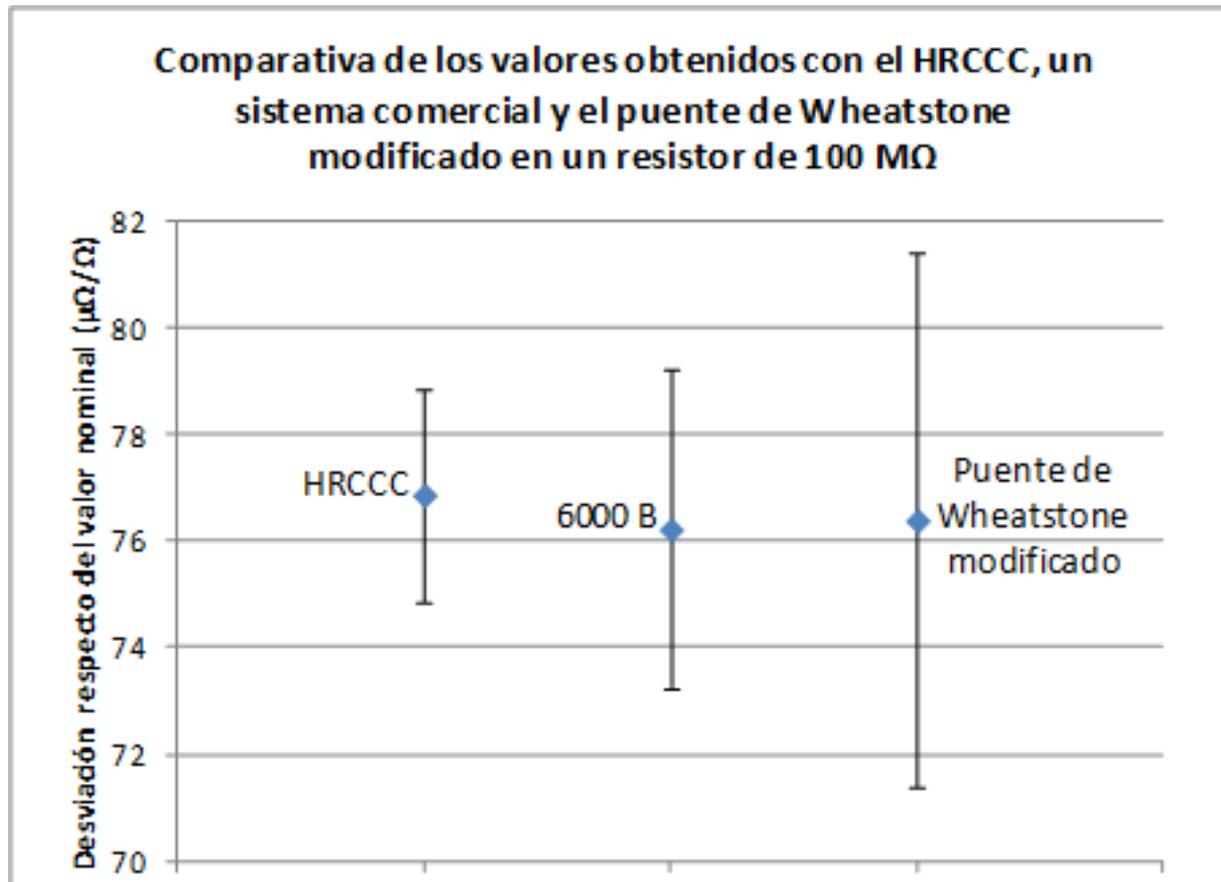
Sistemas de Medición

El empleo de sistemas redundantes muchas veces es necesario.



Mantenerse a la vanguardia para cambiar a una mejor opción metrológica que brinde mejores incertidumbres en los sistemas de medición .

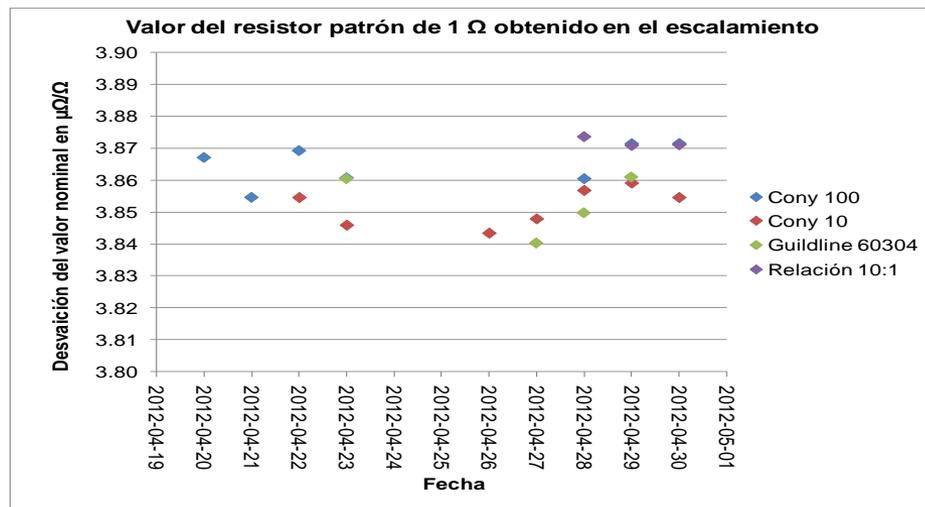
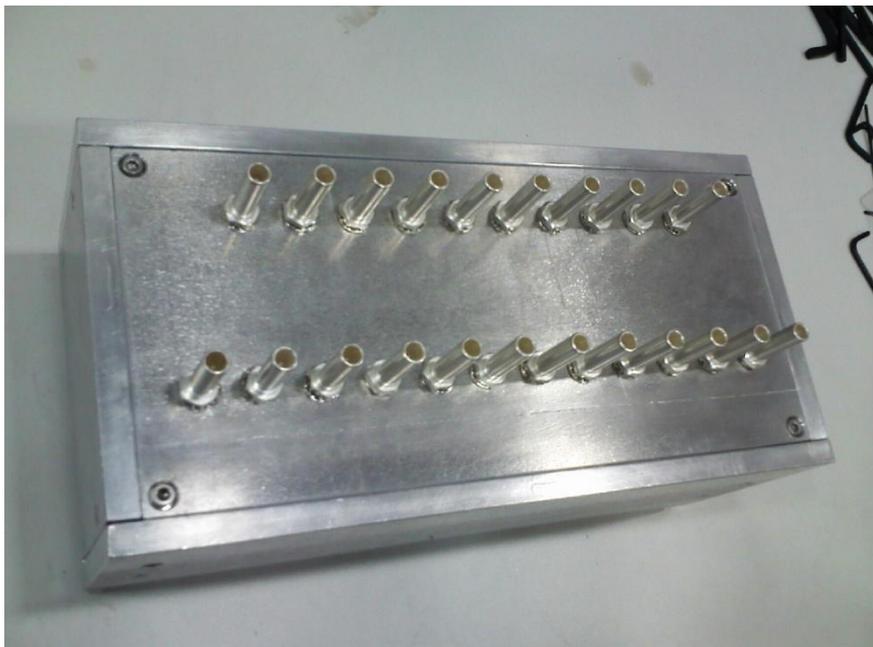
Sistemas de Medición



Patrones de Transferencia

Para ciertas magnitudes el uso de patrones de transferencia es necesario para que las incertidumbres de medición, para establecer los valores de referencia de los patrones, se mantenga al mínimo posible.

Su operación debe ser valorado y analizado para que cumpla con su propósito.



Cuando algo va mal este es un elemento que sirve para saber en donde está el problema.

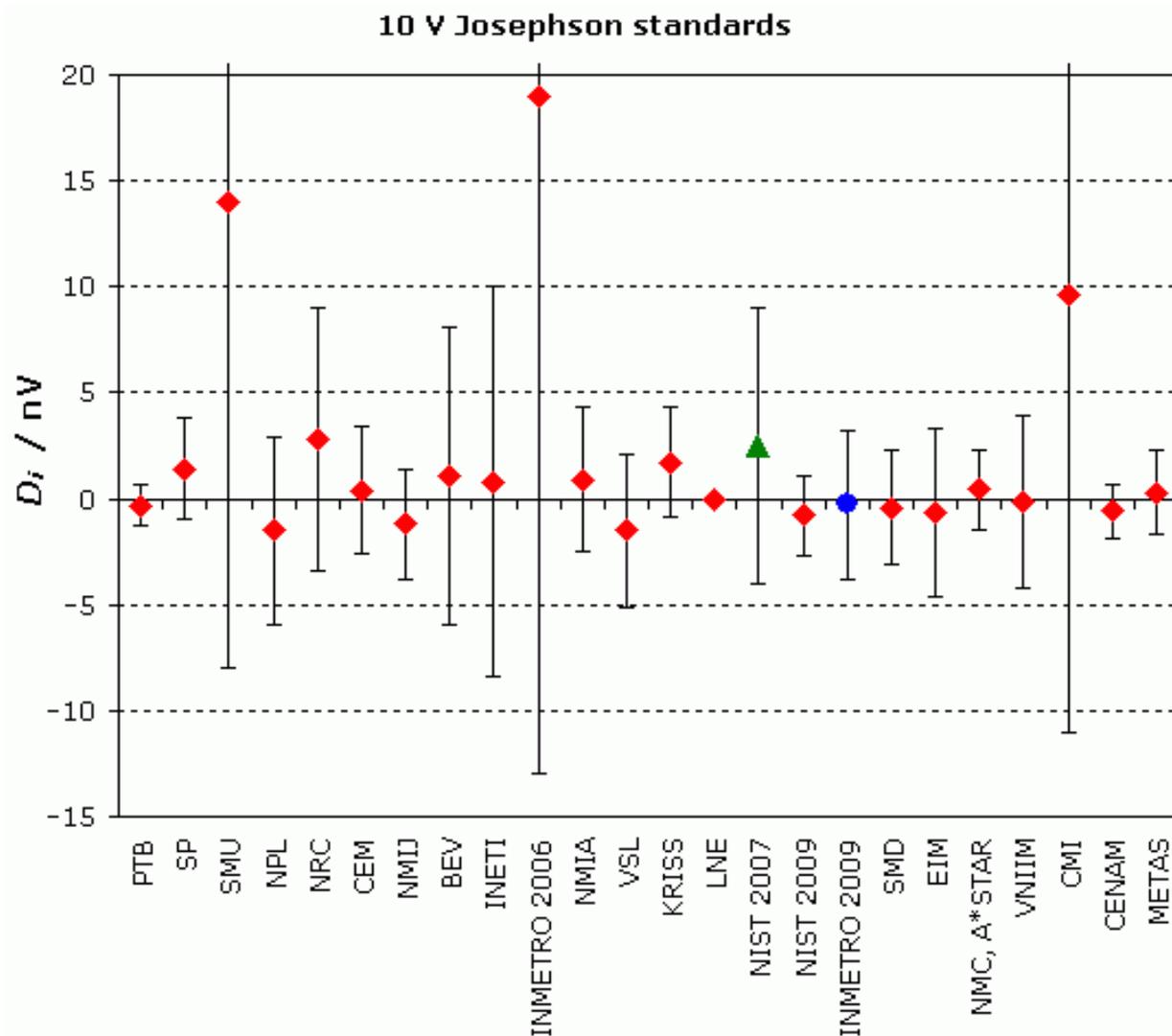
Mediante los patrones de verificación se puede asegurar la calidad de las mediciones realizadas en una calibración.

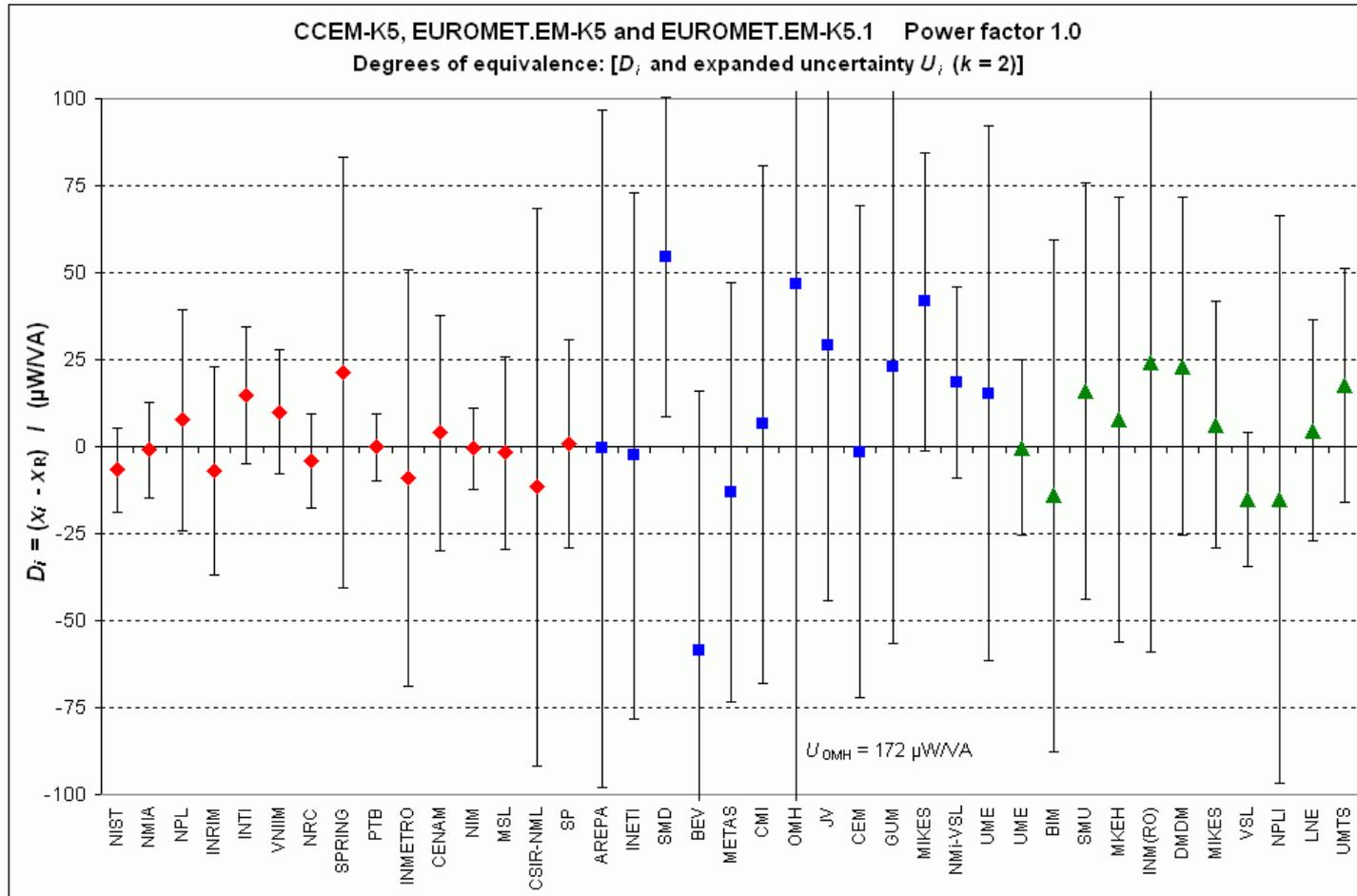
Comparaciones Internacionales

Es una actividad cotidiana para todo Instituto Nacional de Metrología

Es una prueba objetiva y contundente que muestra que tan bien se hacen las cosas dentro del laboratorio (Patrón Nacional, Escala de Medición, Sistemas de Medición, Servicios de Calibración)

Todo el trabajo que se ha mostrado en las láminas anteriores se manifiesta en los resultados de comparación.

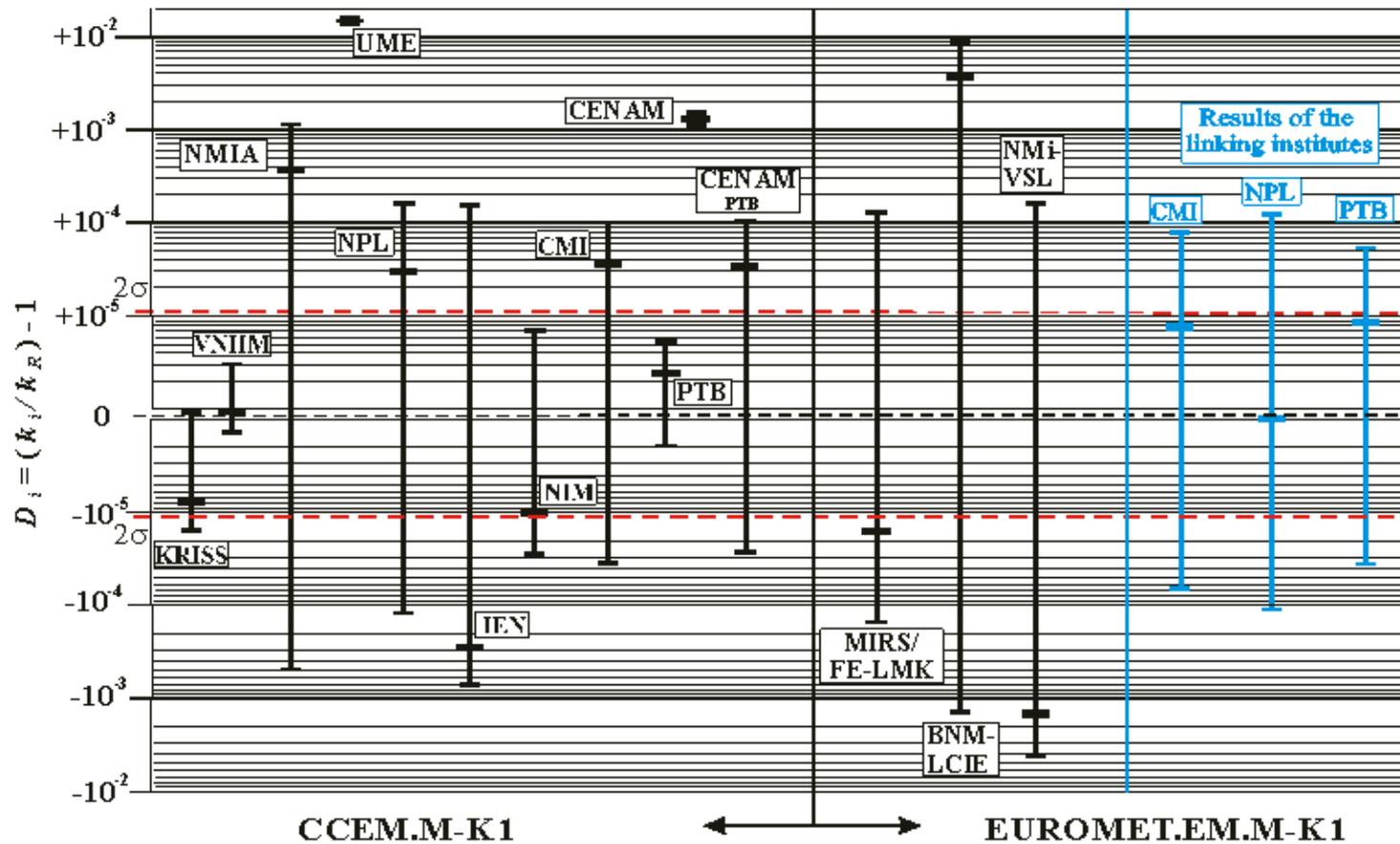




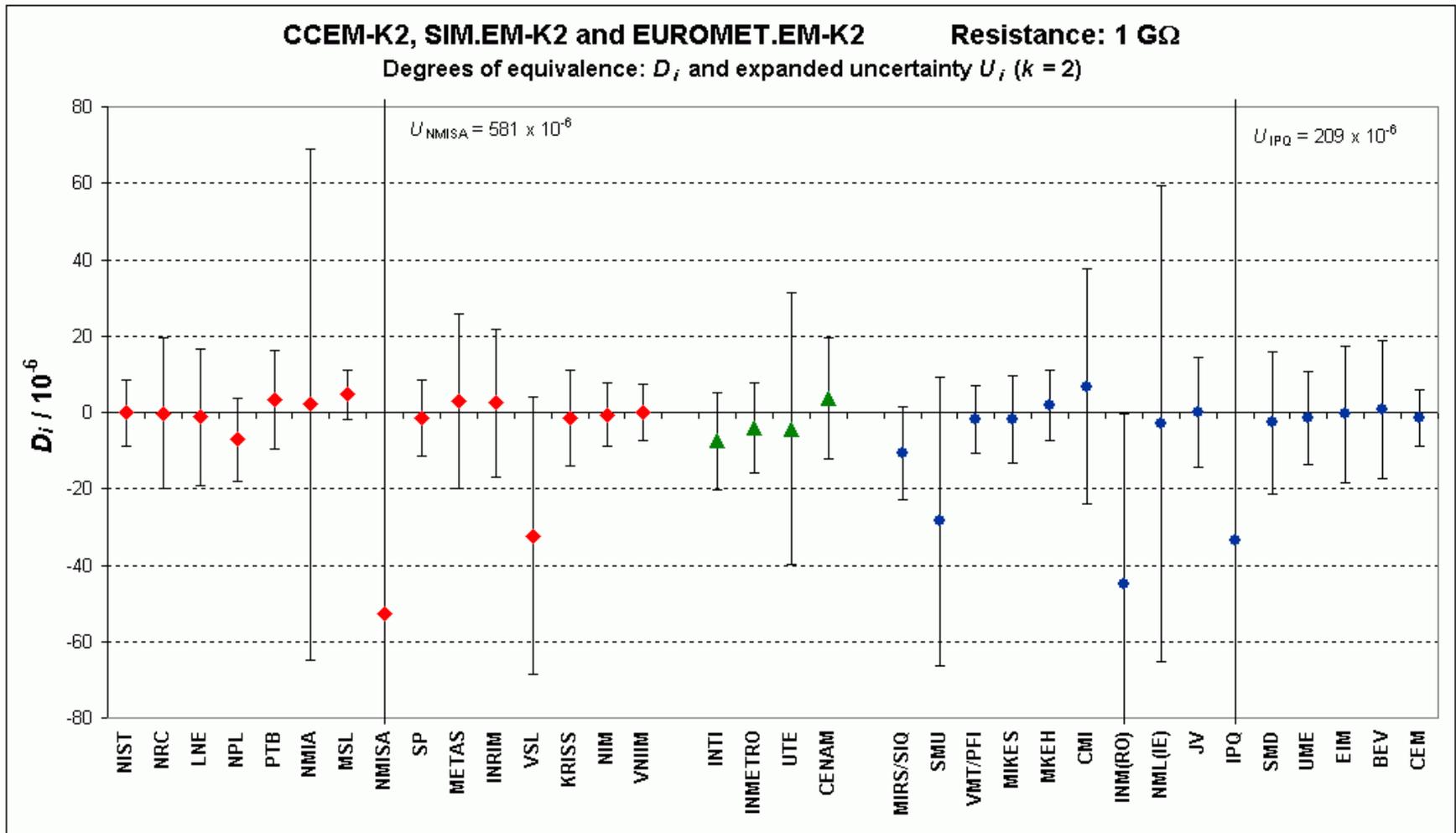
Red diamonds: participants in CCEM-K5
Blue squares: participants in EUROMET.EM-K5 only
Green triangles: participants in EUROMET.EM-K5.1 only
 The acronym "UMTS" stands for "Ukrmetristandard".

CCEM.M-K1 and EUROMET.EM.M-K1

Degrees of equivalence, D_i and expanded uncertainty U_i ($k = 2$), for DC measurements



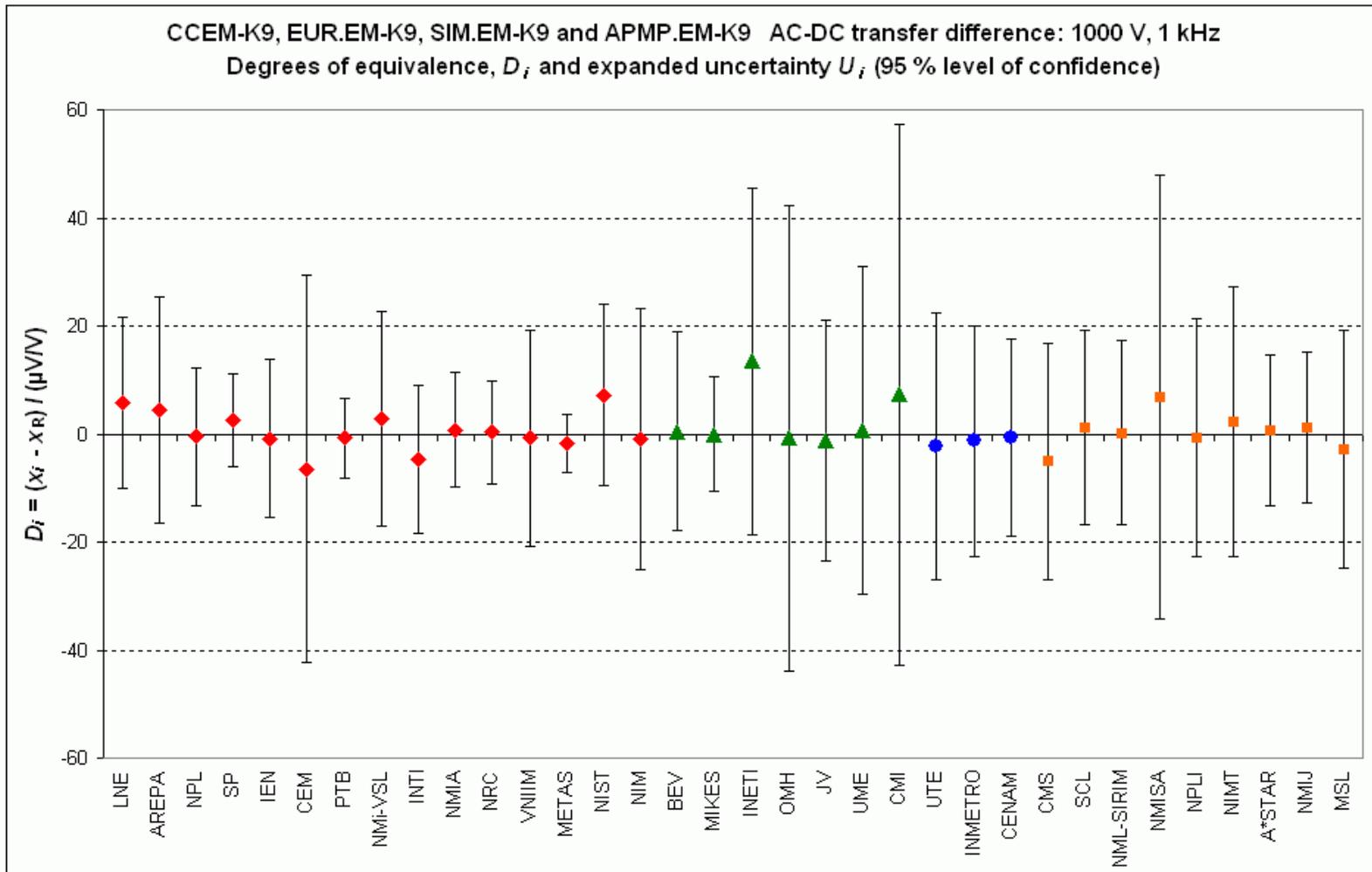
The " 2σ " horizontal lines correspond to the expanded uncertainty ($k = 2$) of the key comparison reference value



Red diamonds: participants in CCEM-K2

Green triangles: participants in SIM.EM-K2 only

Blue circles: participants in EUROMET.EM-K2



Red diamonds: participants in CCEM-K9 ; **Green triangles:** participants in EUROMET.EM-K9
Blue circles: participants in SIM.EM-K9 only ; **Orange squares:** participants in APMP.EM-K9

Comparaciones Internacionales

- Actualmente se tiene considerada la participación en las siguientes comparaciones
 - Comparación Clave en 10 MΩ y 1 GΩ
 - Comparación Regional en 1 MΩ, 10 MΩ, 100 MΩ y 1 GΩ
 - Comparación Regional en Transferencia de Corriente AC-DC
 - Comparación Regional en Capacitancia
 - Comparación Regional en Factor de Calibración
 - Comparación Regional en Parámetros S

- Actualmente el CENAM funge como el laboratorio piloto en las siguientes comparaciones
 - Comparación Regional en Potencia Eléctrica
 - Comparación Regional en Energía Eléctrica
 - Comparación Regional en Bajos Valores de Resistencia
 - Comparación Regional en Inductancia

Evaluación por Pares

La Evaluación por Pares (*Peer Review*) es un mecanismo para demostrar que nuestros laboratorios operan bajo un sistema de calidad apegado a la 17025.

Lo llevan a cabo personas de una trayectoria técnica destacada que laboran en otros Institutos Nacionales de Metrología (INM).

Par significa que la persona que hace la evaluación desempeña labores técnicas en su instituto en la misma magnitud que el laboratorio a ser evaluado.

Evaluación por Pares



Revisión de CMCs

Las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) manifestadas por cada laboratorio, pasan por un proceso de revisión internacional.

Primeramente una revisión técnica inter-regional, en nuestro caso dentro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

Seguido por una revisión técnica que llevan a cabo otras regiones metrológicas (EURAMET, APMP, AFRIMETS).

Participación en Conferencias y reuniones de expertos

- Se participa en el Comité Consultivo de Electricidad y Magnetismo (CCEM) del BIPM.
- Se participa en los grupos de trabajo de patrones eléctricos cuánticos, baja frecuencia y alta frecuencia organizados por el CCEM.
- Se participa en el grupo de trabajo de electricidad y magnetismo del SIM.
- Se participa activamente en la Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM).

Participación en Conferencias y reuniones de expertos



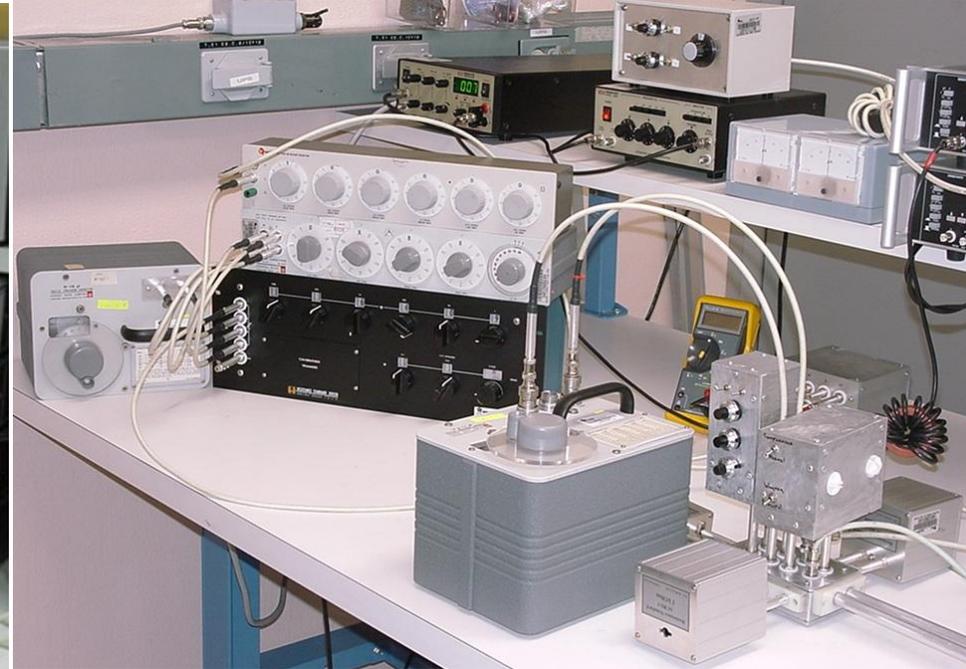
Participación en proyectos con otros INM

- Se ha participado en proyectos en colaboración con el NIST de Estados Unidos, el PTB de Alemania, el KRISS de Corea.
- Mediante estas colaboraciones se han desarrollado los siguientes patrones y sistemas de medición.
 - ✓ Puente de Capacitancia
 - ✓ Puente Maxwell-Wien
 - ✓ Comparador de Corrientes Criogénico
 - ✓ Microcalorímetro
 - ✓ Efecto Josephson Programable y Polarizado por Pulsos

Participación en proyectos con otros INM



Puente de Capacitancia



Puente Maxwell-Wien

Participación en proyectos con otros INM

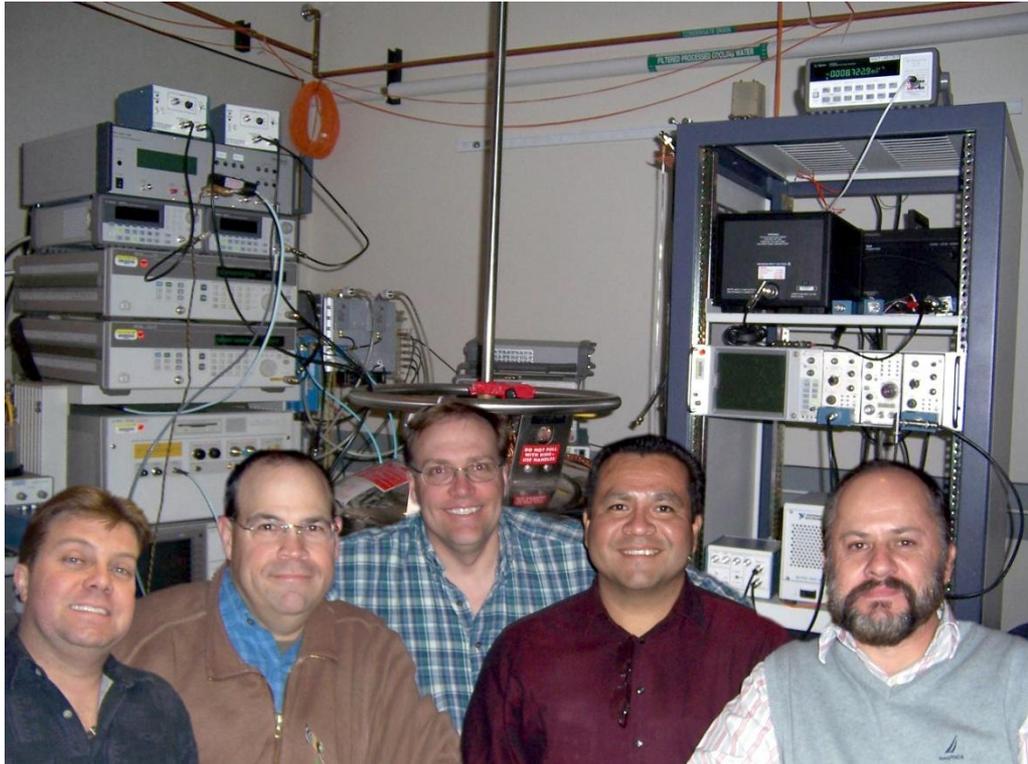


Comparador de Corrientes Criogénico



Microcalorímetro

Participación en proyectos con otros INM



Colaboración CENAM-NIST - Efecto
Josephson polarizado por pulsos

Conclusiones

- Los servicios de calibración son nuestro producto final
- La calidad de nuestros servicios de calibración se basa en un trabajo arduo y cotidiano para asegurar nuestros valores de referencia y los valores declarados en nuestros servicios de calibración
- A nivel internacional se tiene una gran actividad con el propósito de asegurar los valores de los patrones nacionales, patrones de referencia y sistemas de medición.
- Mediante la participación activa en reuniones de expertos, comités y conferencias técnicas especializadas el CENAM se mantiene a la vanguardia de los avances metrológicos
- A través de las colaboraciones con otros INM se han logrado desarrollar patrones y sistemas de medición de la más alta calidad metrológica para beneficio del país



!Gracias por su atención!