



Boletín Científico Técnico INIMET

ISSN: 0138-8576

normateca@inimet.cu

Instituto Nacional de Investigaciones en  
Metrología  
Cuba

Tonina, Alejandra; Curras, Martín; Navarro-González, Mirtha Juana  
Comparación Bilateral de Resistencia de 1 y 10 k entre INIMET e INTI  
Boletín Científico Técnico INIMET, núm. 1, enero-junio, 2014, pp. 1-8  
Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología  
Ciudad de La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223031231002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Comparación Bilateral de Resistencia de 1 $\Omega$ y 10 k $\Omega$ entre INIMET e INTI

**Autores:** Dra. Alejandra Tonina <sup>[1]</sup>

Martín Curras <sup>[1]</sup>

Ing. Mirtha Juana Navarro-González <sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial Física y Metrología. Laboratorio de Patrones Cuánticos, Argentina. E-mail: [atonina@inti.gob.ar](mailto:atonina@inti.gob.ar).

Teléfono (54 11) 4724 6200/6300/6400, Interno 6254/6278

<sup>[2]</sup> Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología, Cuba. E-mail: [mirta@inimet.cu](mailto:mirta@inimet.cu) . Teléfono: 862-3041 al 44 ext: 123

### Resumen:

Una comparación entre dos resistencias patrones una de 1  $\Omega$  y otra de 10 k $\Omega$  fue realizada por los laboratorios de INTI (Argentina) e INIMET (Cuba). En este trabajo se reportamos la comparación donde se describe su importancia, procedimientos y resultados. Concluimos que los resultados de dicha comparación para ambos valores nominales y sus incertidumbres son satisfactorios según las incertidumbres de la comparación

**Palabras claves:** Comparación bilateral, incertidumbre, resistencia patrón, comparación clave, comparación suplementaria.

### Abstract :

A comparison between two dc resistance standards of 1  $\Omega$  and 10 k $\Omega$  was made between INTI, Argentina and INIMET, Cuba. We report the comparison, describe its necessity, procedures and results. We conclude that the results of the comparisons in both nominal values are in a good agreement within the uncertainties of the comparison.

**Keywords:** Bilateral comparison, uncertainty, standard resistance, key comparisons, supplementary comparisons.

## **Introducción:**

Una comparación de dos resistencias patrones de corriente directa (en lo adelante CD) de valores nominales  $1 \Omega$  y de  $10 \text{ k}\Omega$  fue hecha entre los laboratorios del INTI, Argentina e INIMET, Cuba. En el presente trabajo reportamos los resultados de dicha comparación describiendo los procedimientos y resultados. Como conclusión podemos decir que los resultados de la comparación en ambos valores nominales son concordantes con la incertidumbre de la comparación.

La comparación de patrones de medición juega cada día un papel muy importante para el Reconocimiento Mutuo de Patrones Nacionales de Medición y de los Certificados de Calibración y Medición emitidos por los Institutos Nacionales de Metrología.

El Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) por mandato de la Convención del Metro, establece entre otros aspectos importantes, los principios para organizar y participar en las llamadas “Comparaciones Claves” y “Comparaciones Suplementarias”.

Estas comparaciones de patrones permiten demostrar la competencia técnica entre los laboratorios participantes, cuestión que es de vital importancia para que dichos resultados sean reconocidos a través de los órganos regionales a los que pertenece cada uno de los involucrados.

## **Objetivo:**

Llevar a cabo una comparación de resistencias patrones de marzo a octubre de 2012, que por la importancia de esta comparación, el Comité Técnico de Electricidad y Magnetismo del Sistema Interamericano de Metrología (SIM), permitió un enlace entre INIMET e INTI, organizado por el SIM y la Cooperación Euro – Asia de Institutos Nacionales de Metrología (COOMET) como una comparación clave del SIM. El protocolo fue preparado siguiendo la guía establecida para realizar, planear, organizar, conducir y reportar comparaciones claves y suplementarias. El INTI ha tenido muchísimas participaciones en comparaciones claves y suplementarias. En particular participó en la comparación EM-K1-K2-S6[1] del SIM.

La comparación EM-S9.b del SIM,  $1 \Omega$  y  $10 \text{ k}\Omega$  entre INIMET e INTI, permitió al INIMET demostrar su capacidad de medición de resistencia en  $1 \Omega$  y  $10 \text{ k}\Omega$  y sirvió sustancialmente para declarar en su CMC el Apéndice C de la KCDB (Base de Dato de Comparaciones Claves).

## **Materiales y Métodos:**

### **Procedimiento de la comparación:**

Dos resistencias patrones, una modelo Leeds and Northrup 1850321, de valor nominal  $1 \Omega$  y un E51 SR104 460037, valor nominal  $10 \text{ k}\Omega$  fueron transportados por vía aérea para el INIMET.

Las mediciones de INIMET fueron llevadas a cabo desde el 30 de julio hasta el 17 de agosto de 2012. En INTI, los patrones fueron calibrados antes y después de las mediciones en el INIMET, por la comparación con otro patrón que tiene trazabilidad al Efecto Hall Cuántico del INTI. Los resultados de todas las mediciones fueron corregidas por desviaciones del valor de las referencias de temperatura.

### **Descripción del procedimiento de medición del INTI:**

Para  $1 \Omega$  y  $10 \text{ k}\Omega$ , las mediciones fueron llevadas a cabo con un puente comparador de corriente automático comercial modelo 6010B de alta exactitud. La trazabilidad fue obtenida a través de patrones calibrados de  $1 \Omega$  con respecto a los patrones de resistencia con el Efecto Hall Cuántico del INTI, usando un puente de CD, dos cajas de resistencia Hammon y un grupo de resistencias patrones calibrados de valor nominal  $10 \text{ k}\Omega$  usando el método de puente. Seis resistencias patrones  $1 \Omega$  fueron usados en estas comparación con intercambios de los valores de los patrones en el puente comparador de corriente para reducir los errores de relación del puente. Las mediciones fueron repetidas por diez días en el primer ciclo de mediciones en INTI. El INTI usó dos resistencias patrones  $1 \Omega$  en la comparación.

Para  $10 \text{ k}\Omega$  fueron usadas dos resistencias patrones  $10 \text{ k}\Omega$  de INTI con intercambios de valores de patrones en el puente comparador de corriente para reducir los errores de relación del puente como en  $1 \Omega$ .

Para  $1 \Omega$  la comparación de los patrones de referencia y el patrón comparado fue medido en un baño de aceite de silicona a una temperatura de  $20,02 \text{ }^\circ\text{C}$ , con incertidumbre  $u=0,01 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se utilizó corriente directa en ambos sentidos, de valor  $45 \text{ mA}$ . No hubo corrección de presión.

Para  $10 \text{ k}\Omega$  la comparación del patrón de referencia y el patrón comparado fue medido en un cuarto de temperatura controlada. Luego los valores de la resistencia fueron

corregidos por la referencia de temperatura de 23 °C. El cuarto de temperatura estuvo a 22 °C, con incertidumbre  $u = 1$  °C. La corriente de prueba utilizada fue corriente directa en ambos sentidos con un valor de 0,3 mA.

### **Descripción del procedimiento de mediciones de INIMET:**

Para 1  $\Omega$  y 10 k $\Omega$  las mediciones fueron llevadas a cabo a través de un puente comparador automático de corriente directa Guildline 6675A. El INIMET usó dos resistores patrones de valor nominal 1  $\Omega$  para el resistor objeto de comparación de 1  $\Omega$ . Las mediciones se repitieron durante tres semanas, cuatro o cinco días por semana, y cada resultado de las mediciones que se reportaron correspondieron al promedio de cuatro mediciones.

El resistor 10 k $\Omega$  fue calibrado con un resistor patrón 1 k $\Omega$  del INIMET usando la relación del puente 10:1. Las mediciones fueron repetidas con ciclos igual que el resistor de 1  $\Omega$ . En todos los casos los valores del resistor fueron corregidos con la temperatura de referencia (20 °C y 23 °C).

Tanto el patrón de referencia como el objeto de comparación para 1  $\Omega$  fueron colocados en un baño de aceite mineral manteniendo una temperatura de 23,00 °C,  $u = 0,05$  °C, el resistor de 1 k $\Omega$  utilizado como referencia para 10 k $\Omega$ , fue medido en el baño de aceite con las características antes descritas. Se utilizó corriente directa en ambos sentidos, de 100 mA para 1  $\Omega$  y 0,316 mA para 10 k $\Omega$ . El resistor objeto de comparación de valor nominal de 10 k $\Omega$  fue medido en un cuarto de temperatura a 23 °C,  $u = 2$  °C. La trazabilidad del INIMET es obtenida a través del Patrón Nacional de Resistencia Eléctrica certificado por la Oficina Nacional de Normalización (ONN), formado por un grupo de 8 resistores patrones de valor nominal 1  $\Omega$  cuyo valor es trazable a INTI e INMETRO (Brasil). Los dos resistores patrones 1  $\Omega$  usados en esta comparación tuvieron sus últimas calibraciones el día 29 de septiembre de 2011. El resistor patrón de 10 k $\Omega$  tuvo su última calibración el día 18 de octubre de 2011.

**RESULTADOS:****Resultados de 1  $\Omega$  e incertidumbres:**

Un ajuste lineal de mínimos cuadrados se aplica a los valores medidos en el INTI para obtener los resultados del resistor patrón objeto de comparación y su incertidumbre con el dato promedio de las mediciones de INIMET como dato común de referencia.

El resultado de la comparación es presentado como la diferencia entre el valor asignado para el patrón 1  $\Omega$  por INTI ( $R_{INTI}$ ), y el asignado por INIMET ( $R_{INIMET}$ ), el resultado de referencia es:

$$R_{INTI} - R_{INIMET} = -0,68 \mu\Omega; uc = 1.07 \mu\Omega \text{ en } 08/08/2012^{[1]}$$

donde uc es la incertidumbre combinada del patrón asociado con la diferencia de medición, incluyendo la incertidumbre del INTI, la del INIMET y la incertidumbre relacionada con la comparación.

Los valores individuales usados para calcular el resultado final están representados en la figura 1.

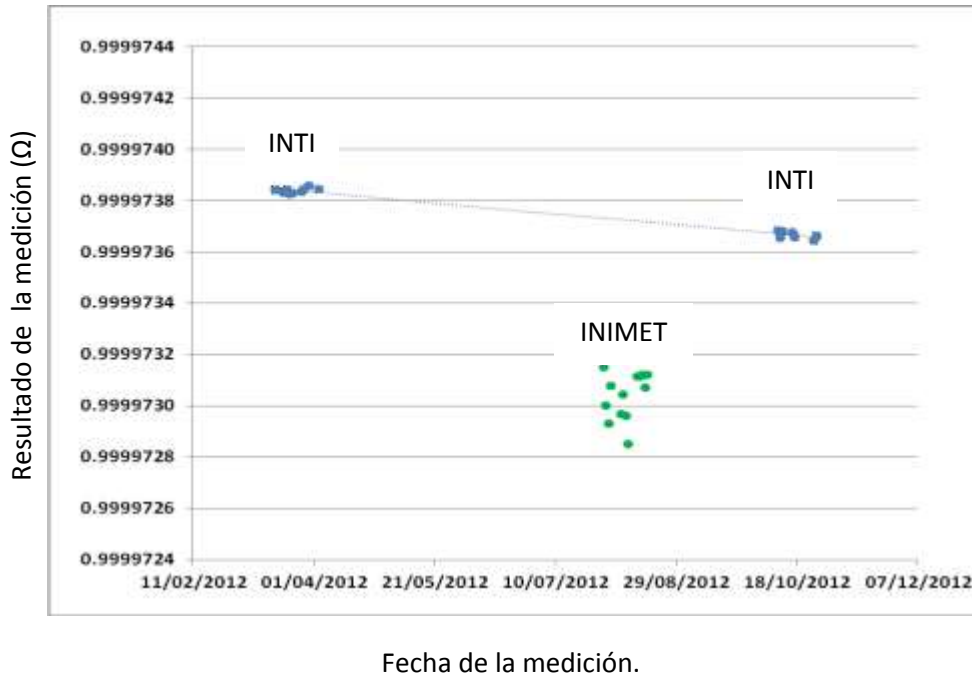


Figura 1. Valores de resistencia individual de  $1 \Omega$  obtenidos por INTI (en azul) y por INIMET (en verde). La línea de puntos se refiere al ajuste lineal por mínimos cuadrados de las mediciones de INTI.

Para la estimación de la incertidumbre, la inestabilidad de los patrones durante la transportación fue despreciada, como se puede apreciar en la diferencia entre las desviaciones del patrón del valor medio calculado por INTI antes y después de la transportación. Tomamos como acuerdo un componente de incertidumbre debido a la diferencia entre las temperaturas de medición en los dos institutos que supera los dos grados, la cual excedió en dos. Esta incertidumbre fue calculada como una incertidumbre en el valor del coeficiente lineal, que determina la relación entre el valor de la resistencia y la temperatura, según la siguiente expresión:

$$u(c_T) = R_0 \cdot |\Delta T| \cdot u_\alpha \quad (2)$$

Donde  $R_0$  es el valor de la resistencia a la temperatura de referencia,  $\Delta t$  es la diferencia entre las temperaturas y  $u_\alpha$  es la incertidumbre del coeficiente lineal.

La incertidumbre  $u_c$  total de la comparación se calculó como la media cuadrática de las incertidumbres típicas combinadas de ambas instituciones y la incertidumbre debido a la corrección de la temperatura.

### Resultados del 10 k $\Omega$ e incertidumbres:

Con el resistor de 10 k $\Omega$ , los resultados fueron:

$$R_{INTI} - R_{INIMET} = 0,005 \Omega; u_c = 0,006 \Omega \text{ en } 08/08/2012 \quad (3),$$

$u_c$  es la incertidumbre estándar combinada asociada con la diferencia medida. Esta fue calculada como la media cuadrática de la incertidumbre típica combinada del INTI, la incertidumbre típica combinada del INIMET y la incertidumbre relacionada con la comparación. El componente de incertidumbre debido a la inestabilidad del patrón viajero fue insignificante.

Los valores individuales usados para calcular el resultado final están representados en la figura 2.





**Referencia Bibliográfica:**

[1] D. Jearrett, Senior Member, IEEE, R.Elmquist, Senior Member, IEEE, N.Zhang,A.Tonina, M.Porfiri, J. Fernández, H. Schechter, D. Izquierdo, C. Faverio, D. Slomovitz,D. Inglis, K. Wendler, F. Hernández, and B. Rodríguez, "SIM comparison of DC resistance standards at 1  $\Omega$ ; 1M  $\Omega$  and 1G  $\Omega$ ", IEEE Trans. on Instrum. and Meas. Vol 58 Number 4, (April, 2009) 1188-1195.

**Fecha de recepción del artículo: 2014 – 04 – 29**

**Fecha de aceptación del artículo: 2014 – 06 – 24**