

INTERCOMPARACIÓN DE RESISTENCIA EN 1 Ω Y 10 k Ω ENTRE INTI E INIMET

A. Tonina¹, M. Currás¹ and M. Navarro González²

¹Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina

²Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología, Cuba

OBJETIVOS

- Realizar una comparación bilateral entre INTI e INIMET, Cuba, en resistores patrones de 1 Ω y 10 k Ω de valor nominal.
- Emplear procedimientos para vincular los resultados de la comparación con comparaciones clave (k-comparisons).
- Proporcionar sustento al INIMET en su declaración de CMC's del Apéndice C de la KCDB.

DESCRIPCIÓN

El Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MRA) entre los Institutos Nacionales de Metrología otorga una importancia fundamental a las comparaciones clave con el fin de demostrar la capacidad de los mismos para medir diferentes magnitudes.

La presente comparación, documentada como SIM.EM – S9.b, en 1 Ω y 10 k Ω entre los Institutos Nacionales de Metrología de Cuba (INIMET) y Argentina (INTI), permite cumplir con los objetivos citados previamente.

La comparación se llevó a cabo entre los meses de marzo y octubre de 2012. A través de la misma, el Comité Técnico en Electricidad y Magnetismo del SIM reconoce el nexo entre el INIMET y el INTI, pertenecientes a la COOMET y al SIM, respectivamente, con las comparaciones clave del SIM.

El protocolo se confeccionó de acuerdo a los lineamientos del CCEM para la planificación, organización, conducción e informe de comparaciones clave, comparaciones suplementarias y comparaciones piloto. El INTI ha participado en numerosas comparaciones clave y suplementarias. En particular, lo ha hecho en la SIM.EM-K1-K2-S6 [1].

Procedimientos de comparación

Para realizar la comparación fueron enviados al INIMET dos resistores patrones del INTI: un resistor Leeds & Northrup con número de serie 1850321 y valor nominal de 1 Ω , y un resistor ESI

modelo SR104, con número de serie 460037 y valor nominal de 10 k Ω .

Las mediciones del INIMET fueron realizadas entre el 30 de Julio y el 17 de Agosto de 2012. En el INTI, los patrones viajeros se calibraron antes y después de las mediciones en el INIMET, comparándolos contra otros patrones trazables a la referencia en resistencia por efecto Hall cuántico del INTI. Las desviaciones de los valores de referencia en temperatura fueron corregidos en los resultados de todas las mediciones.

Proceso de medición en el INTI

Las mediciones en 1 Ω y 10 k Ω , se realizaron con un puente comparador de corrientes automático. En 1 Ω , la trazabilidad se obtuvo por medio de patrones de 1 Ω calibrados con trazabilidad al efecto Hall cuántico patrón del INTI. En esta comparación se utilizaron seis resistores patrones de 1 Ω del INTI, intercambiándolos en el puente comparador de corrientes para reducir los errores del mismo. Las mediciones se repitieron durante diez días en la primera etapa en el INTI, y durante siete días en la última, en la cual se utilizaron sólo dos de los patrones de 1 Ω .

En 10 k Ω , la trazabilidad se obtuvo por medio de un patrón de 10 k Ω calibrado contra la resistencia Hall cuántica. Se utilizaron dos resistores patrones del INTI de valor nominal igual a 10 k Ω , intercambiándolos en el puente comparador de corrientes para reducir los errores del mismo, tal como sucedió en 1 Ω .

Proceso de medición en el INIMET

Tanto en 1 Ω como en 10 k Ω , las mediciones fueron realizadas mediante un puente comparador de corrientes automático marca Guildline, modelo 6675A. En 1 Ω se utilizaron dos resistores patrones del INIMET. Las mediciones se repitieron durante tres semanas, con una frecuencia semanal de cuatro o cinco días. Las mediciones diarias correspondieron a un promedio de cuatro series.

El resistor de 10 k Ω se calibró contra un patrón del INIMET de 1 k Ω de valor nominal, utilizando la relación 10:1 del puente. Tal como en el caso de 1 Ω , las mediciones se repitieron durante tres

semanas, con una frecuencia semanal de cuatro o cinco días. Cada medición corresponde a un promedio de otras cuatro.

RESULTADOS

Mediciones en 1 Ω

Se aplicó una aproximación por cuadrados mínimos a los valores medidos en el INTI para obtener los resultados de la comparación y sus respectivas incertidumbres para la fecha media de las mediciones en el INIMET como referencia común.

El resultado de la comparación se presenta como la diferencia entre el valor asignado al patrón de 1 Ω por el INTI, R_{INTI} , y el que ha sido asignado por el INIMET, R_{INIMET} , el cual, para la fecha de referencia, es

$$R_{INTI} - R_{INIMET} = -0.68 \mu\Omega; u_c = 1.14 \mu\Omega \text{ (al 8/8/2012)}$$

donde u_c es la incertidumbre combinada estándar asociada con la diferencia medida, que incluye la incertidumbre de la representación del ohm en el INTI y en el INIMET, y la incertidumbre debida a la comparación. En la Figura 1 se muestran los valores individuales utilizados para calcular el resultado final.

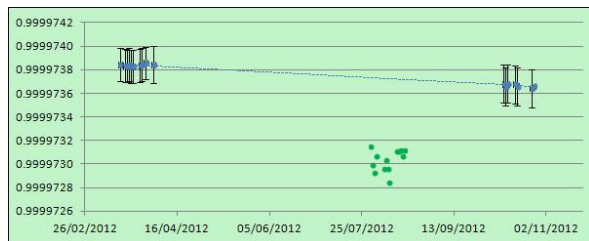


Figura 1. Valores individuales de resistencia obtenidos en el INTI (en azul) e INIMET (en verde) para las mediciones en 1 Ω. La línea punteada indica la aproximación lineal por cuadrados mínimos de las mediciones del INTI.

En cuanto a la incertidumbre, la inestabilidad de los patrones durante el transporte resultó despreciable, como se observó en la diferencia entre las desviaciones estándar del valor medio del patrón calculado en el INTI antes y después del envío. Se ha tomado en cuenta una componente de incertidumbre debida a la diferencia entre las temperaturas de medición en ambos institutos, la cual excede los dos grados. Esta incertidumbre se calculó como una incertidumbre en el valor del coeficiente lineal, que determina la relación entre el valor de la resistencia y el de la temperatura, según la expresión

$$u_{(CT)} = R_0 |\Delta T| u_\alpha$$

donde R_0 es el valor del resistor a la temperatura de referencia, Δt es la diferencia entre temperaturas y u_α es la incertidumbre en el coeficiente lineal.

La incertidumbre total u_c de la comparación se calculó como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las incertidumbres estándar combinadas de ambos institutos y la incertidumbre debida a la corrección por temperatura.

Mediciones en 10 kΩ

En 10 kΩ, los resultados fueron

$$R_{INTI} - R_{INIMET} = 0.005 \Omega; u_c = 0.009 \Omega \text{ (al 8/8/2012)}$$

donde u_c es la incertidumbre estándar combinada asociada con la diferencia medida. Se calculó como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la incertidumbre estándar combinada del INTI y la incertidumbre estándar combinada del INIMET. La componente de incertidumbre debida a la inestabilidad del patrón viajero resultó despreciable. En la Figura 2 se muestran los valores individuales medidos



Figura 2. Valores individuales de resistencia obtenidos en el INTI (en azul) e INIMET (en verde) para las mediciones en 10 kΩ. La línea punteada indica la aproximación lineal por cuadrados mínimos de las mediciones del INTI.

CONCLUSIÓN

Los resultados de la comparación concuerdan con la incertidumbre.

La comparación sustentará la declaración de capacidades de calibración y medición (CMCs) del INIMET y facilitará la inclusión de Cuba en la red metrológica y comercial de la región del SIM.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Jearrett, Senior Member, IEEE, R. Elmquist, Senior Member, IEEE, N. Zhang, A. Tonina, M. Porfiri, J. Fernandes, H. Schechter, D. Izquierdo, C. Faverio, D. Slo-movitz, D. Inglis, K. Wendler, F. Hernandez, and B. Rodriguez, "SIM comparison of DC resistance standards at 1 Ω; 1 MΩ and 1 GΩ", IEEE Trans. on Instrum. and Meas. Vol 58 Number 4, (April, 2009) 1188-1195.