

RED NACIONAL DE METROLOGIA



**Reunión de Cierre
“Intercomparación Nacional de Laboratorios de Calibración
de Magnitudes Eléctricas” ME-18-1
Santiago, Diciembre 2018**

Introducción

- 1.1. Objetivos de la intercomparación
- 1.2. Desarrollo de la ronda
- 1.3. Resultados intercomparación
- 1.4. Conclusiones y comentarios
- 1.5. Procedimiento de calibración CEM España

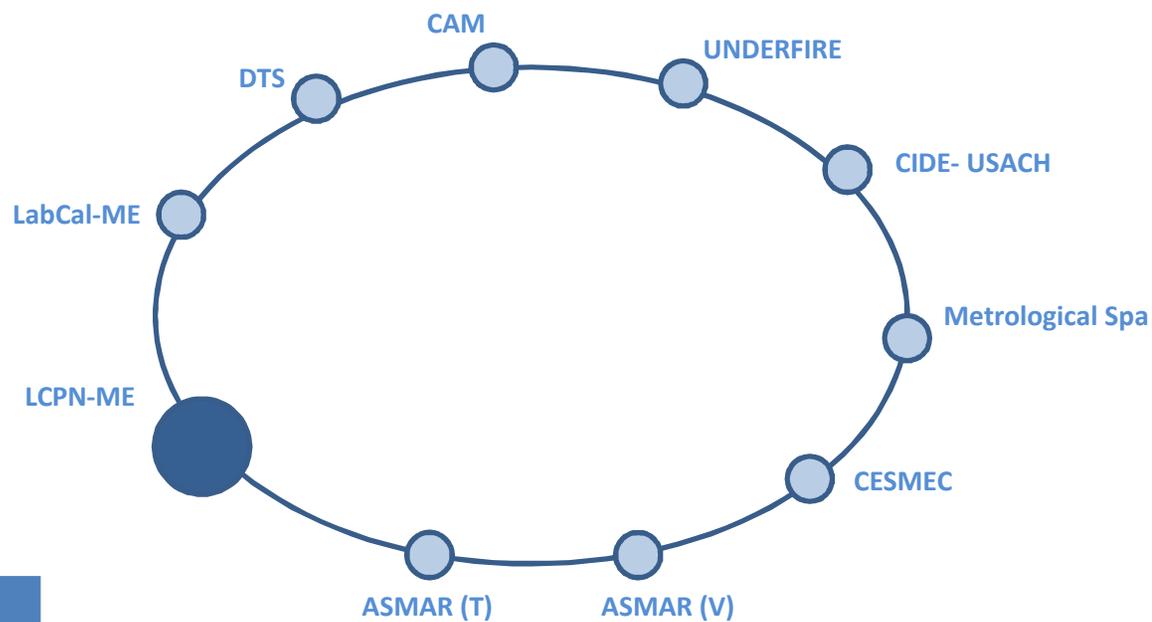
I. Objetivo de la Intercomparación

- 1.1. Evaluar a los LC acreditados y no acreditados de acuerdo a su alcance dado por sus resistores patrones de alto valor. Lo anterior debido a un creciente requerimiento de los laboratorios que se están acreditando.
- 1.2. La intercomparación es una herramienta para evaluar el como se están llevando a cabo las calibraciones dentro del laboratorio, en este caso particular el ejercicio apuntaba a la forma en que se están obteniendo los resultados en al calibración de megaohmetros.
- 1.3. Al ser un ejercicio de evaluación los datos enviados corresponden a los datos a ser evaluados, es decir en base a esa evaluación el laboratorio debe o debería tomar acciones.

II. Desarrollo de la Ronda

- 2.1. El instrumento enviado consistió en un megohmetro patrón IET Labs 1865+ de 0,5% de especificación en el peor de los casos.
- 2.2. En total los participantes de este año fueron 9 todos ellos participaron con resistores de alto valor.
- 2.3. La ronda se restringió en participantes principalmente por los tiempos involucrados en el desarrollo de esta.

II. Desarrollo de la Ronda



Condiciones de Medida	Valor Resistencia
100 V	100 k Ω
1000 V	10 M Ω
1000 V	100 M Ω
1000 V	1 G Ω

III. Resultados Ronda

- 3.1. Para los cálculos se consideraron todos los valores válidos esto debido a que el protocolo era abierto y se buscaba conocer como están midiendo todos los laboratorios.
- 3.2. Para indicar aquellos laboratorios con problemas se han marcado con rojo, esto indica un valor de En fuera del permitido, así como valores de incertidumbre o muy grandes o muy pequeños..

III. Resultados

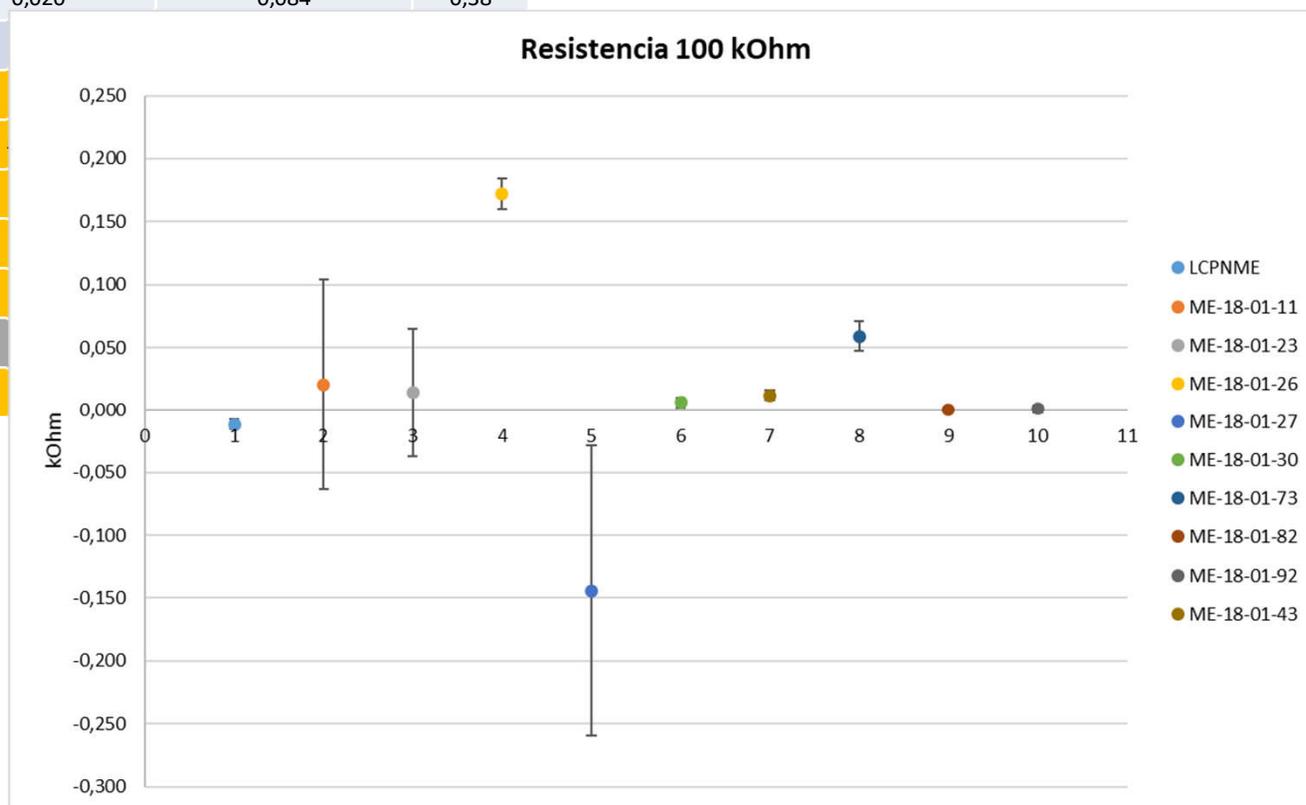
Tabla N°1 : Resultados Laboratorios Punto 100 kOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error kOhm	Incertidumbre kOhm	E_n
1	LCPNME	100 kOhm	-0,012	0,004	
2	ME-18-01-11	100 kOhm	0,020	0,084	0,38
3	ME-18-01-23	100 kOhm	0,014	0,051	0,50
4	ME-18-01-26	100 kOhm	0,172	0,012	14,51
5	ME-18-01-27	100 kOhm	-0,144	0,116	1,14
6	ME-18-01-30	100 kOhm	0,006	0,004	3,24
7	ME-18-01-43	100 kOhm	0,012	0,004	4,17
8	ME-18-01-73	100 kOhm	0,059	0,012	5,57
9	ME-18-01-82	100 kOhm			
10	ME-18-01-92	100 kOhm	0,001	0,003	2,47

III. Resultados

Tabla N°1 : Resultados Laboratorios Punto 100 kOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error kOhm	Incertidumbre kOhm	E_n
1	LCPNME	100 kOhm	-0,012	0,004	
2	ME-18-01-11	100 kOhm	0,020	0,084	0,38
3	ME-18-01-23	100 kOhm			
4	ME-18-01-26	100 kOhm			
5	ME-18-01-27	100 kOhm			
6	ME-18-01-30	100 kOhm			
7	ME-18-01-43	100 kOhm			
8	ME-18-01-73	100 kOhm			
9	ME-18-01-82	100 kOhm			
10	ME-18-01-92	100 kOhm			



III. Resultados

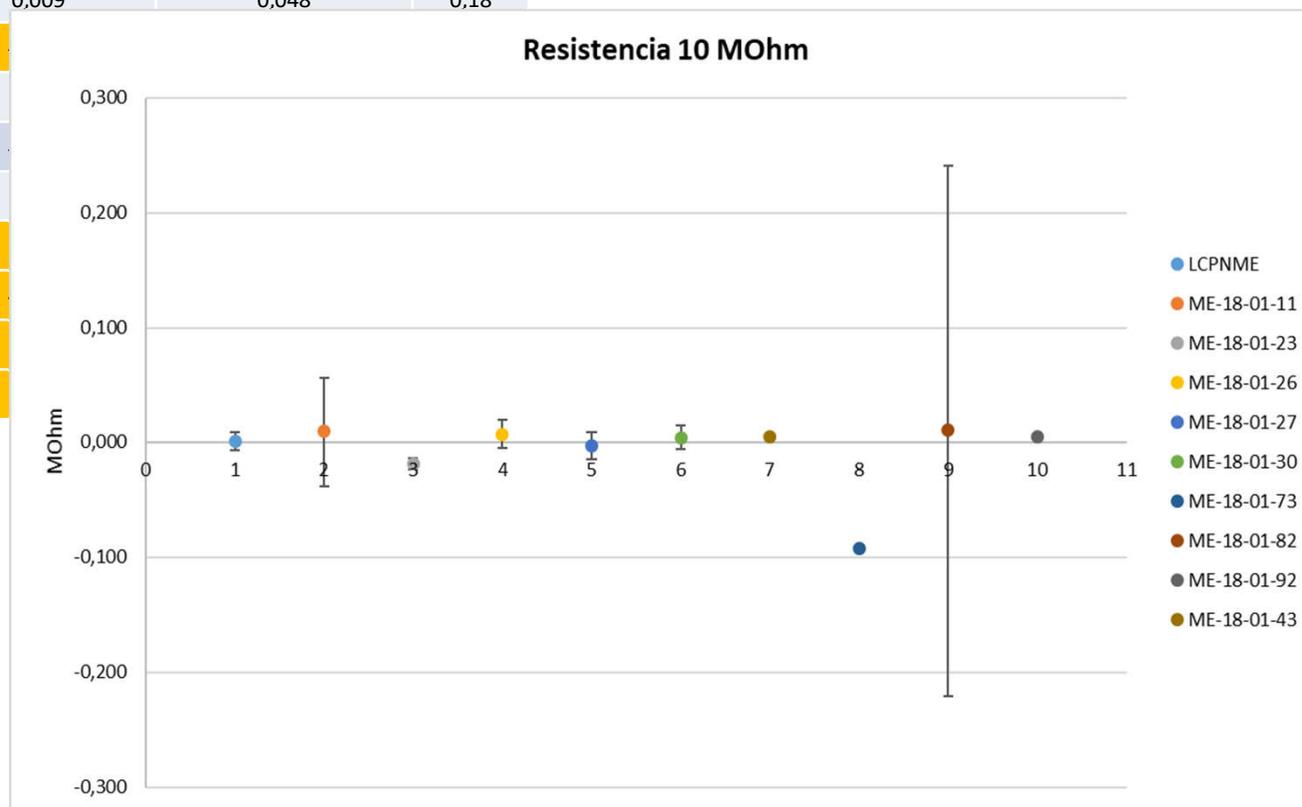
Tabla N°2 : Resultados Laboratorios Punto 10 MOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error MOhm	Incertidumbre MOhm	E_n
1	LCPNME	10 Mohm	0,001	0,008	
2	ME-18-01-11	10 Mohm	0,009	0,048	0,18
3	ME-18-01-23	10 Mohm	-0,019	0,005	2,07
4	ME-18-01-26	10 Mohm	0,007	0,012	0,45
5	ME-18-01-27	10 Mohm	-0,003	0,012	0,25
6	ME-18-01-30	10 Mohm	0,004	0,011	0,26
7	ME-18-01-43	10 Mohm	0,005	0,001	0,50
8	ME-18-01-73	10 Mohm	-0,092	0,001	11,48
9	ME-18-01-82	10 Mohm	0,010	0,231	0,04
10	ME-18-01-92	10 Mohm	0,005	0,001	0,55

III. Resultados

Tabla N°2 : Resultados Laboratorios Punto 10 MOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error MOhm	Incertidumbre MOhm	E_n
1	LCPNME	10 Mohm	0,001	0,008	
2	ME-18-01-11	10 Mohm	0,009	0,048	0,18
3	ME-18-01-23	10 Mohm			
4	ME-18-01-26	10 Mohm			
5	ME-18-01-27	10 Mohm			
6	ME-18-01-30	10 Mohm			
7	ME-18-01-43	10 Mohm			
8	ME-18-01-73	10 Mohm			
9	ME-18-01-82	10 Mohm			
10	ME-18-01-92	10 Mohm			



III. Resultados

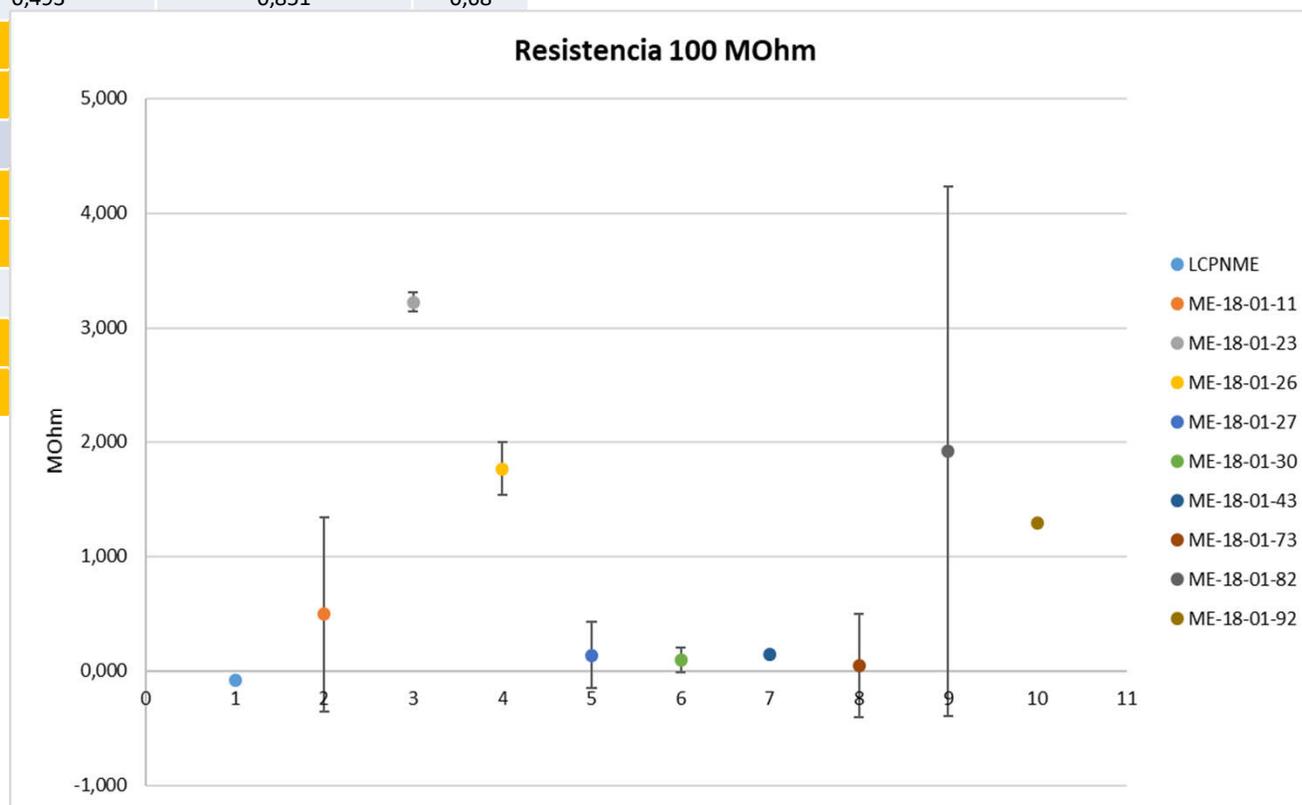
Tabla N°3 : Resultados Laboratorios Punto 100 MOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error MOhm	Incertidumbre MOhm	E_n
1	LCPNME	100 Mohm	-0,083	0,010	
2	ME-18-01-11	100 Mohm	0,493	0,851	0,68
3	ME-18-01-23	100 Mohm	3,225	0,082	40,05
4	ME-18-01-26	100 Mohm	1,764	0,230	8,02
5	ME-18-01-27	100 Mohm	0,138	0,289	0,77
6	ME-18-01-30	100 Mohm	0,097	0,106	1,69
7	ME-18-01-43	100 Mohm	0,148	0,019	10,77
8	ME-18-01-73	100 Mohm	0,048	0,450	0,29
9	ME-18-01-82	100 Mohm	1,919	2,310	0,87
10	ME-18-01-92	100 Mohm	1,292	0,015	75,32

III. Resultados

Tabla N°3 : Resultados Laboratorios Punto 100 MOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error MOhm	Incertidumbre MOhm	E_n
1	LCPNME	100 Mohm	-0,083	0,010	
2	ME-18-01-11	100 Mohm	0,493	0,851	0,68
3	ME-18-01-23	100 Mohm			
4	ME-18-01-26	100 Mohm			
5	ME-18-01-27	100 Mohm			
6	ME-18-01-30	100 Mohm			
7	ME-18-01-43	100 Mohm			
8	ME-18-01-73	100 Mohm			
9	ME-18-01-82	100 Mohm			
10	ME-18-01-92	100 Mohm			



III. Resultados

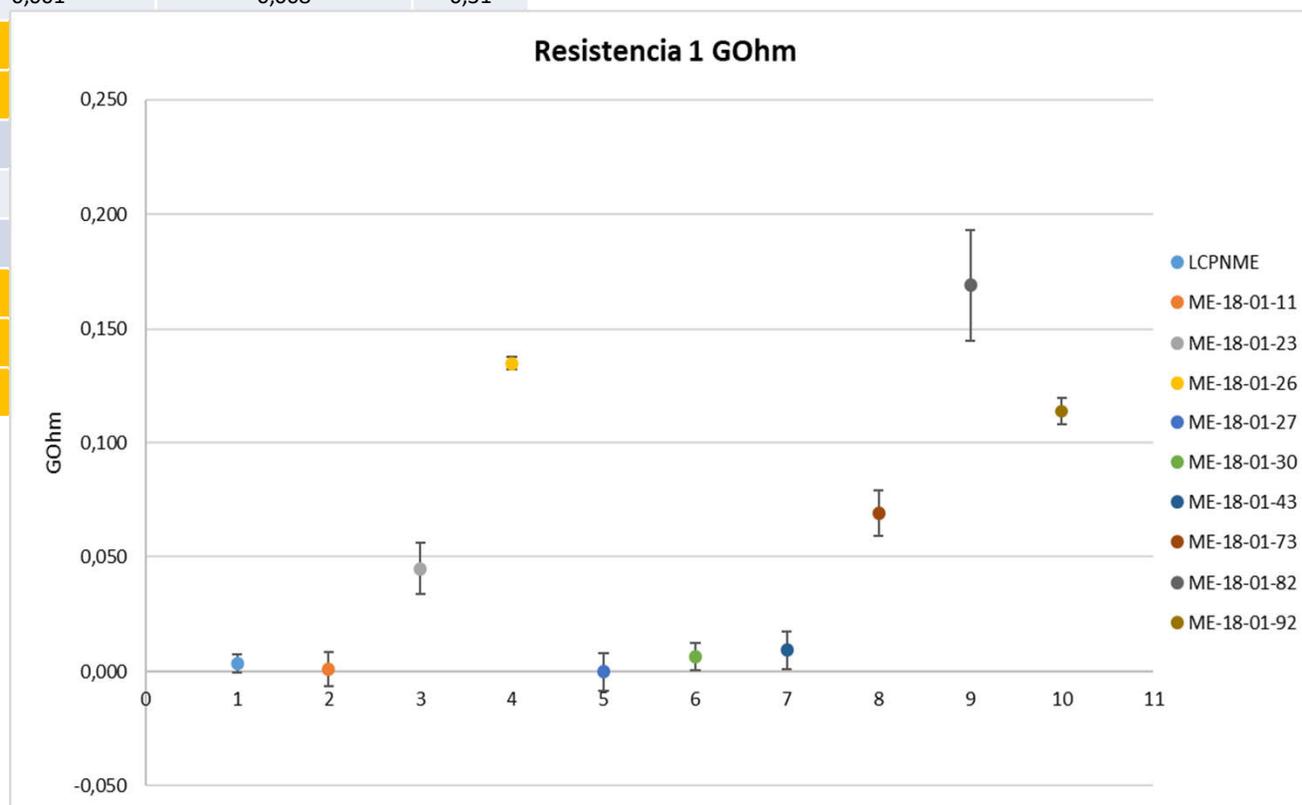
Tabla N°4 : Resultados Laboratorios Punto 1 GOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error GOhm	Incertidumbre GOhm	E_n
1	LCPNME	1 GOhm	0,004	0,004	
2	ME-18-01-11	1 GOhm	0,001	0,008	0,31
3	ME-18-01-23	1 GOhm	0,045	0,011	3,53
4	ME-18-01-26	1 GOhm	0,135	0,003	27,53
5	ME-18-01-27	1 GOhm	0,000	0,008	0,41
6	ME-18-01-30	1 GOhm	0,006	0,006	0,37
7	ME-18-01-43	1 GOhm	0,009	0,008	0,62
8	ME-18-01-73	1 GOhm	0,069	0,010	6,07
9	ME-18-01-82	1 GOhm	0,169	0,024	6,79
10	ME-18-01-92	1 GOhm	0,114	0,006	15,47

III. Resultados

Tabla N°4 : Resultados Laboratorios Punto 1 GOhm

	Laboratorio	Valor Nominal	Error GOhm	Incertidumbre GOhm	E_n
1	LCPNME	1 GOhm	0,004	0,004	
2	ME-18-01-11	1 GOhm	0,001	0,008	0,31
3	ME-18-01-23	1 GOhm			
4	ME-18-01-26	1 GOhm			
5	ME-18-01-27	1 GOhm			
6	ME-18-01-30	1 GOhm			
7	ME-18-01-43	1 GOhm			
8	ME-18-01-73	1 GOhm			
9	ME-18-01-82	1 GOhm			
10	ME-18-01-92	1 GOhm			



IV. Conclusiones y Comentarios

- 4.1. Los resultados obtenidos demuestran ser bien dispares ya sea por los errores presentados o por que las incertidumbres calculadas arrojaban valores o muy grandes o muy pequeños
- 4.2. Ya en la ejecución de la ronda se detectaron problemas, laboratorios cuyas lecturas no se estabilizaban o bien no realizaron el cero.
- 4.2. Los resultados demuestran que la medición en altos valores de resistencia no es trivial y requiere cuidados que otras medidas no necesitan.
- 4.4. Se propone para homogeneizar las mediciones entre los distintos laboratorios de calibración usar como procedimiento del laboratorio para la calibración de megaohmetros el procedimiento del Centro de Español de Metrología.

V. Procedimiento CEM EL-004



6. RESULTADOS	19
6.1. CÁLCULO DE INCERTIDUMBRES	19
6.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	28

V. Procedimiento CEM EL-004

El cálculo de la incertidumbre de medición se divide en 7 fuentes que aportan a la incertidumbre final :

1. Contribución a la incertidumbre debida a la repetibilidad.
2. Contribución a la incertidumbre debida al patrón.
3. Contribución a la incertidumbre debida a la resolución.
4. Contribución a la incertidumbre debida a la variación del temperatura durante la calibración.
5. Contribución a la incertidumbre debida a la deriva del resistor patrón.
6. Contribución a la incertidumbre debida a la diferencia de voltaje a la que es usado el resistor patrón.
7. Contribución a la incertidumbre debida al tiempo de estabilización.

V. Procedimiento CEM EL-004

1.- Contribución a la incertidumbre debida a la repetibilidad.

- a) Incertidumbre debido a la falta de repetibilidad del megóhmetro, $u(R_x)$: se tomarán cinco lecturas en las mismas condiciones de medida, siempre que existan variaciones en la indicación del equipo. En caso contrario esta contribución no se considerará, por tener un valor nulo. Se calcularán los estimadores estadísticos que caracterizan la muestra. En particular se calcularán la media aritmética de los valores de R_{xi} :

$$R_x = \frac{\sum_{i=1}^n R_{xi}}{n}$$

y la desviación estándar experimental, S_{R_x} :

$$S_{R_x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - R_x)^2}{n-1}}$$

La componente de incertidumbre tipo A vendrá dada por el estimador de la desviación estándar experimental de la media:

$$u(R_x) = \frac{S_{R_x}}{\sqrt{n}}$$

V. Procedimiento CEM EL-004

2.- Contribución a la incertidumbre debida al patrón.

b) Incertidumbre de calibración de la resistencia patrón utilizada en las condiciones incluidas en el certificado, $u(R_S)$: como el valor certificado de la incertidumbre viene recubierto por un factor k_n , la componente de incertidumbre típica quedará:

$$u(R_S) = \frac{U(R_S)}{k_n}$$

donde $U(R_S)$ es la incertidumbre expandida certificada. En el caso de no utilizar el valor certificado de la resistencia patrón sino su valor nominal, habría que penalizar esta componente de incertidumbre con la diferencia entre el valor nominal y el certificado tal y como se indica en el apartado 2.4.5 del anexo F de la referencia [5].



Nominal value	Max voltage	Adjustment to accuracy	Temperature coefficient	Voltage coefficient (±ppm/V)	Stability
1 kΩ	50 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
10 kΩ	150 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
100 kΩ	500 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
1 MΩ	1,250 V	20 ppm	5 ppm/°C	<1	15 ppm/year
10 MΩ	5,000 V	50 ppm	25 ppm/°C	<1	20 ppm/year
100 MΩ	5,000 V or 10,000 V	100 ppm	25 ppm/°C	1	100 ppm/year
1 GΩ	5,000 V or 10,000 V	0.50%	25 ppm/°C	1	500 ppm/year
10 GΩ	5,000 V or 10,000 V	0.50%	50 ppm/°C	2	500 ppm/year
100 GΩ	5,000 V or 10,000 V	1%	50 ppm/°C	5	500 ppm/year
1 TΩ	5,000 V or 10,000 V	2%*	100 ppm/°C	<20 (10 ppm typical)	500 ppm/year
10 TΩ	5,000 V or 10,000 V	5%*	300 ppm/°C	<20 (10 ppm typical)	--

* 1 TΩ and 10 TΩ calibrated at 1000 V

Operating Temperature Range:
18°C to 28°C

V. Procedimiento CEM EL-004

3.- Contribución a la incertidumbre debida a la resolución.

- c) Incertidumbre asociada a la resolución del megóhmetro objeto de calibración, $u(\delta_R)$: una de las fuentes de incertidumbre de un dispositivo digital es la resolución del indicador. Aunque, por ejemplo, las indicaciones repetidas fueran todas idénticas, la incertidumbre de medición atribuible a la repetibilidad no sería igual a cero, puesto que para un campo dado de señales de entrada al instrumento, dentro de un intervalo conocido, se obtendría la misma indicación. Si la resolución del dispositivo indicador es E , el valor de señal de entrada que produce una indicación dada R_x puede situarse con igual probabilidad dentro del intervalo que va de $R_x - E/2$ y $R_x + E/2$. La señal de entrada puede describirse entonces por medio de una distribución rectangular de rango E , lo que supone una incertidumbre típica:

$$u(\delta_R) = \frac{E}{2\sqrt{3}}$$

En los megóhmetros analógicos, teniendo en cuenta que la división de escala no es de tipo uniforme, habrá que considerar esta circunstancia a la hora de evaluar la componente de incertidumbre asociada, y así si la resolución por debajo del valor medido es E^- y por encima E^+ , la componente de incertidumbre será:

$$u(\delta_R) = \frac{E^+ + E^-}{4\sqrt{3}}$$



V. Procedimiento CEM EL-004

4.- Contribución a la incertidumbre debida a la variación del temperatura durante la calibración.

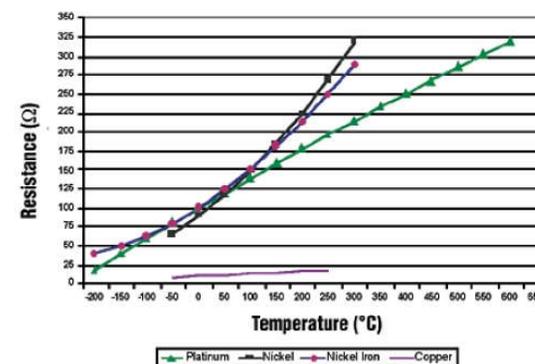
d) Componente de incertidumbre debida a la variación de temperatura durante el proceso de calibración. La temperatura del laboratorio se monitoriza durante todo el proceso de calibración para garantizar que se encuentra dentro de los límites declarados, $T \pm \Delta T$. De las especificaciones del fabricante conocemos el coeficiente de temperatura de las resistencias de alto valor patrón, α , por lo que suponiendo una distribución uniforme la componente de incertidumbre asociada sería:

$$u(\delta_{TR}) = \frac{\alpha \cdot \Delta T}{\sqrt{3}} \cdot R_s$$

Pudiera darse el caso de utilizar la resistencia patrón a otra temperatura distinta para la que fue calibrada, con lo que habrá que corregir el valor certificado con el producto del coeficiente de temperatura por el incremento de temperatura con respecto a su calibración y valorar la componente asociada de incertidumbre por la variación de temperatura en el intervalo centrado en esta nueva temperatura de consigna, δ_{TR} . Se podría tener en cuenta la componente debida a la incertidumbre del coeficiente de temperatura de la resistencia, pero es un dato difícil de evaluar y, si se conoce α suficientemente bien, su valor es poco significativo en general.

$$R(T) = R_0 (1 - \alpha(T - T_0))$$

Resistance vs. Temperature



Nominal value	Max voltage	Adjustment to accuracy	Temperature coefficient	Voltage coefficient (\pm ppm/V)	Stability
1 k Ω	50 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
10 k Ω	150 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
100 k Ω	500 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
1 M Ω	1,250 V	20 ppm	5 ppm/°C	<1	15 ppm/year
10 M Ω	5,000 V	50 ppm	25 ppm/°C	<1	20 ppm/year
100 M Ω	5,000 V or 10,000 V	100 ppm	25 ppm/°C	1	100 ppm/year
1 G Ω	5,000 V or 10,000 V	0.50%	25 ppm/°C	1	500 ppm/year
10 G Ω	5,000 V or 10,000 V	0.50%	50 ppm/°C	2	500 ppm/year
100 G Ω	5,000 V or 10,000 V	1%	50 ppm/°C	5	500 ppm/year
1 T Ω	5,000 V or 10,000 V	2%*	100 ppm/°C	<20 (10 ppm typical)	500 ppm/year
10 T Ω	5,000 V or 10,000 V	5%*	300 ppm/°C	<20 (10 ppm typical)	--

* 1 T Ω and 10 T Ω calibrated at 1000 V

Operating Temperature Range:
18°C to 28°C

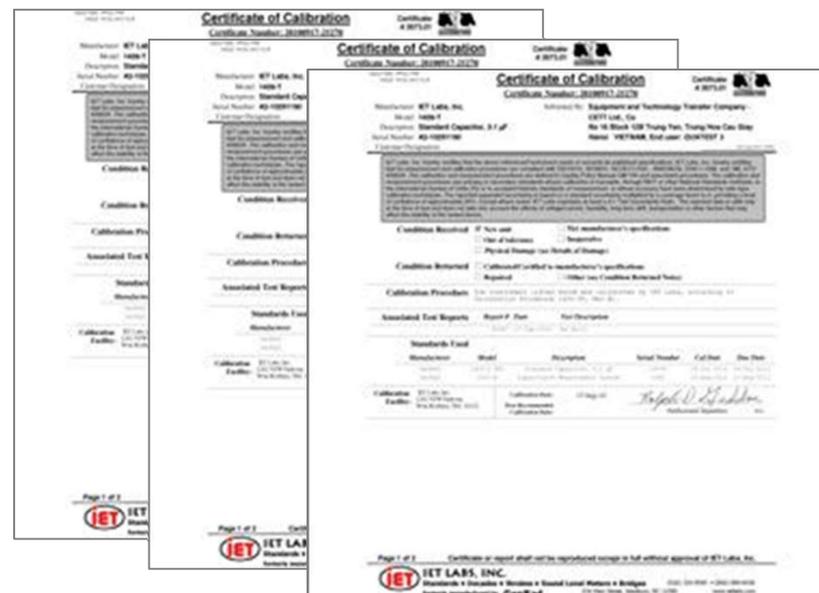
V. Procedimiento CEM EL-004

5.- Contribución a la incertidumbre debida a la deriva del resistor patrón.

e) La debida a la deriva que sufre la resistencia de alto valor patrón a lo largo de su periodo de calibración, que es una medida de la estabilidad de la resistencia a largo plazo. Teniendo en cuenta que los certificados de calibración certifican el valor del patrón para el momento en que se realizó la calibración, habrá que añadir una componente de deriva de su valor con el paso del tiempo desde el momento de su calibración hasta el momento de su utilización. Si se dispone de datos suficientes de anteriores calibraciones, se podrá extrapolar el valor de dicha deriva $\delta_D \pm D$, donde δ_D es la parte fija que entraría aditivamente en el valor medio obtenido en la calibración a modo de corrección por deriva y D es la de no-certeza en la estimación, que se supondrá distribuida uniformemente, con lo que la componente de incertidumbre asociada tomará la forma:

$$u(\delta_D) = \frac{D}{\sqrt{3}}$$

En el caso de que no se corrija por deriva se estimará D como el valor máximo de deriva obtenido en valor absoluto. Si no se dispusiera de histórico suficiente se obtendrá de las especificaciones que nos proporciona el fabricante, o de otras fuentes de información como la proveniente de otros laboratorios.



Nominal value	Max voltage	Adjustment to accuracy	Temperature coefficient	Voltage coefficient (\pm ppm/V)	Stability
1 k Ω	50 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
10 k Ω	150 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
100 k Ω	500 V	20 ppm	3 ppm/°C	-	10 ppm/year
1 M Ω	1,250 V	20 ppm	5 ppm/°C	<1	15 ppm/year
10 M Ω	5,000 V	50 ppm	25 ppm/°C	<1	20 ppm/year
100 M Ω	5,000 V or 10,000 V	100 ppm	25 ppm/°C	1	100 ppm/year
1 G Ω	5,000 V or 10,000 V	0.50%	25 ppm/°C	1	500 ppm/year
10 G Ω	5,000 V or 10,000 V	0.50%	50 ppm/°C	2	500 ppm/year
100 G Ω	5,000 V or 10,000 V	1%	50 ppm/°C	5	500 ppm/year
1 T Ω	5,000 V or 10,000 V	2%*	100 ppm/°C	<20 (10 ppm typical)	500 ppm/year
10 T Ω	5,000 V or 10,000 V	5%*	300 ppm/°C	<20 (10 ppm typical)	--

* 1 T Ω and 10 T Ω calibrated at 1000 V

Operating Temperature Range:
18°C to 28°C

V. Procedimiento CEM EL-004

6.- Contribución a la incertidumbre debida a la diferencia de voltaje a la que es usado el resistor patrón.

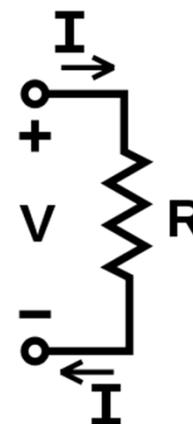
- f) Componente de incertidumbre debida a la utilización de la resistencia patrón a una tensión diferente a la que se realizó su calibración: en el caso de utilizar la resistencia patrón a otra tensión distinta para la que fue calibrada, habrá que corregir el valor certificado con el producto del coeficiente de tensión declarado por el fabricante, C_V , por el incremento de tensión, δ_V , y valorar la componente asociada de incertidumbre por la variación de tensión, ΔV , en el intervalo centrado en este nuevo voltaje de consigna. Si consideramos que el conjunto posible de valores se distribuye de forma uniforme en el intervalo delimitado por la variación posible de tensión, la componente de incertidumbre quedaría:

$$u(\delta_V) = \frac{C_V \cdot \Delta V}{\sqrt{3}} \cdot R_s$$

Normalmente las resistencias de alto valor tienen un coeficiente de tensión negativo, es decir, el valor óhmico de la resistencia disminuye conforme aumenta la tensión aplicada; sin embargo hay fabricantes que en su declaración del coeficiente de tensión lo hacen indicándolo de forma simétrica ($\pm C_V$) por lo que para corregir habría que estimar el coeficiente de tensión que obviamente se encontrará dentro del intervalo declarado. En ese caso podríamos considerar que la corrección es nula, $\delta_V=0$, siendo en la componente de incertidumbre asociada:

$$u(\delta_V) = \frac{C_V \cdot \Delta V'}{\sqrt{3}} \cdot R_s$$

con $\Delta V'$ la diferencia entre la tensión de prueba y la tensión a la que fue certificada la resistencia patrón. Como en general $\Delta V' \gg \Delta V$ la contribución de la variación de la tensión sobre el punto de consigna se puede considerar despreciable en esta situación.



Nominal value	Max voltage	Adjustment to accuracy	Temperature coefficient	Voltage coefficient (\pm ppm/V)	Stability
1 k Ω	50 V	20 ppm	3 ppm/ $^{\circ}$ C	-	10 ppm/year
10 k Ω	150 V	20 ppm	3 ppm/ $^{\circ}$ C	-	10 ppm/year
100 k Ω	500 V	20 ppm	3 ppm/ $^{\circ}$ C	-	10 ppm/year
1 M Ω	1,250 V	20 ppm	5 ppm/ $^{\circ}$ C	<1	15 ppm/year
10 M Ω	5,000 V	50 ppm	25 ppm/ $^{\circ}$ C	<1	20 ppm/year
100 M Ω	5,000 V or 10,000 V	100 ppm	25 ppm/ $^{\circ}$ C	1	100 ppm/year
1 G Ω	5,000 V or 10,000 V	0.50%	25 ppm/ $^{\circ}$ C	1	500 ppm/year
10 G Ω	5,000 V or 10,000 V	0.50%	50 ppm/ $^{\circ}$ C	2	500 ppm/year
100 G Ω	5,000 V or 10,000 V	1%	50 ppm/ $^{\circ}$ C	5	500 ppm/year
1 T Ω	5,000 V or 10,000 V	2%*	100 ppm/ $^{\circ}$ C	<20 (10 ppm typical)	500 ppm/year
10 T Ω	5,000 V or 10,000 V	5%*	300 ppm/ $^{\circ}$ C	<20 (10 ppm typical)	--

* 1 T Ω and 10 T Ω calibrated at 1000 V

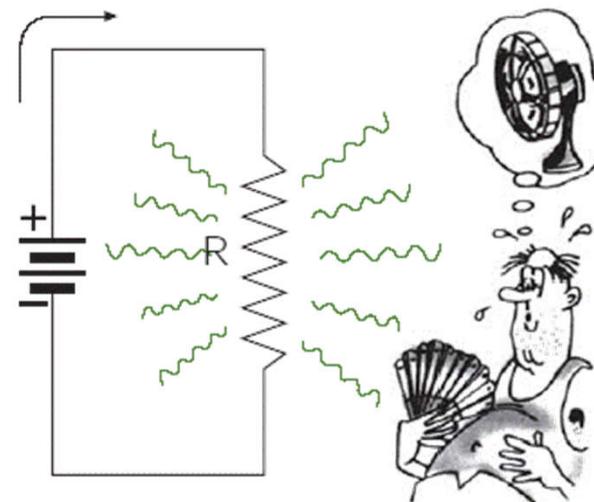
Operating Temperature Range:
18 $^{\circ}$ C to 28 $^{\circ}$ C

V. Procedimiento CEM EL-004

7.- Contribución a la incertidumbre debida al tiempo de estabilización

- g) Componente debida a la realización de la medida con un tiempo de estabilización diferente al declarado en el certificado de calibración de la resistencia patrón. Para valorarla se caracterizará la resistencia en función del tiempo para una tensión y temperaturas determinadas, y se estimará el incremento de resistencia, ΔR_t , correspondiente al intervalo de tiempo diferencia entre el tiempo de realización de la medida y el tiempo al que se certificó el valor de la resistencia. Si de nuevo se supone una distribución de valores de tipo uniforme, la componente asociada será:

$$u(\delta_t) = \frac{\Delta R_t}{\sqrt{3}}$$



V. Procedimiento CEM EL-004

CALCULO DE INCERTIDUMBRE MEDICIÓN DE AISLACIÓN

Datos/Valores			Presupuesto de Incertidumbre								
Datos Generales	Punto a Medir (Nominal)	10 MΩ	Punto de 10 MΩ ; 1000 V					-Temperatura: 22,6 °C - Humedad Relativa: 48% HR			
	Unidad de medida en	MΩ	Fuente de Incertidumbre X_i	Estimado X_i	Distribución de Probabilidad	Incertidumbre Estándar $u(X_i)$	Coefficiente Sensibilidad C_s	Contribución a la incertidumbre $u_i(y)$	Varianza Estándar $u_i^2(y)$	% Aporte	
	Voltaje Aplicado (Laboratorio)	1000 V									
	Variación Temperatura Sala (23 ± 5) °C	5 °C									
Patrón de Referencia	Exactitud Patrón	50 ppm	Repetibilidad	0,0006 MΩ	Normal	0,0002 MΩ	1	0,0002 MΩ	0,000000032 MΩ	0,0018 %	
	Coefficiente de Temperatura	25 ppm	Resolución IBC	0,0010 MΩ	Rectangular	0,0003 MΩ	1	0,0003 MΩ	0,000000083 MΩ	0,0029 %	
	Coefficiente de Voltaje	1,0 ppm	Exactitud Patrón	0,0005 MΩ	Rectangular	0,0003 MΩ	1	0,0003 MΩ	0,000000083 MΩ	0,0029 %	
	Voltaje de Prueba en Cal Ext. (Certificado)	100 V	Coefficiente de T° Patrón	0,0013 MΩ	Rectangular	0,0007 MΩ	1	0,0007 MΩ	0,000000521 MΩ	0,0072 %	
	Estabilidad	20 ppm	Coefficiente de Voltaje Patrón	0,0090 MΩ	Rectangular	0,0052 MΩ	1	0,0052 MΩ	0,000027000 MΩ	0,0520 %	
Instrumento Bajo Calibración (IBC)	Resolución Instrumento Bajo Calibración	0,001 MΩ	Estabilidad Patrón	0,0002 MΩ	Rectangular	0,0001 MΩ	1	0,0001 MΩ	0,000000013 MΩ	0,0012 %	
	Repetibilidad de las mediciones	1	10,004 MΩ	Observaciones: - Si el Voltaje Aplicado es el mismo al Voltaje de calibración externa, considerar un delta del 5% en fuente de "Coeficiente de Voltaje"				Suma Cuadrática	2,77E-05	0,0003 %	
		2	10,004 MΩ					U Combinada	0,0053 MΩ	0,0527 %	
		3	10,004 MΩ					U Expandida (k=2) 95%	0,0105 MΩ	0,1053 %	
		4	10,004 MΩ					Resultado de la Medición			Valor Verdadero (Certificado Patrón)
		5	10,004 MΩ	10,000 MΩ	10,004 MΩ	0,004 MΩ	0,011 MΩ	0,11 %			
		6	10,005 MΩ								
		7	10,004 MΩ								
		8	10,003 MΩ								
		9	10,004 MΩ								
10		10,005 MΩ									
Prom	10,004 MΩ										