



INTI



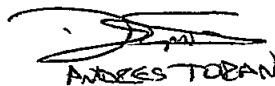
Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación


OT N° 222_0001122 Parcial 2 y Final
N° de páginas del certificado: 13

Certificado de calibración/medición

Elemento	Objeto: Calibrador multiproducto. Fabricante / Marca: Fluke. Modelo / Número de serie: 5500A / 6370005
Determinaciones requeridas	Calibración
Fecha de calibración/medición	17/10/2019
Solicitante	EDACI S.R.L. Coronel Lynch 2684 (1754) San Justo
Lugar de realización	INTI –Metrología Física Avenida General Paz 5445, Edificio 3 y 44 y 42[CP 1650] San Martín, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Teléfono: (54 11) 47525402 / (54 11) 47246200 (interno 6444) e-mail: fisicaymetrologia@inti.gob.ar

Buenos Aires, 7 de noviembre de 2019


ANDRES TORAN


Dra. ALEJANDRA TONINA
JEFE DEPTO. METROLOGIA CUANTICA
METROLOGIA FISICA

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, los cuales representan a las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del INTI. Los resultados se refieren exclusivamente a los elementos recibidos, el INTI declina toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren a las condiciones en que se realizaron las mediciones.
El usuario es responsable de la calibración a intervalos apropiados.



INTI



Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación

OT N° 222_0001122 Parcial 2 y Final
Página 2

Metodología empleada

Se midieron las magnitudes eléctricas presentes en los bornes de salida Normal, Auxiliar y de termopar, identificado como TC, del calibrador con instrumental apropiado para cada función.

Para la medición de tensión eléctrica continua en los bornes de salida Normal y Auxiliar se utilizó un multímetro digital de alta exactitud, HP3458, corregido por una referencia de tensión Fluke 732B antes de su uso.

Para medir la corriente eléctrica continua de salida del calibrador en los bornes Auxiliares se emplearon resistencias derivadores de corriente y un multímetro digital de alta exactitud, HP3458.

La medición de resistencia eléctrica en los bornes de salida Normal y Auxiliar (sensado) del calibrador se efectuó con un multímetro Fluke 8508.

La tensión alterna en los bornes Normal y Auxiliar del calibrador fue medida con un voltímetro Fluke 5790A.

La corriente alterna en los bornes de salida Auxiliar del calibrador se midió con resistencias derivadoras y el voltímetro Fluke 5790A.

La medición de capacidad eléctrica en los bornes de salida se efectuó con el medidor LCR HP 4263A.

La frecuencia en los bornes de salida Normal del calibrador se midió con un contador HP 53132A.

La función de simulación de termopares se verificó midiendo los valores de tensión generados en los bornes identificados como TC mediante un multímetro HP3458A.

La función de indicador de termopar se verificó aplicando una tensión de referencia en los bornes TC con un calibrador 5720A.

Condiciones de medición

El instrumento bajo estudio se mantuvo a temperatura de laboratorio durante el período de medición. Todas las mediciones se realizaron luego de esperar el tiempo de calentamiento especificado por el fabricante y de realizar el ZERO del calibrador.

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 23°C Incertidumbre: 1°C
Humedad relativa ambiente menor a 70%

Resultados

Las tablas que siguen muestran los valores medidos y las incertidumbres de obtenidas.

Tabla 1
Tensión eléctrica continua medida en los bornes de salida Normal.

Rango	Valor nominal		Valor medido		Incertidumbre (k = 2)	
329,9999 mV	0	mV	-0,0018	mV	0,0040	mV
	-329		-328,9993		0,0049	
	329		328,9994		0,0049	
3,299999 V	0	V	-0,0000025	V	0,0000040	V
	-3,29		-3,290021		0,000049	
	-1		-0,999993		0,000015	
	1		0,999991		0,000015	
	3,29		3,289997		0,000049	
32,999999 V	0	V	-0,0000047	V	0,0000040	V
	-32,9		-32,90015		0,00049	
	-10		-9,99993		0,00015	
	10		9,99991		0,00015	
	32,9		32,90000		0,00049	
329,9999 V	-329	V	-329,0024	V	0,0066	V
	-100		-99,9997		0,0020	
	-50		-49,9997		0,0010	
	50		49,9999		0,0010	
	100		99,9997		0,0020	
	329		329,0008		0,0066	
1020 V	334	V	333,9978	V	0,0067	V
	900		900,002		0,018	
	-334		-333,9980		0,0067	
	-900		-900,005		0,018	

Tabla 2
Tensión eléctrica continua medida en los bornes de salida Auxiliar, salida Normal 0 V.

Rango	Valor nominal		Valor medido		Incertidumbre (k = 2)	
329,9999 mV	-329	mV	-328,999	mV	0,0049	mV
	329		329,088		0,0049	
3,299999 V	-3	V	-3,29031	V	0,000049	V
	0,33		0,330089		0,000049	
	3		3,29044		0,000049	



Tabla 3
Resistencia eléctrica en bornes de salida Normal y Auxiliar. Los valores menores a 119 k se midieron con el comando ZCOMP 4WIRE, y para otros valores se utilizó ZCOMP NONE.

Rango	Valor nominal	Valor medido	Incertidumbre(k=2)
10,9999 Ω	0	0,000207	0,000050
	10,9	10,90049	0,00020
	11,9	11,90146	0,00018
32,9999 Ω	19	19,00131	0,00029
	30	30,00063	0,00032
	33	33,00215	0,00040
109,9999 Ω	109	109,0001	0,0011
	119	119,0016	0,0012
329,9999 Ω	190	190,0041	0,0019
	300	300,0047	0,0039
	0,33	0,3299981	0,0000036
1,099999 kΩ	1,09	1,089987	0,000011
3,299999 kΩ	1,19	1,189999	0,000012
	1,9	1,900022	0,000019
	3	3,000058	0,000036
10,99999 kΩ	3,3	3,299995	0,000040
	10,9	10,89993	0,00011
32,99999 kΩ	11,9	11,89997	0,00012
	19	19,00019	0,00019
	30	30,00020	0,00036
109,9999 kΩ	33	33,00014	0,00040
	109	108,9996	0,0011
329,9999 kΩ	119	119,0000	0,0013
	190	190,0027	0,0021
	300	300,0039	0,0039
1,099999 MΩ	0,33	0,3299992	0,0000043
	1,09	1,089991	0,000012
3,299999 MΩ	1,19	1,189977	0,000018
	1,9	1,899992	0,000025
	3	3,00000	0,00015
10,99999 MΩ	3,3	3,29995	0,00016
	10,9	10,90000	0,00033
32,99999 MΩ	11,9	11,89978	0,00059
	19	18,99945	0,00095
	30	29,999	0,013
109,9999 MΩ	33	32,998	0,013
	109	108,988	0,016
329,9999 MΩ	119	118,96	0,19
	290	289,9	1,3

Tabla 4
Corriente eléctrica continua medida en los bornes de la salida Auxiliar.

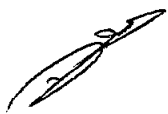




Rango	Valor nominal		Valor medido		Incertidumbre (k=2)	Resistencia de carga (Ω)
3,29999 mA	0	mA	-0,000003	mA	0,000010	100
	-3,29		-3,29005		0,00010	
	-1,9		-1,900017		0,000057	
	1,9		1,900023		0,000057	
	3,29		3,29007		0,00010	
32,9999 mA	0	mA	0,0001	mA	0,0010	10
	-32,9		-32,8997		0,0016	
	-19		-18,99963		0,00095	
	19		18,99978		0,00095	
	32,9		32,9000		0,0016	
329,999 mA	0	mA	0,0002	mA	0,0010	1
	-329		-328,996		0,016	
	-190		-189,9967		0,0095	
	190		189,9982		0,0095	
	329		328,999		0,016	
2,2 A	0	A	-0,000001	A	0,000010	0,16
	1,09		1,090228		0,000055	
	-1,09		-1,090232		0,000055	
11 A	0	A	0,00001	A	0,00010	0,08
	-10,9		-10,89986		0,00087	
	10,9		10,90053		0,00087	

Tabla 5
Tensión eléctrica alterna medida en los bornes de salida Normal.

Rango	Frecuencia	Valor nominal	Valor medido	Incertidumbre (k=2)
32,999 mV	45 Hz	6	6,0007	0,0024
	10 kHz	6	6,0007	0,0024
	9,5 Hz	30	30,623	0,011
	10 Hz	30	30,002	0,010
	45 Hz	30	29,9993	0,0045
	1 kHz	30	29,9985	0,0045
	10 kHz	30	29,9987	0,0045
	20 kHz	30	30,0003	0,0045
	50 kHz	30	30,0067	0,0090
	100 kHz	30	30,014	0,015
	450 kHz	30	30,005	0,033
329,999 mV	45 Hz	33	32,9992	0,0050
	10 kHz	33	32,9986	0,0050
	9,5 Hz	300	301,671	0,075
	10 Hz	300	300,004	0,075
	45 Hz	300	299,999	0,015
	1 kHz	300	299,993	0,015
	10 kHz	300	299,985	0,015
	20 kHz	300	299,972	0,015
	50 kHz	300	299,943	0,030
	100 kHz	300	299,897	0,075
	500 kHz	300	299,55	0,15
3,29999 V	45 Hz	0,33	0,329976	0,000033
	10 kHz	0,33	0,329962	0,000033
	9,5 Hz	3	3,01278	0,00075
	10 Hz	3	3,00002	0,00075
	45 Hz	3	2,99999	0,00015
	1 kHz	3	2,99994	0,00015
	10 kHz	3	2,99988	0,00015
	20 kHz	3	2,99980	0,00015
	50 kHz	3	2,99958	0,00021
	100 kHz	3	2,99935	0,00033
	450 kHz	3	2,9999	0,0018





INTI



Ministerio de Producción,
Presidencia de la Nación

OT N° 222_0001122 Parcial 2 y Final

Página 7

Tabla 5 (continuación)
Tensión alterna medida en los bornes de salida Normal.

Rango	Frecuencia	Valor nominal	Valor medido		Incertidumbre (k=2)	
32,9999 V	45 Hz	3,3	V	3,29979	V	0,00016
	10 kHz	3,3		3,29953		0,00016
	9,5 Hz	30		30,2573		0,0075
	10 Hz	30		30,0000		0,0075
	45 Hz	30		30,0002		0,0015
	1 kHz	30		29,9978		0,0015
	10 kHz	30		29,9977		0,0015
	20 kHz	30		29,9978		0,0015
	50 kHz	30		29,9968		0,0030
329,999 V	90 kHz	30	29,9987	0,0045		
	45 Hz	33	32,9989	0,0017		
	10 kHz	33	32,9971	0,0017		
	45 Hz	300	300,014	0,018		
	1 kHz	300	299,979	0,018		
	10 kHz	300	299,976	0,018		
1020 V	18 kHz	300	299,991	0,018		
	45 Hz	330	329,984	0,020		
	10 kHz	330	329,939	0,020		
	45 Hz	1000	1000,075	0,060		
	1 kHz	1000	1000,002	0,060		
	5 kHz	1000	999,979	0,060		
	8 kHz	1000	999,924	0,060		

Tabla 6
Tensión eléctrica alterna medida en los bornes de la salida Auxiliar. Tensión alterna en salida Normal igual a 300 mV.

Rango	Frecuencia	Valor nominal	Valor medido		Incertidumbre (k=2)
329,999 mV	45 Hz	10	mV	10,0029	0,0040
	1 kHz	10		10,0054	0,0040
	5 kHz	10		10,0130	0,0040
	10 kHz	10		10,0207	0,0040
	9,5 Hz	300		299,648	0,074
	10 Hz	300		299,969	0,075
	45 Hz	300		300,018	0,030
	1 kHz	300		300,048	0,030
	5 kHz	300		300,013	0,030
	10 kHz	300		300,016	0,030
3,29999 V	9,5 Hz	3	V	2,99558	0,00075
	10 Hz	3		2,99971	0,00075
	45 Hz	3		3,00021	0,00030
	1 kHz	3		3,00041	0,00030
	5 kHz	3		3,00016	0,00030
	10 kHz	3		3,00011	0,00030





INTI



Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación

OT N° 222_0001122 Parcial 2 y Final
Página 9

Tabla 7
Corriente eléctrica alterna medida en los bornes de salida Auxiliar.

Rango	Frecuencia	Valor nominal	Valor medido	Incertidumbre (k=2)	Resistencia de carga (Ω)
329,99 μA	1 kHz	33	33,0000	0,0066	1000
	10 kHz	33	33,0191	0,0066	
	45 Hz	190	189,977	0,038	
	1 kHz	190	189,994	0,028	
	10 kHz	190	189,974	0,038	
	10 Hz	329	328,926	0,099	
	45 Hz	329	328,982	0,066	
	1 kHz	329	329,013	0,066	
	5 kHz	329	328,973	0,066	
	10 kHz	329	328,977	0,066	
3,29999 mA	1 kHz	0,33	0,329440	0,000066	100
	10 kHz	0,33	0,327364	0,000066	
	1 kHz	1,9	1,89997	0,00029	
	10 kHz	1,9	1,89591	0,00038	
	10 Hz	3,29	3,28942	0,00099	
	45 Hz	3,29	3,28994	0,00049	
	1 kHz	3,29	3,29002	0,00049	
	5 kHz	3,29	3,28765	0,00049	
32,9999 mA	10 kHz	3,29	3,28300	0,00066	10
	1 kHz	3,3	3,29925	0,00066	
	5 kHz	3,3	3,29876	0,00066	
	1 kHz	19	18,9992	0,0038	
	10 kHz	19	18,9916	0,0038	
	10 Hz	32,9	32,8926	0,0099	
	45 Hz	32,9	32,8980	0,0033	
	1 kHz	32,9	32,9005	0,0033	
	5 kHz	32,9	32,8960	0,0033	
	10 kHz	32,9	32,8932	0,0066	



Tabla 7 (continuación)
Corriente eléctrica alterna medida en los bornes de salida Auxiliar.

Rango	Frecuencia	Valor nominal	Valor medido		Incertidumbre (k=2)	Resistencia de carga (Ω)	
329,999 mA	1 kHz	33	mA	32,9959	mA	0,0049	10
	5 kHz	33		32,9984		0,0066	
	1 kHz	190		189,991		0,010	
	10 kHz	190		189,951		0,010	1,6
	10 Hz	329		328,932		0,099	
	45 Hz	329		328,987		0,033	
	1 kHz	329		329,008		0,033	
	5 kHz	329		328,969		0,033	
	10 kHz	329		328,964		0,033	
2,2 A	1 kHz	0,33	A	0,330055	A	0,000066	0,04
	5 kHz	0,33		0,330235		0,000066	
	45 Hz	2,19		2,18973		0,00066	
	1 kHz	2,19		2,18971		0,00066	
	5 kHz	2,19		2,18982		0,00088	
11 A	500 Hz	2,2	A	2,20011	A	0,00066	0,04
	1 kHz	2,2		2,20008		0,00066	
	45 Hz	11		10,9993		0,0022	
	500 Hz	11		10,9983		0,0022	
	1 kHz	11		10,9978		0,0022	



Tabla 8
Capacidad a dos terminales en los bornes de salida Normal.

Rango	Valor nominal	Frecuencia de medición	Valor medido	Incertidumbre (k=2)
0,3999 nF	0,35	1 kHz	0,3509	0,0018
	0,48		0,4808	0,0024
1,0999 nF	0,6		0,6010	0,0030
	1		1,0009	0,0020
3,2999 nF	1,2		1,2013	0,0024
	3		2,9947	0,0060
10,999 nF	3,3		3,2962	0,0066
	10,9		10,881	0,022
32,999 nF	12		11,980	0,024
	30		30,001	0,060
	33	33,00	0,07	
109,99 nF	109	109,00	0,22	
329,99 nF	120	120,00	0,24	
	300	299,98	0,75	
1,0999 µF	330	100 Hz	330,03	0,92
	1,09	µF	1,0898	µF 0,0027

Tabla 9
Frecuencia medida en los bornes de salida Normal.

Rango	Tensión de salida	Frecuencia nominal	Valor medido	Incertidumbre (k=2)
3,29999 V	3 V	119 Hz	118,99916	0,00012
		120 Hz	119,99992	0,00012
		1000 Hz	999,9982	0,0010
		100 kHz	99,99986	0,00010

Tabla 10
Simulador de termopares.

Tipo de termopar	Referencia interna de temperatura	Valor nominal (°C)	Valor equivalente (mV)	Valor medido (mV)	Incertidumbre (k=2) (mV)
10 µV/°C	Desactivada	0	0	-0,0003	0,002
		100	1	0,9999	0,001
		-100	-1	-1,0001	0,001
		1000	10	9,9999	0,001
		-1000	-10	-10,0000	0,001
		10000	100	99,9998	0,002
		-10000	-100	-99,9994	0,002

Tabla 11
Indicador de termopares.

Tipo de termopar	Referencia interna de temperatura	Valor de entrada (mV)	Valor nominal (°C)	Valor medido (mV)	Incertidumbre (k=2) (mV)
10 μ V/°C	Desactivada	0	0,000	-0,000	0,002
		100	10000,0	100,000	0,002
		-100	-10000,0	-100,000	0,002

Incertidumbre de medición

La incertidumbre de medición expandida informada fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cubrimiento $k=2$, lo que corresponde a un nivel aproximado del 95% bajo distribución normal. Estos valores incluyen la incertidumbre del sistema de referencia y la repetibilidad de las mediciones del instrumento a calibrar. No contiene términos que contemplen su comportamiento a largo plazo.

Observaciones

El 20 de mayo de 2019 se puso en vigencia la modificación del Sistema Internacional de Unidades (SI). En el nuevo sistema las unidades de base cambian sus definiciones refiriéndose, en todos los casos, a constantes de referencia. Como Instituto Nacional de Metrología de la República Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial suscribe al nuevo SI y da a conocer a la industria, a las instituciones científicas y a todos los interesados la información de los cambios a través del siguiente enlace <http://www.inti.gob.ar/metrologia/#cambiosSI>.

En las mediciones eléctricas primarias se asignaron nuevos valores a las constantes utilizadas. En la actualidad

- 1) La constante de Josephson $K_J = 2e/h = 483\,597,848\,416\,984\text{ GHz/V}$
Esto genera que el cambio en el valor de los patrones de tensión de estado sólido (zeners) calibrados con el efecto Josephson anteriores a esa fecha es de $0,107\ \mu\text{V/V}$
- 2) La constante de von Klitzing $R_K = h/e^2 = 25\,812,807\,459\,3045\ \Omega$
Esto genera que el cambio en el valor de los resistores patrones de $10\ \text{k}\Omega$ calibrados en comparación con la resistencia Hall cuántica anteriores a esa fecha es de $0,017\ \mu\Omega/\Omega$

De lo anterior se concluye que a los patrones de tensión calibrados contra el efecto Josephson antes del 20/05/2019 deberá modificarse su valor en $0,107\ \mu\text{V/V}$, de acuerdo a lo que determinan las "CCEM Guidelines for Implementation of the 'Revised SI'" del "Comité Consultivo de Electricidad y Magnetismo del Comité Internacional de Pesas y Medidas".

Para los resistores patrones calibrados antes del 20/05/2019 las "CCEM Guidelines for Implementation of the 'Revised SI'" determinan que no es necesaria ninguna acción hasta la próxima recalibración o medición. Es decir que no deberá modificarse su valor pues la diferencia con el valor actual se encuentra dentro del mejor intervalo de incertidumbre dado por el Departamento de Metrología Cuántica.





INTI



Ministerio de Producción
Presidencia de la Nación

OT N° 222_0001122 Parcial 2 y Final
Página 13

El INTI es el máximo órgano técnico de la República Argentina en el campo de la Metrología. Es función legal del INTI la realización y mantenimiento de los patrones de las unidades de medida, conforme al Sistema Internacional de Unidades (SI), así como su diseminación en los ámbitos de la metrología científica, industrial y legal, constituyendo la cúspide de la pirámide de trazabilidad metrológica en la República Argentina. Los Certificados de Calibración/Medición emitidos por el INTI garantizan la trazabilidad metrológica mediante los patrones nacionales de medida, realizados y mantenidos por el propio INTI.

Asimismo, el INTI es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Patrones-Nacionales de Medida y Certificados de Calibración y Medición (CIPM-MRA), redactado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas, por el cual los institutos nacionales de metrología firmantes reconocen entre sí la validez de sus Certificados de Calibración y de Medición para el alcance cubierto por las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) incluidas en el Apéndice C de dicho acuerdo, el cual se encuentra disponible en <http://kcdb.bipm.org/appendixC/default.asp>.

Las CMCs publicadas en la página mencionada son aceptadas por los demás institutos mediante un complejo procedimiento, que incluye una serie de comparaciones internacionales, por un lado, por evaluaciones de pares periódicas por otro, y se encuentran soportadas por sistemas de gestión de la calidad basados en la norma ISO/IEC 17025 y en la Guía ISO 34 cuando corresponde. A la fecha, el INTI posee cerca de 250 capacidades de medición publicadas en el Apéndice C, vinculadas a los servicios de calibración y medición más relevantes. El proceso de declaración y publicación de nuevas CMCs continúa desarrollándose.

Por otra parte, el INTI, a través de sus diferentes Centros de Investigación, ubicados en diferentes regiones del país, brinda un Servicio Integrado de Calibración/Medición. En los casos en que diferentes centros ofrecen el mismo servicio, los procedimientos de calibración y medición se encuentran armonizados. De esta manera se acuerdan y establecen internamente metodologías armonizadas para el desarrollo de determinaciones similares y se garantiza la equivalencia y compatibilidad de los resultados.

Fin del Certificado

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

Para acceder a la totalidad de los servicios metrológicos que el INTI ofrece en diferentes regiones del país consulte <http://www.inti.gob.ar>