



Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial

SAI
Servicio Argentino
de Interlaboratorios

ENSAYO DE APTITUD

CALIBRACION DE MULTIMETROS

PRM-05/2012

INFORME FINAL – SUPLEMENTO III

Fecha de emisión: 02 de mayo de 2017

El presente documento anula el Informe emitido el 24 de agosto de 2016

INTI


Lic. Fernando Kornblit
Director
Departamento de Metrología
Científica e Industrial
INTI

Instituto Nacional de Tecnología Industrial :: Parque Tecnológico Miguelete
Avenida Gral. Paz 5445 :: Casilla de Correo 157 :: B1650WAB San Martín, Buenos Aires
Teléfono (54.11) 4724 6200 / 300 / 400 :: interno: 6323 :: www.inti.gob.ar :: interlab@inti.gob.ar

LISTA DE PARTICIPANTES	3
1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD	4
4. REFERENCIAS	5
5. RESPONSABILIDADES	5
6. ELEMENTOS ENVIADOS	5
6.1 Elementos de ensayo	5
6.2 Valores de referencia	5
7. RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES	5
8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	6
9. EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LOS PARTICIPANTES	6
ANEXO 1 - Tablas	8
ANEXO 2 - Gráficos	19



INTI



LISTA DE PARTICIPANTES

A & G Quality Technology Metrología

Calle 315 N.° 1374
Ranelagh - Berazategui – Buenos Aires

EDACI S.R.L.

Coronel Lynch 2684
San Justo – Buenos Aires

ENSI S.E.

Ruta Nac. 237 km 1278
Arroyito – Neuquén

Fábrica Argentina de Aviones**“Brig. San Martín” S.A.**

Av. Fuerza Aérea 5500
Córdoba – Córdoba

HITEC S.R.L.

San Blas 2655
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Instrumentación y Control (Omar Nazarov)

Av. Derqui 4077
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

INTI – Córdoba

Av. Velez Sarsfield 1561
Córdoba – Córdoba

Lab. Metrologia del Litoral – UTN Santa Fe

Lavaisse 610
Santa Fe – Santa Fe

LENOR S.R.L.

Fraga 981
Ciudad de Buenos Aires

Mediciones MEYCA de German Ramirez

Rincon 112
Bahía Blanca – Buenos Aires

Sahilices Hnos. S.R.L.

Independencia 206
Villa Constitución - Santa Fe

SICE S.R.L.

Habana 2986 dpto 2
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Ternium Siderar

Planta Gral. Savio
San Nicolas – Buenos Aires

VIDITEC S.A.

Humberto I 2887/89
Ciudad Autónoma de Buenos Aires

INTI

1. OBJETIVO

Los ensayos de aptitud brindan al laboratorio la posibilidad de iniciar acciones de mejora y fomentar la eficacia de sus procesos, y demostrar competencia técnica en la realización de sus ensayos.

El objetivo del presente ensayo de aptitud es mostrar el desempeño individual de los participantes en la calibración de un multímetro digital de 6 ½ Agilent 34401, n° serie: US36076210, inventario INTI:102C000833.

El presente informe detalla el desarrollo del proceso de organización, las metodologías estadísticas aplicadas, la evaluación de los datos y las conclusiones obtenidas.

SUPLEMENTO 3:

El presente informe es un suplemento que anula la emisión del 24 de agosto de 2016.

Se realiza esta nueva versión con modificaciones en el siguiente ítem:

- Se agregaron los datos correspondientes al parámetro En (tabla N°4) para los participantes 3 y 4 en el ítem de medición n°1.

2. ALCANCE

El presente ensayo de aptitud permite a los participantes comparar sus resultados de calibración de un multímetro digital de 6 ½ Agilent 34401 con el obtenido en INTI-Física y Metrología.

3. DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

El INTI preserva la confidencialidad de los participantes mediante la asignación de un código único elegido en forma aleatoria, el cual es sólo conocido por el propio participante. El tratamiento de los resultados y el informe de los mismos se realizan utilizando ese mismo número.

Se informa a cada participante el número que le fue asignado para el presente ensayo de aptitud.

El personal de INTI firma un compromiso de confidencialidad.

4. REFERENCIAS

- ISO/IEC 17043 Conformity assessment — General requirements for proficiency testing.
- ISO 13528 (2005). Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- ISO 5725. Parts 1-6 (1994). Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results.

5. RESPONSABILIDADES

El grupo técnico esta integrado de la siguiente manera:

Coordinador: Lic. Daniela Rodríguez Ierace (INTI – SAI)

Experto técnico: Andrés Torán (INTI – Física y Metrología)

Experto estadístico: Prof. Silvina Forastieri (INTI – SAI)

6. ELEMENTOS ENVIADOS

6.1 Elementos de ensayo

Se hizo circular un multímetro digital de 6 ½ Agilent 34401.

6.2 Valores de referencia

El laboratorio de INTI-Física y metrología realizó 4(cuatro) calibraciones, una inicial, una final y dos intermedias. Como valor de referencia se tomó el promedio de dichas calibraciones ya que no se encontraron diferencias significativas entre ellas. En la tabla 1 del anexo 1 pueden encontrarse dichos valores.

7. RESULTADOS ENVIADOS POR LOS PARTICIPANTES

Los datos enviados por los participantes pueden verse en la Tabla 2 del Anexo 1. En la Tabla 3 del mismo anexo pueden observarse los métodos utilizados por los participantes.

En los gráficos que se encuentran en el Anexo 2 se muestran los valores obtenidos por los participantes y el valor de referencia con sus incertidumbres correspondientes.

8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

Se utilizó como valor de referencia el obtenido por INTI-Física y metrología, junto con su incertidumbre de medición. Los datos correspondientes pueden verse en la tabla 1 del anexo 1.

9. EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LOS PARTICIPANTES

La evaluación del desempeño de los participantes se realizó de acuerdo con los procedimientos aceptados internacionalmente y que se citan en las referencias.

Se utilizó como criterio el cálculo del parámetro E_n ,

$$E_n = \frac{(x_i - x_{ref})}{\sqrt{(U_i^2 + U_{ref}^2)}}$$

Donde:

X_i = Valor informado por el participante

X_{ref} = Valor de referencia. Se utilizó como valor de referencia el obtenido por INTI – Física y Metrología

U_i = Incertidumbre expandida informada por el participante. (k=2)

U_{ref} = Incertidumbre combinada expandida asignada al valor de referencia (k=2)

Considerándose:

$E_n < 1$ satisfactorio

$E_n \geq 1$ no satisfactorio

Los valores de E_n obtenidos pueden observarse en la Tabla 4 del Anexo 1.

10. COMENTARIOS

Se puede observar que el valor del parámetro E_n resultó <1 para el 86% de los resultados enviados por los participantes.

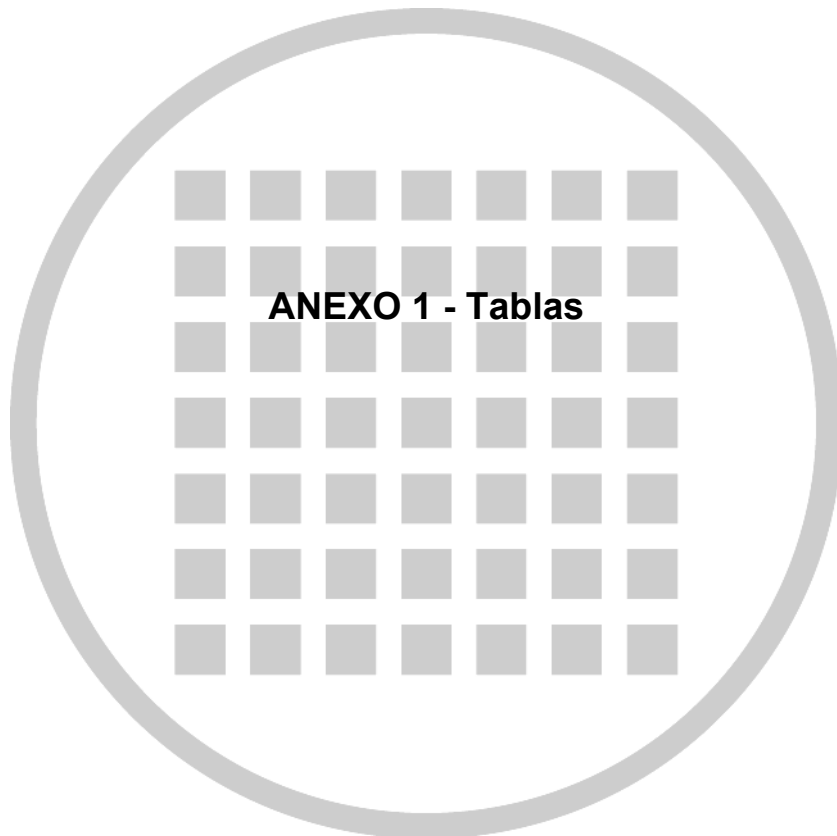
El participante número 3 informa que realizó las mediciones con un patrón de mayor incertidumbre que el instrumento a medir. Asimismo, recomendamos revisar la incertidumbre enviada. El ítem 11 no pudo evaluarse ya que se trataba de otra frecuencia que la solicitada en el protocolo.

El participante n° 4 obtiene valores de $E_n > 1$ en la mayoría de los ítems. Una posible causa podría ser la subestimación de la incertidumbre. Recomendamos al participante revisar la misma.

Al inicio del ejercicio se envió a los participantes un instructivo detallando cómo informar los resultados. Para evitar cualquier inconveniente, recomendamos que en futuros ensayos de aptitud se respeten los lineamientos pautados. Puede observarse que algunos participantes envían los datos sin sus respectivas unidades. En otros casos no se usa un criterio homogéneo para informar cuando no se analiza el ítem (-/ni/na). Por otro lado, es de suma importancia la cantidad de cifras significativas informadas por los participantes, así como también la correcta expresión de incertidumbre.



INTI



INTI

Tabla 1
Valor de referencia

ITEM	FUNCION	RANGO	VALOR NOMINAL	FREC.	VALOR APLICADO	ERROR	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA
1	DCV	0,1 V	0,1 V		100 mV	-0,002 mV	0,001 mV
2	DCV	10 V	10 V		10 V	0,000031 V	0,000008 V
3	DCV	1000 V	1000 V		1000 V	-0,0141 V	0,0032 V
4	DCI	10 mA	10 mA		10 mA	0,000278 mA	0,000058 mA
5	DCI	1 A	1 A		1 A	0,000021 A	0,000017 A
6	ACV	0,1 V	0,1 V	1 kHz	100 mV	-0,058 mV	0,013 mV
7	ACV	10 V	10 V	10 Hz	10 V	-0,0049 V	0,0015 V
8	ACV	10 V	10 V	40 Hz	10 V	-0,0075 V	0,0012 V
9	ACV	10 V	10 V	1 kHz	10 V	-0,0053 V	0,0012 V
10	ACV	10 V	10 V	100 kHz	10 V	0,0081 V	0,0023 V
11	ACI	1 A	1 A	40 Hz	1 A	-0,00065 A	0,00013 A
12	ACI	1 A	1 A	1 kHz	1 A	-0,00048 A	0,00013 A
13	R	100 Ω	100 Ω		100 Ω	0,00295 Ω	0,00085 Ω
14	R	1 kΩ	1 kΩ		1 kΩ	0,000029 kΩ	0,000007 kΩ
15	R	1 MΩ	1 MΩ		1 MΩ	0,000061 MΩ	0,000004 MΩ
16	R	100 MΩ	100 MΩ		100 MΩ	-0,115 MΩ	0,053 MΩ

INTI

Tabla 2
Datos enviados por los participantes

Participante n° 1

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100 mV	99,9995 mV	0,012 mV
2	DCV	10 V	-	10 V	10,00013 V	0,00071 V
3	DCV	1000 V	-	1000 V	999,977 V	0,061 V
4	DCI	10 mA	-	10 mA	10,00055 mA	0,0030 mA
5	DCI	1 A	-	1 A	1,000028 A	0,00030 A
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100 mV	99,9431 mV	0,11 mV
7	ACV	10 V	10 Hz	N/A	N/A	N/A
8	ACV	10 V	40 Hz	N/A	N/A	N/A
9	ACV	10 V	1 kHz	10 V	9,99479 V	0,0061 V
10	ACV	10 V	100 kHz	N/A	N/A	N/A
11	ACI	1 A	40 Hz	N/A	N/A	N/A
12	ACI	1 A	1 kHz	1 A	0,999296 A	0,00090 A
13	R	100 Ω	-	100,0095 Ω	100,0126 Ω	0,0014 Ω
14	R	1 kΩ	-	1,000010 kΩ	1,000051 kΩ	0,000013 kΩ
15	R	1 MΩ	-	0,999993 MΩ	1,000058 MΩ	0,000024 MΩ
16	R	100 MΩ	-	99,9461 MΩ	99,8843 MΩ	0,10 MΩ

Participante n° 2

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	99,9997 mV	100,0004 mV	0,0015 mV
2	DCV	10 V	-	10,00000 V	10,00004 V	0,00007 V
3	DCV	1000 V	-	1000,000 V	999,982 V	0,010 V
4	DCI	10 mA	-	9,99996 mA	10,00026 mA	0,00057 mA
5	DCI	1 A	-	1,00000 A	1,00000 A	0,00010 A
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100,000 mV	99,938 mV	0,018 mV
7	ACV	10 V	10 Hz	10,0007 V	9,9955 V	0,0055 V
8	ACV	10 V	40 Hz	10,0000 V	9,9923 V	0,0008 V
9	ACV	10 V	1 kHz	10,0000 V	9,9946 V	0,0008 V
10	ACV	10 V	100 kHz	9,9995 V	10,0055 V	0,0098 V
11	ACI	1 A	40 Hz	1,00005 A	0,99934 A	0,00066 A
12	ACI	1 A	1 kHz	0,99964 A	0,99898 A	0,00078 A
13	R	100 Ω	-	99,9922 Ω	99,9946 Ω	0,0017 Ω
14	R	1 kΩ	-	0,999929 KΩ	0,999958 kΩ	0,000012 kΩ
15	R	1 MΩ	-	0,999925 MΩ	0,999986 MΩ	0,000019 MΩ
16	R	100 MΩ	-	100,02 MΩ	99,97 MΩ	0,12 MΩ

Tabla 2 (cont.)
Datos enviados por los participantes

Participante n° 3

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100,0018 mV	100,0011 mV	+/- 0,0031 mV
2	DCV	10 V	-	10,00006 V	10,00007 V	+/- 0,00004 V
3	DCV	1000 V	-	-	-	-
4	DCI	10 mA	-	10,00165 mA	10,00040 mA	+/- 0,00041 mA
5	DCI	1 A	-	1,000529 A	1,000689 A	+/- 0,000606 A
6	ACV	100 mV	100 Hz	100,2183 mV	100,1829 mV	+/- 0,0216 mV
7	ACV	10 V	10 Hz	7,12796 V	7,12723 V	+/- 0,00559 V
8	ACV	10 V	40 Hz	7,15071 V	7,14758 V	+/- 0,00102 V
9	ACV	10 V	1 kHz	7,15929 V	7,15527 V	+/- 0,00062 V
10	ACV	10 V	100 kHz	7,21449 V	7,21929 V	+/- 0,00090 V
11	ACI	1 A	50 Hz	1,003904 A	1,003409 A	+/- 0,006295 A
12	ACI	1 A	1 kHz	-	-	-
13	R	100 Ω	-	100,0557 Ω	100,0566 Ω	+/- 0,0011 Ω
14	R	1 kΩ	-	1000,018 Ω	1000,048 Ω	+/- 0,009 Ω
15	R	1 MΩ	-	1,000875 MΩ	1,000886 MΩ	+/- 0,000139 MΩ
16	R	100 MΩ	-	100,2333 MΩ	98,1943 MΩ	+/- 0,6158 MΩ

Participante n° 4

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	99,99962	100,0004	0,00125
2	DCV	10 V	-	10,00001	10,0001	0,00010
3	DCV	1000 V	-	999,998	1000,002	0,0013
4	DCI	10 mA	-	9,99799	9,99796	0,00042
5	DCI	1 A	-	0,9999978	1,000003	0,00041
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100,0180	100,0500	0,018
7	ACV	10 V	10 Hz	10,28054	10,29140	0,0009
8	ACV	10 V	40 Hz	10,32985	10,32440	0,0008
9	ACV	10 V	1 kHz	10,03046	10,02890	0,00092
10	ACV	10 V	100 kHz	10,02215	10,01855	0,0017
11	ACI	1 A	40 Hz	0,999586	0,998778	0,000064
12	ACI	1 A	1 kHz	0,999993	0,999974	0,000036
13	R	100 Ω	-	100,0055	100,0080	0,0016
14	R	1 kΩ	-	1,000068	1,000462	0,000015
15	R	1 MΩ	-	1,000051	1,000146	0,000022
16	R	100 MΩ	-	-	-	(no se realiza)

Tabla 2 (cont.)
Datos enviados por los participantes

Participante n° 5

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100,0057	100,0057	0,0091
2	DCV	10 V	-	10,0003	10,0000	0,0008
3	DCV	1000 V	-	999,997	999,980	0,062
4	DCI	10 mA	-	10,0026	10,0022	0,0081
5	DCI	1 A	-	0,9998	0,9994	0,0011
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100,008	99,946	0,084
7	ACV	10 V	10 Hz	9,999	9,994	0,044
8	ACV	10 V	40 Hz	10,001	9,995	0,011
9	ACV	10 V	1 kHz	10,000	9,995	0,011
10	ACV	10 V	100 kHz	10,002	9,995	0,079
11	ACI	1 A	40 Hz	0,9992	0,9981	0,0017
12	ACI	1 A	1 kHz	0,9998	0,9990	0,0016
13	R	100 Ω	-	100,006	99,992	0,014
14	R	1 kΩ	-	1,00065	1,00053	0,00049
15	R	1 MΩ	-	0,99991	1,00001	0,00014
16	R	100 MΩ	-	99,86	99,96	0,94

Participante n° 6

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100	100,0015	0,0024
2	DCV	10 V	-	10	10,0001	0,00011
3	DCV	1000 V	-	1000	999,983	0,015
4	DCI	10 mA	-	10	10,00039	0,00096
5	DCI	1 A	-	1	0,999952	0,000185
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100	99,9405	0,0175
7	ACV	10 V	10 Hz	10	9,99301	0,00281
8	ACV	10 V	40 Hz	10	9,99224	0,00281
9	ACV	10 V	1 kHz	10	9,99401	0,00162
10	ACV	10 V	100 kHz	10	10,00675	0,00821
11	ACI	1 A	40 Hz	1	0,999397	0,001462
12	ACI	1 A	1 kHz	1	0,999549	0,000462
13	R	100 Ω	-	100	100,0030	0,0137
14	R	1 kΩ	-	1	1,000033	0,000037
15	R	1 MΩ	-	1	1,00006	0,000033
16	R	100 MΩ	-	100	99,9647	0,0937

Tabla 2 (cont.)
Datos enviados por los participantes

Participante n° 8

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	99,9901	99,9901	0,0098
2	DCV	10 V	-	9,99943	9,99951	0,00046
3	DCV	1000 V	-	1000,157	1000,132	0,064
4	DCI	10 mA	-	9,99952	10,00042	0,00808
5	DCI	1 A	-	0,999763	0,999769	0,001270
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100,2116	100,1555	0,1156
7	ACV	10 V	10 Hz	10,00086	9,99637	0,04388
8	ACV	10 V	40 Hz	9,99982	9,99386	0,01039
9	ACV	10 V	1 kHz	10,00198	9,99638	0,01039
10	ACV	10 V	100 kHz	-	-	-
11	ACI	1 A	ni	ni	ni	ni
12	ACI	1 A	ni	ni	ni	ni
13	R	100 Ω	-	100,0035	100,0088	0,0162
14	R	1 kΩ	-	1,000166	1,000190	0,000127
15	R	1 MΩ	-	0,998873	0,998915	0,000127
16	R	100 MΩ	-	-	-	-

Participante n° 9

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100	100,0004	0,0017
2	DCV	10 V	-	10	10,00005	0,00008
3	DCV	1000 V	-	1000	999,982	0,012
4	DCI	10 mA	-	10	10,00015	0,00070
5	DCI	1 A	-	1	1,000015	0,000125
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100	99,9359	0,0215
7	ACV	10 V	10 Hz	10	9,99519	0,00701
8	ACV	10 V	40 Hz	10	9,99221	0,00092
9	ACV	10 V	1 kHz	10	9,99439	0,00092
10	ACV	10 V	100 kHz	10	10,00618	0,00324
11	ACI	1 A	40 Hz	1	0,999344	0,00079
12	ACI	1 A	1 kHz	1	0,999470	0,00079
13	R	100 Ω	-	100,00873	100,0135	0,0020
14	R	1 kΩ	-	0,9999488	0,999992	0,000015
15	R	1 MΩ	-	0,9999699	1,000032	0,000024
16	R	100 MΩ	-	99,99710	99,8166	0,0512

Tabla 2 (cont.)
Datos enviados por los participantes

Participante n° 10

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100 mV	99,9984	0,015 mV
2	DCV	10 V	-	10 V	10,00000	0,035 V
3	DCV	1000 V	-	1000 V	999,986	1,0 V
4	DCI	10 mA	-	10 mA	10,00015	0,0030 mA
5	DCI	1 A	-	1 A	1,000202	0,00040 A
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100 mV	99,9451	0,12 mV
7	ACV	10 V	10 Hz	10 V	9,94189	0,020 V
8	ACV	10 V	40 Hz	10 V	9,99018	0,020 V
9	ACV	10 V	1 kHz	10 V	9,99256	0,012 V
10	ACV	10 V	100 kHz	10 V	10,00768	0,030 V
11	ACI	1 A	40 Hz	1 A	0,999757	0,0027 A
12	ACI	1 A	1 kHz	1 A	1,000625	0,0015 A
13	R	100 Ω	-	100	100,0077	0,028
14	R	1 kΩ	-	1 k	1,000013	0,00020 k
15	R	1 MΩ	-	-	-	-
16	R	100 MΩ	-	-	-	-

Participante n° 11

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100,0000 mV	100,0000 mV	0,0020 mV
2	DCV	10 V	-	10,00000 V	10,00002 V	0,00009 V
3	DCV	1000 V	-	1000,000 V	999,982 V	0,013 V
4	DCI	10 mA	-	10,0000 mA	10,00001 mA	0,00083 mA
5	DCI	1 A	-	1,00000 A	0,999977 A	0,000160 A
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100,000 mV	99,9400 mV	0,0150 mV
7	ACV	10 V	10 Hz	10,0000 V	9,99327 V	0,00243 V
8	ACV	10 V	40 Hz	10,0000 V	9,99230 V	0,00243 V
9	ACV	10 V	1 kHz	10,0000 V	9,99419 V	0,00140 V
10	ACV	10 V	100 kHz	10,0000 V	10,00397 V	0,00708 V
11	ACI	1 A	40 Hz	1,00000 A	0,999147 A	0,001266 A
12	ACI	1 A	1 kHz	1,00000 A	0,999139 A	0,000400 A
13	R	100 Ω	-	100,0000 Ω	99,9974 Ω	0,0028 Ω
14	R	1 kΩ	-	1,000000 kΩ	1,000017 kΩ	0,000020 kΩ
15	R	1 MΩ	-	1,000000 MΩ	1,000063 MΩ	0,000023 MΩ
16	R	100 MΩ	-	100,0000 MΩ	99,9736 MΩ	0,0355 MΩ

Tabla 2 (cont.)
Datos enviados por los participantes

Participante n° 12

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100,00056 mV	100,0011 mV	±2,8 uV
2	DCV	10 V	-	10,000040 V	10,00007 V	±0,11 mV
3	DCV	1000 V	-	1000,0095 V	999,986 V	± 0,016 V
4	DCI	10 mA	-	10,000181 mA	10,00024 mA	± 0,47 uA
5	DCI	1 A	-	1,0002795 A	1,000119 A	± 0,184 mA
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100,00450 mV	99,9486 mV	± 12,9 uV
7	ACV	10 V	10 Hz	10,006845 V	9,99542 V	± 2,87 mV
8	ACV	10 V	40 Hz	10,002125 V	9,99345 V	± 2,64 mV
9	ACV	10 V	1 kHz	9,999867 V	9,99497 V	± 1,17 mV
10	ACV	10 V	100 kHz	10,012094 V	10,00251 V	± 8,35 mV
11	ACI	1 A	40 Hz	1,0002519 A	0,999736 A	± 1,486 mA
12	ACI	1 A	1 kHz	1,0003891 A	0,999904 A	± 0,854 mA
13	R	100 Ω	-	99,99861 Ω	100,0011 Ω	± 3,4 m Ω
14	R	1 kΩ	-	1,0000248 k Ω	1,000063 k Ω	± 0,026 Ω
15	R	1 MΩ	-	1,0000242 M Ω	1,000098 M Ω	± 31 Ω
16	R	100 MΩ	-	99,93877 M Ω	99,8055 M Ω	± 100,1 k Ω

Participante n° 13

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	100 mV	99,9992 mV	0,0116 mV
2	DCV	10 V	-	10 V	10,00015 V	0,00075 V
3	DCV	1000 V	-	1000 V	999,986 V	0,072 V
4	DCI	10 mA	-	10 mA	9,99986 mA	0,00168 mA
5	DCI	1 A	-	1 A	1,000057 A	0,000421 A
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100 mV	99,9497 mV	0,0924 mV
7	ACV	10 V	10 Hz	10 V	9,99586 V	0,02136 V
8	ACV	10 V	40 Hz	10 V	9,99379 V	0,02136 V
9	ACV	10 V	1 kHz	10 V	9,99544 V	0,00647 V
10	ACV	10 V	100 kHz	10 V	10,00615 V	0,04969 V
11	ACI	1 A	40 Hz	1 A	0,999429 A	0,002771 A
12	ACI	1 A	1 kHz	1 A	0,999553 A	0,001617 A
13	R	100 Ω	-	100	100,0028 Ω	0,0296 Ω
14	R	1 kΩ	-	1 k	1,000058 k Ω	0,000185 k Ω
15	R	1 MΩ	-	1 M	1,000079 M Ω	0,000260 M Ω
16	R	100 MΩ	-	100 M	99,9872 M Ω	0,6192 M Ω

Tabla 2 (cont.)
Datos enviados por los participantes

Participante n° 14

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	99,9994	100,0022	0,0084
2	DCV	10 V	-	10,00000	10,00000	0,00034
3	DCV	1000 V	-	999,996	999,977	0,060
4	DCI	10 mA	-	10,000	10,000	0,002
5	DCI	1 A	-	1,00000	0,99993	0,00040
6	ACV	100 mV	1000 Hz	100,0000	99,9402	0,0808
7	ACV	10 V	10 Hz	10,00000	9,99456	0,02020
8	ACV	10 V	40 Hz	10,00000	9,99277	0,02020
9	ACV	10 V	1 kHz	10,00000	9,99430	0,00532
10	ACV	10 V	100 kHz	10,00000	9,99918	0,04734
11	ACI	1 A	40 Hz	1,000100	0,999403	0,001616
12	ACI	1 A	1 kHz	1,000000	0,999643	0,001502
13	R	100 Ω	-	100,0000	100,0036	0,0278
14	R	1 kΩ	-	1,000000	1,000015	0,000174
15	R	1 MΩ	-	1,000000	1,000064	0,000236
16	R	100 MΩ	-	100,0000	99,9105	0,0723

Participante n° 16

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	Valor aplicado	Valor medido	Incert exp. (k=2)
1	DCV	100 mV	-	99,99936	100,0011	0,0051
2	DCV	10 V	-	9,999810	9,99986	0,0004
3	DCV	1000 V	-	999,9991	999,982	0,018
4	DCI	10 mA	-	9,999697	10,00003	0,00033
5	DCI	1 A	-	1,0000615	1,000096	0,00014
6	ACV	100 mV	1000 Hz	99,99325	99,9620	0,037
7	ACV	10 V	10 Hz	9,992390	9,99450	0,042
8	ACV	10 V	40 Hz	9,998628	9,99524	0,017
9	ACV	10 V	1 kHz	9,999403	9,99623	0,0035
10	ACV	10 V	100 kHz	9,992045	10,00332	0,0035
11	ACI	1 A	40 Hz	1,0001610	0,9997359	0,003
12	ACI	1 A	1 kHz	1,0002703	0,9998804	0,003
13	R	100 Ω	-	99,99429	99,9989	0,0174
14	R	1 kΩ	-	1,0000036	1,000037	0,000016
15	R	1 MΩ	-	0,9999907	1,000059	0,000133
16	R	100 MΩ	-	100,00558	99,9892	0,059

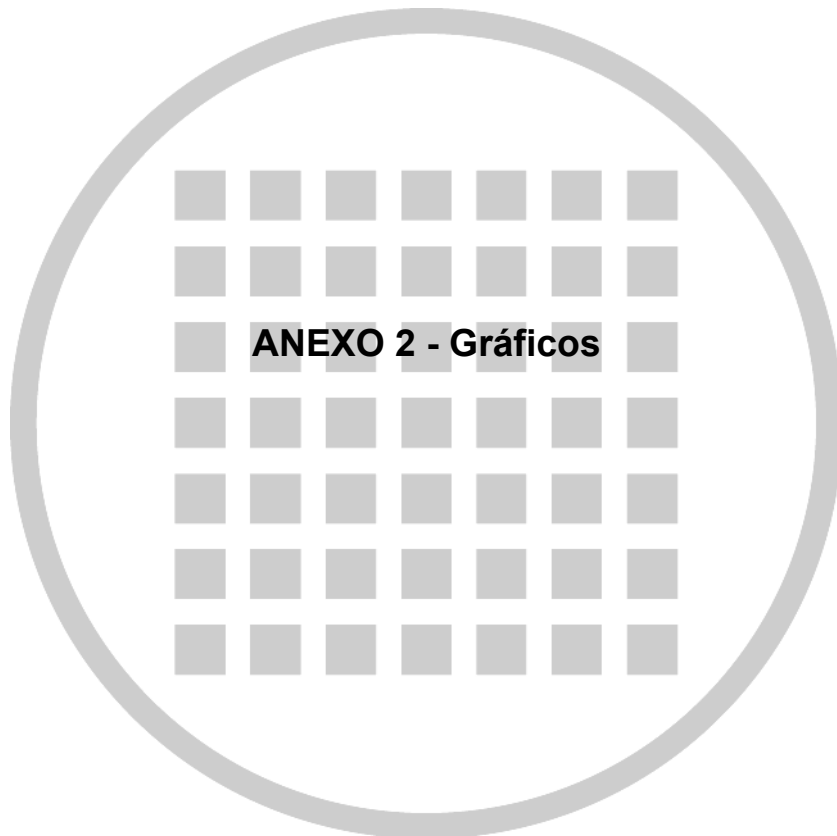
Tabla 3
Métodos utilizados por los participantes

N° Part	Método utilizado
1	Utilización directa de calibradores (Fluke 5100B para las magnitudes DCV, DCI, ACV y ACI; Fluke 5450A para la magnitud R)
2	Comparación con patrones, por aplicación de resistores calibrados y señales generadas por un calibrador multifunción Fluke 5700A, en los puntos solicitados por el cliente.
3	Equipo medidor: multímetro digital HEWLETT PACKARD, modelo 34401A. Equipo generador: multicalibrador Fluke 744.
4	ni
5	Las magnitudes de tensión y corriente fueron aplicadas con un calibrador fluke 5100B cuya salida fue ajustada con la indicación de un multímetro HP34401A y un fluke 8846A. Los valores de resistencias se aplicaron con una caja de décadas.
6	Aplicación de señales con calibrador. Comparación del promedio de las indicaciones del equipo (valor medido), con el valor de referencia dado por el patrón (valor aplicado).
8	ni
9	Se utilizó el método de comparación directa conectando los bornes de salida del patrón con los bornes de entrada del DDM bajo calibración siguiendo el protocolo de trabajo. Patrón de referencia utilizado: calibrador marca Fluke, modelo 5700A.
10	Se generaron para cada función los diferentes valores de referencia utilizando para ello un calibrador patrón. Se realizaron cinco mediciones por cada punto de calibración, a partir de las cuales se determinó la indicación del instrumento. Instrumento: multímetro digital HP 34401A.
11	Comparación de los valores generados por un instrumento patrón con trazabilidad y los valores indicados por el instrumento sometido a evaluación. Se utilizó un sistema de calibración FLUKE 5520A.
12	La calibración se realizó con un Fluke 5500A caracterizado previamente con un multímetro HP3458A, utilizando un accesorio de conmutación denominado Fluke 5500A/EP para interconectarlos. Una vez caracterizado el FLUKE 5500A, se procedió a conectar la unidad bajo prueba al Fluke 5500A mediante el accesorio de conmutación descrito. Tanto el accesorio de conmutación como el Fluke 5500 ^a fueron conectados a la PC mediante puertos IEEE y serie, utilizando el software METCAL para el registro de datos. Las lecturas mostradas por la unidad bajo prueba, fueron cargadas manualmente al software comentado.
13	Se calibró el multímetro por comparación directa con los valores generados con el Fluke 5500A.
14	Se aplicó el método por comparación contra un sistema de referencia.
16	El método de medición empleado es por comparación, se utilizó para el mismo un multímetro patrón HP3458A "Muldig95".

Tabla 4
Valor de E_n

Item n°	Magnitud	Valor	Frecuencia	N° participante													
				1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	16
1	DCV	100 mV	-	0,1	1,4	0,3	1,6	0,2	1,3	0,2	1,1	0,0	0,8	0,8	0,1	0,5	0,7
2	DCV	10 V	-	0,1	0,1	-0,5	0,6	-0,4	0,6	0,1	0,2	0,0	-0,1	0,0	0,2	-0,1	0,0
3	DCV	1000 V	-	-0,1	-0,4	-	5,2	0,0	-0,2	-0,2	-0,3	0,0	-0,3	-0,6	0,0	-0,1	-0,2
4	DCI	10 mA	-	0,1	0,0	-3,7	-0,7	-0,1	0,1	0,1	-0,2	0,0	-0,3	-0,5	-0,2	-0,1	0,2
5	DCI	1 A	-	0,0	-0,2	0,2	0,0	-0,4	-0,4	0,0	-0,1	0,5	-0,3	-1,0	0,1	-0,2	0,1
6	ACV	100 mV	1000 Hz	0,0	-0,2	0,1	4,0	0,0	-0,1	0,0	-0,3	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,7
7	ACV	10 V	10 Hz	-	-0,1	0,7	9,1	0,0	-0,7	0,0	0,0	-2,7	-0,7	-2,0	0,0	0,0	0,2
8	ACV	10 V	40 Hz	-	-0,1	2,8	1,5	0,1	-0,1	0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,4	0,1	0,0	0,2
9	ACV	10 V	1 kHz	0,0	-0,1	1,0	2,5	0,0	-0,3	0,0	-0,2	-0,2	-0,3	0,3	0,1	-0,1	0,6
10	ACV	10 V	100 kHz	-	-0,2	-1,3	-4,1	-0,2	-0,2	-	-0,5	0,0	-0,6	-2,0	0,0	-0,2	0,8
11	ACI	1 A	40 Hz	-	-0,1	0,0	-1,1	-0,3	0,0	-	0,0	0,1	-0,2	0,1	0,0	0,0	0,1
12	ACI	1 A	1 kHz	-0,2	-0,2	-	3,4	-0,2	0,1	-	-0,1	0,7	-0,9	0,0	0,0	0,1	0,0
13	R	100 Ω	-	0,1	0,0	-1,5	-0,3	-1,2	0,0	0,1	0,8	0,2	-1,9	-0,1	0,0	0,0	0,1
14	R	1 k Ω	-	0,8	0,0	3,3	22,3	-0,3	0,1	0,0	0,9	-0,1	-0,6	0,3	0,2	-0,1	0,2
15	R	1 M Ω	-	0,2	0,0	-0,4	1,5	0,3	0,0	-0,2	0,0	-	0,1	0,4	0,1	0,0	0,1
16	R	100 M Ω	-	0,5	0,5	-3,1	-	0,2	0,7	-	-0,9	-	1,4	-0,2	0,2	0,3	1,2

INTI



INTI

Gráfico 1
Datos enviados por los participantes e INTI – 100 mV

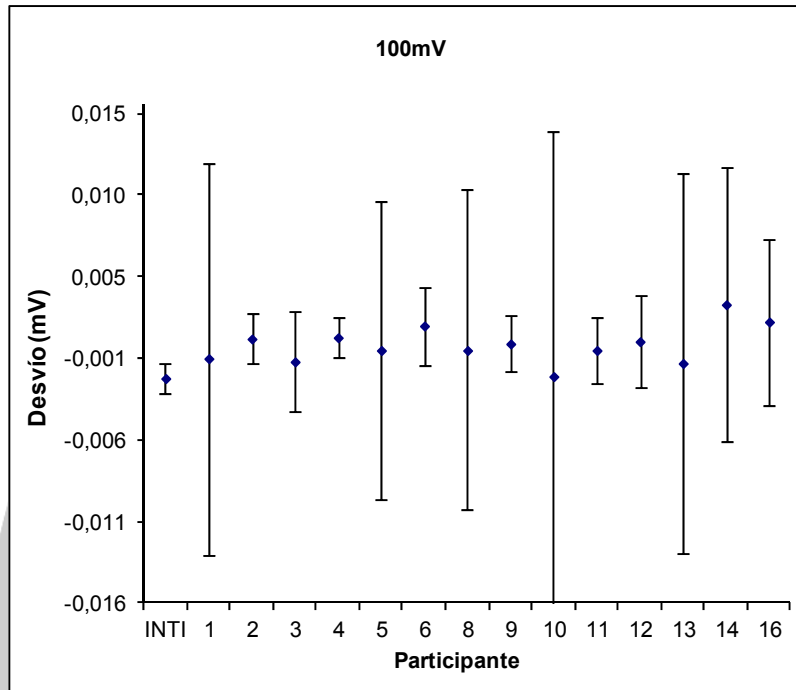


Gráfico 2
Datos enviados por los participantes e INTI – 10 V

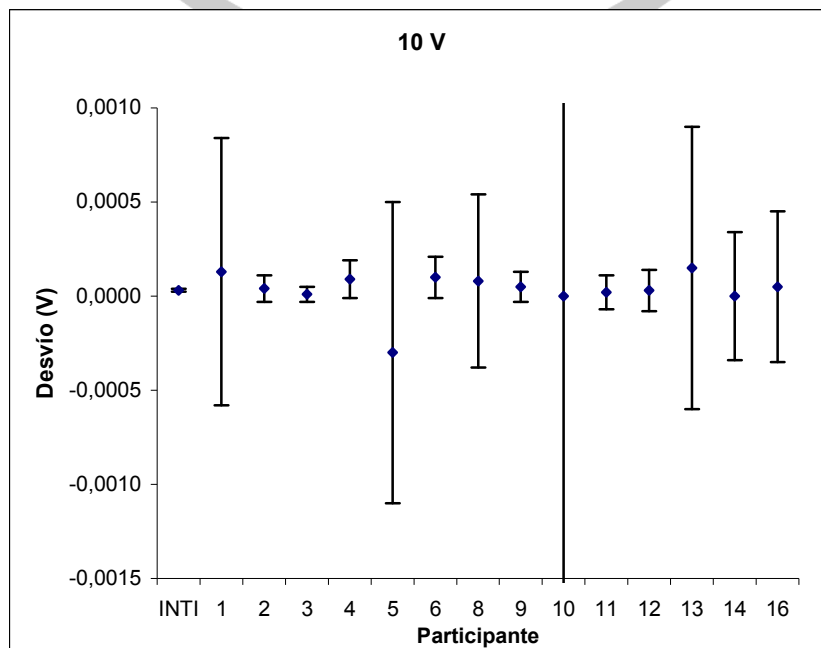


Gráfico 3
Datos enviados por los participantes e INTI – 1000 V

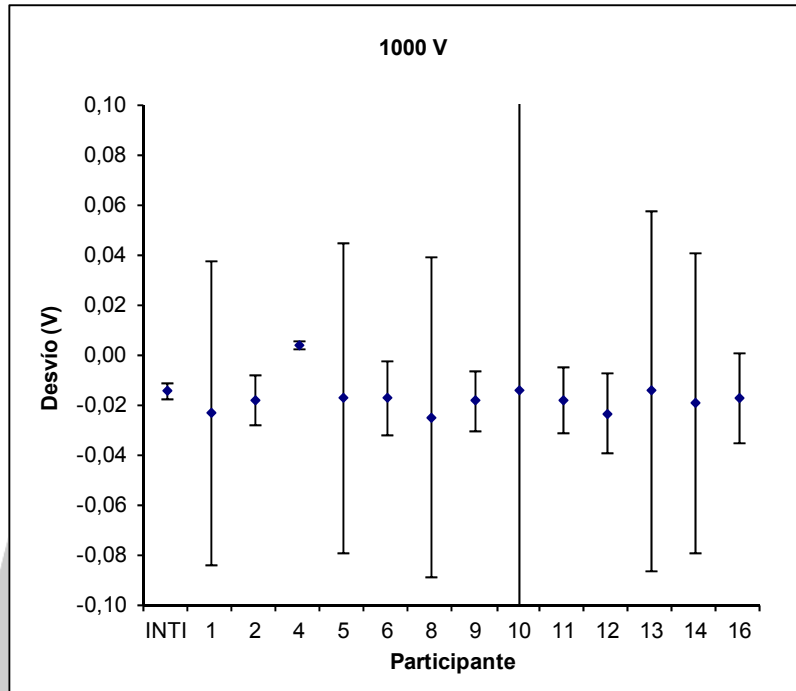


Gráfico 4
Datos enviados por los participantes e INTI – 10 mA

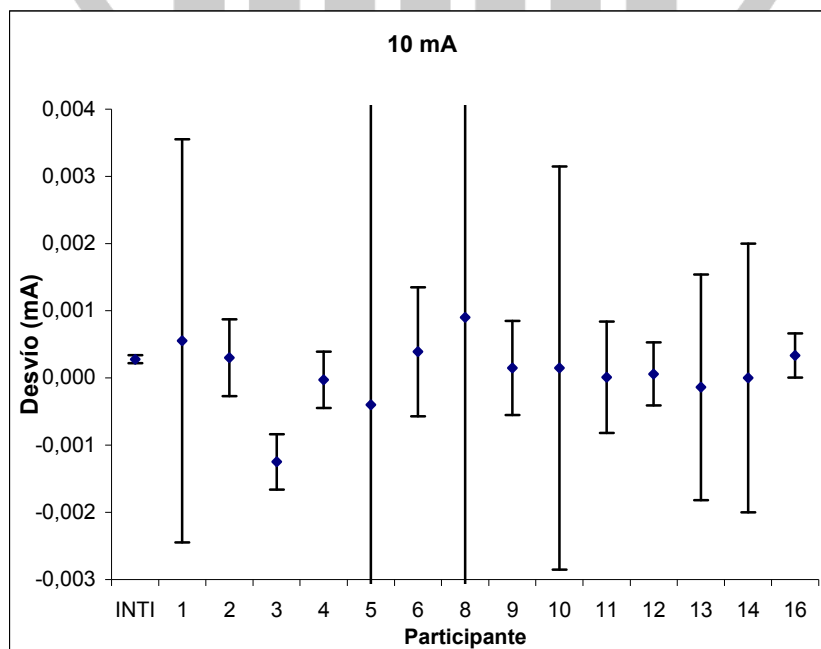


Gráfico 5
Datos enviados por los participantes e INTI – 1 A

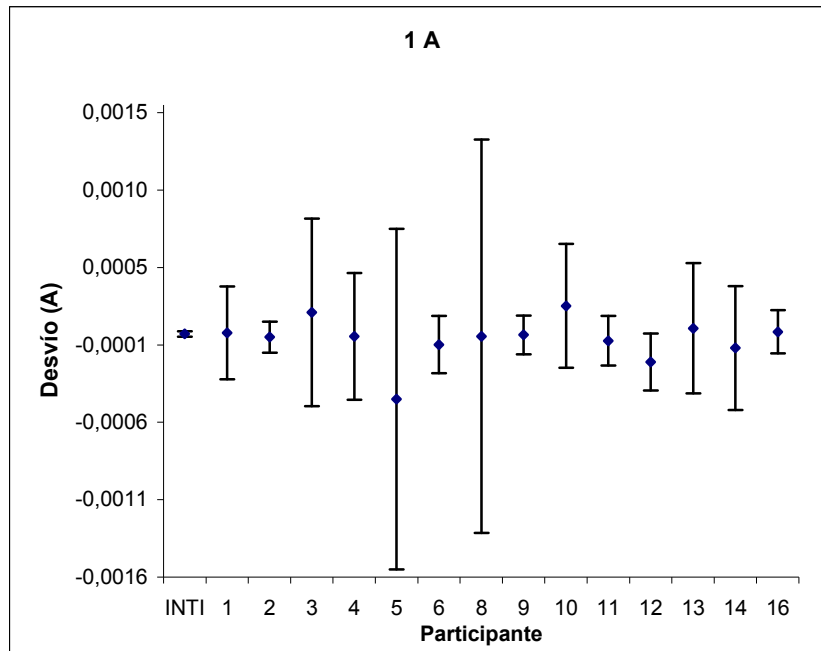


Gráfico 6
Datos enviados por los participantes e INTI – 100 mV @ 1000 Hz

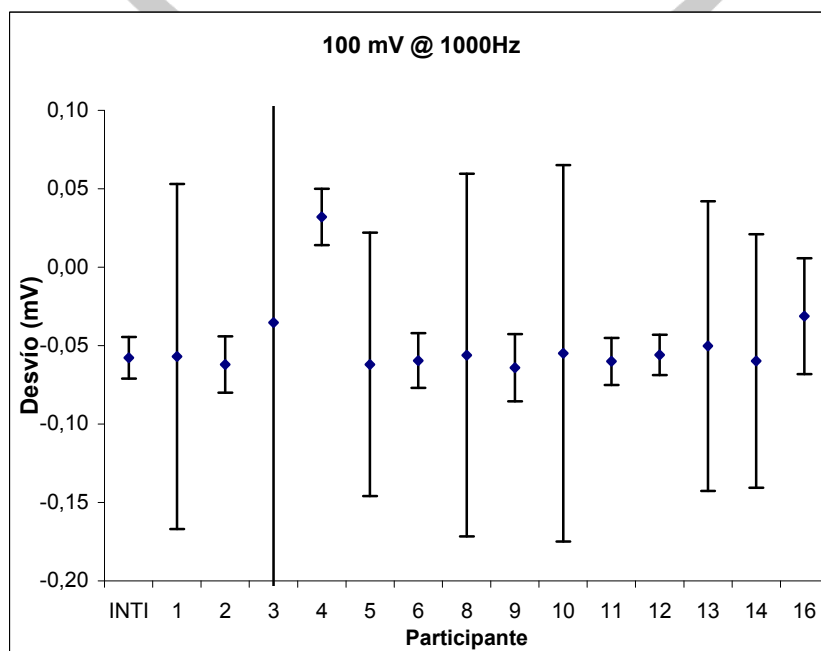


Gráfico 7
Datos enviados por los participantes e INTI – 10 V @ 10 Hz

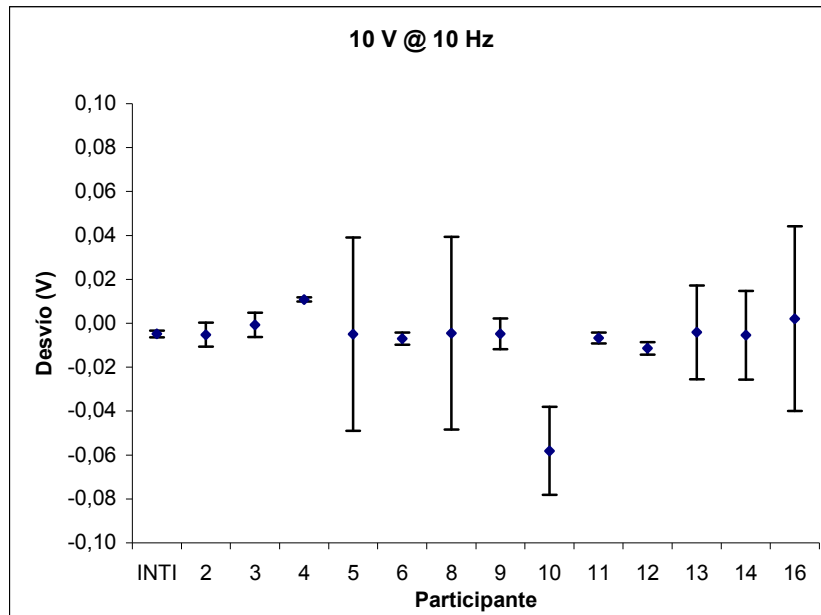


Gráfico 8
Datos enviados por los participantes e INTI – 10 V @ 40 Hz

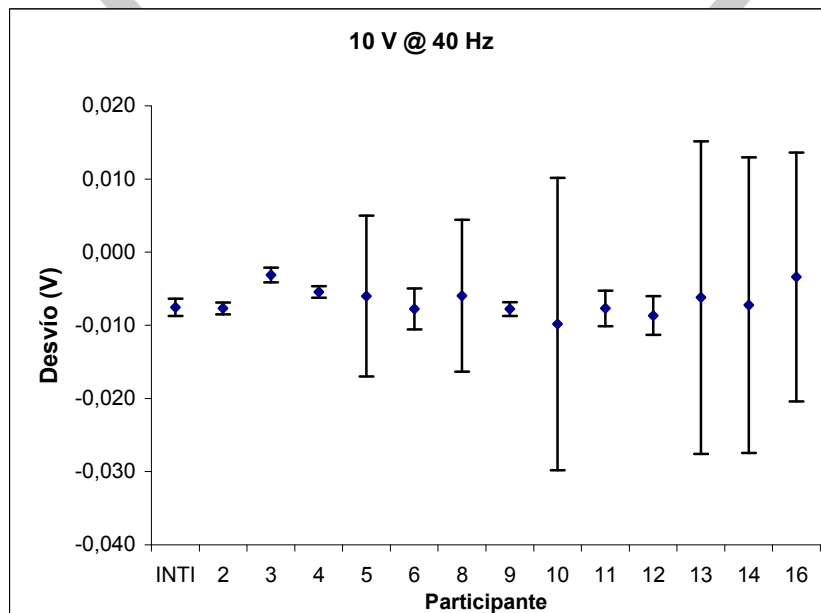


Gráfico 9
Datos enviados por los participantes e INTI – 10 V @ 1 kHz

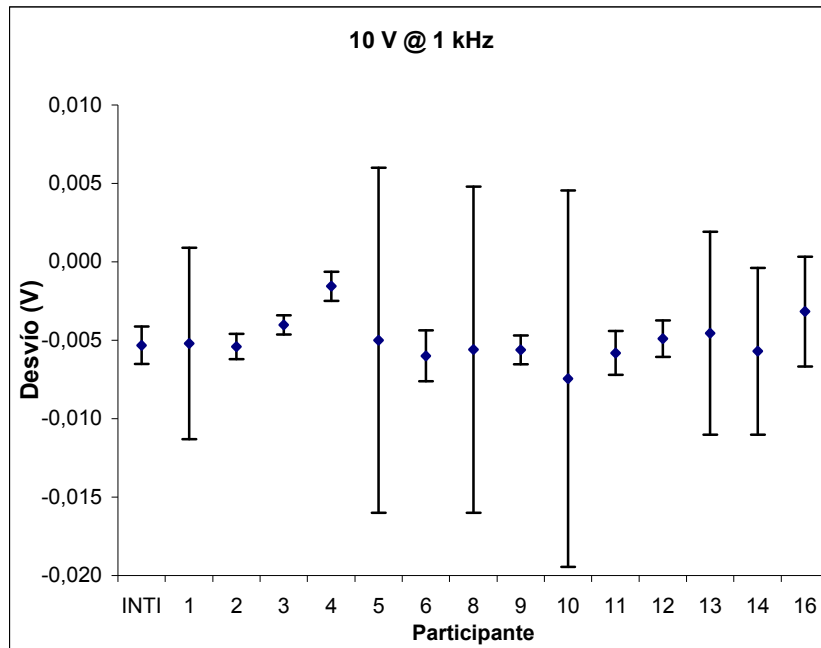


Gráfico 10
Datos enviados por los participantes e INTI – 10 V @ 100 kHz

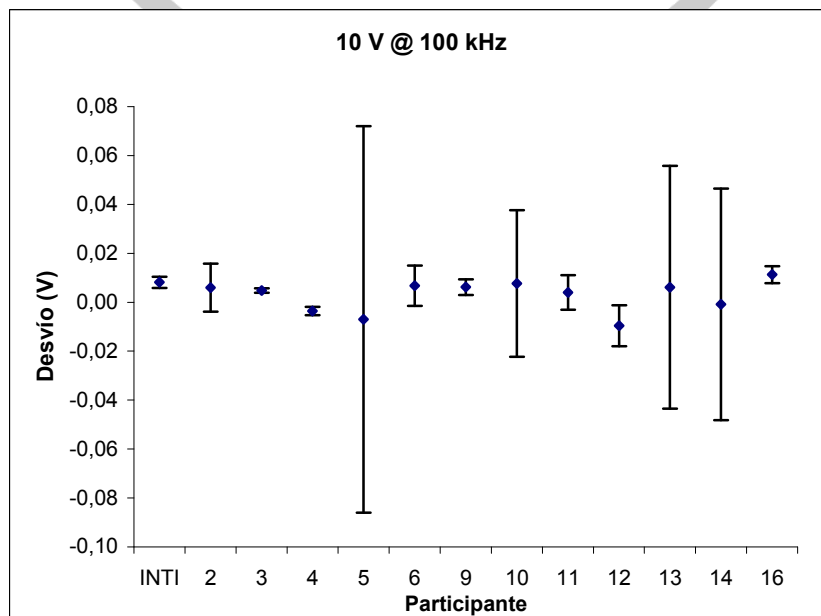


Gráfico 11
Datos enviados por los participantes e INTI – 1 A @ 40 Hz

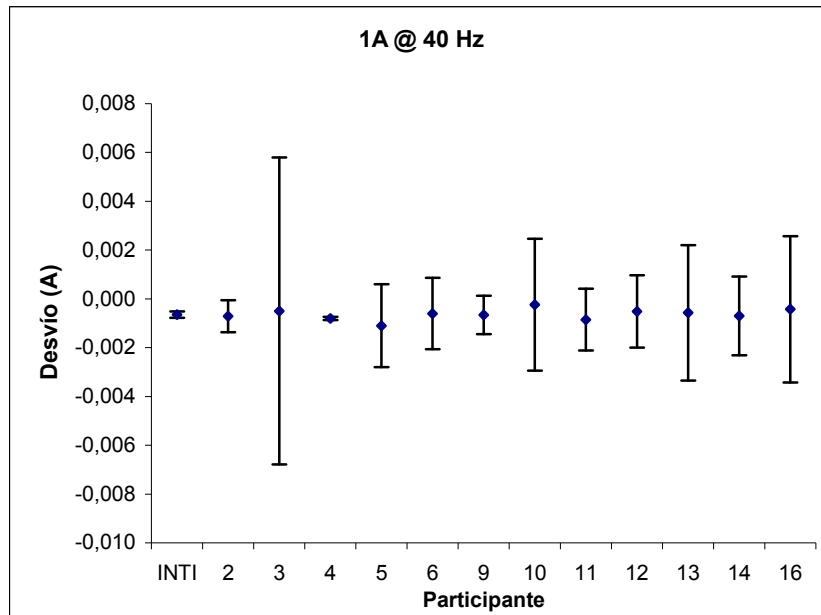


Gráfico 12
Datos enviados por los participantes e INTI – 1A @ 1 kHz

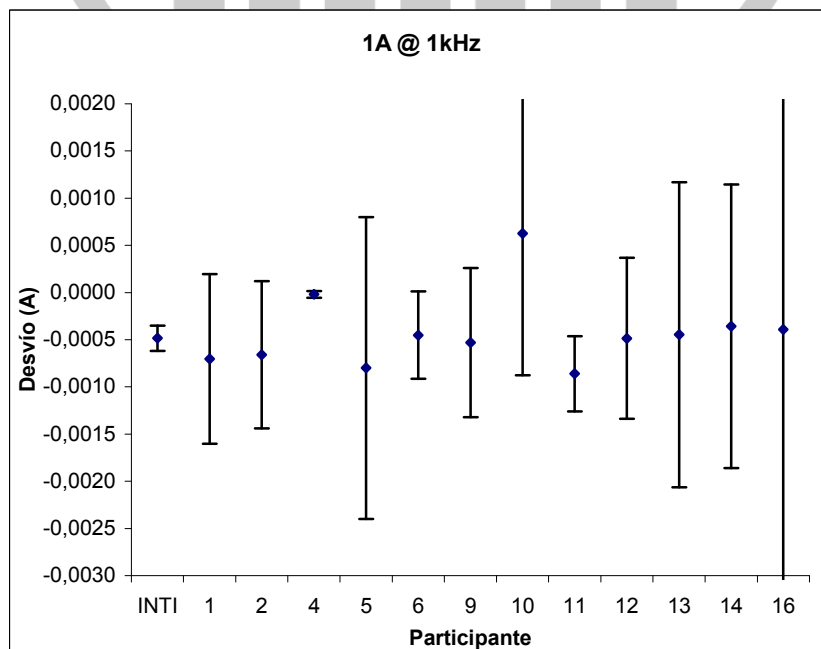


Gráfico 13
Datos enviados por los participantes e INTI – 100 Ω

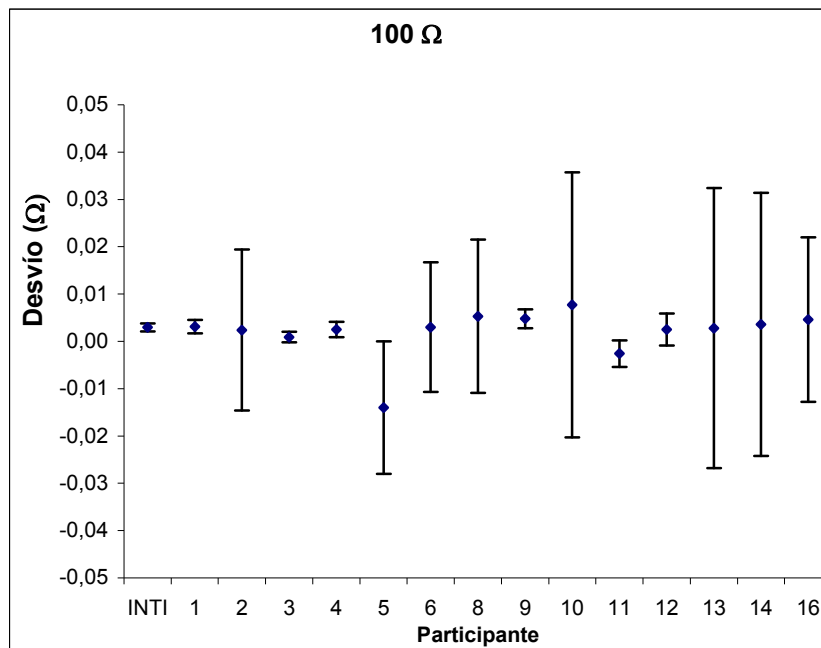
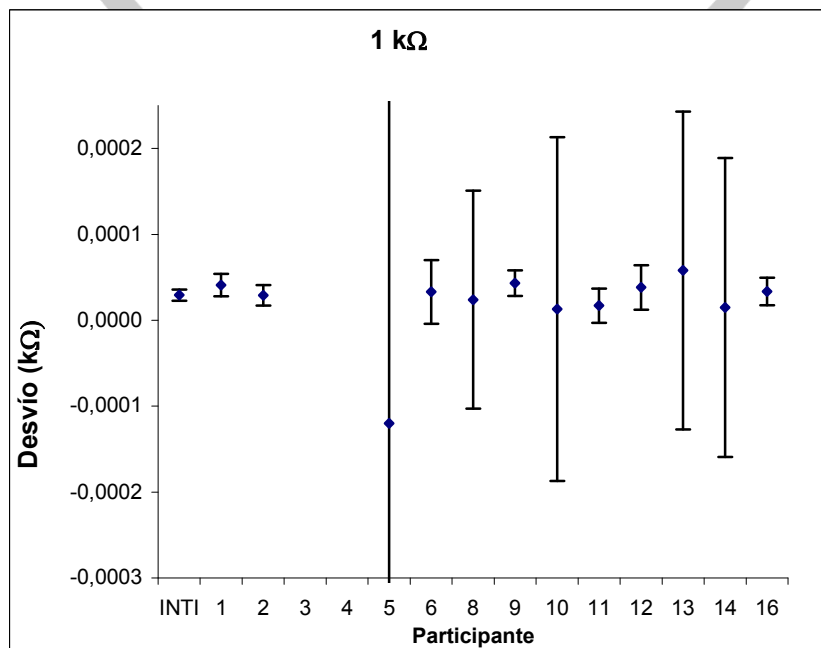


Gráfico 14
Datos enviados por los participantes e INTI – 1 kΩ



Datos que exceden los límites del gráfico

n° part	Valor
3	0,030
4	0,000394

Gráfico 15
Datos enviados por los participantes e INTI – 1 MΩ

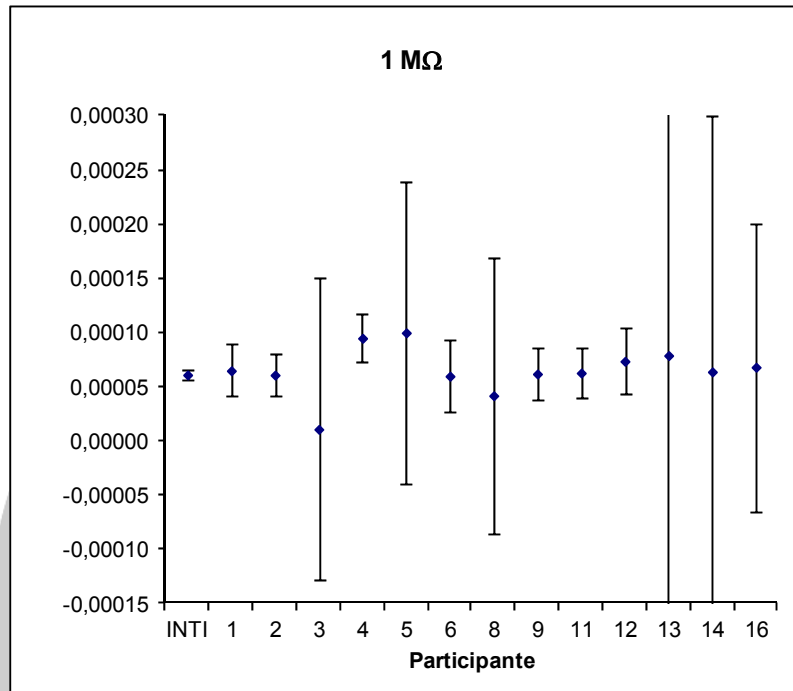
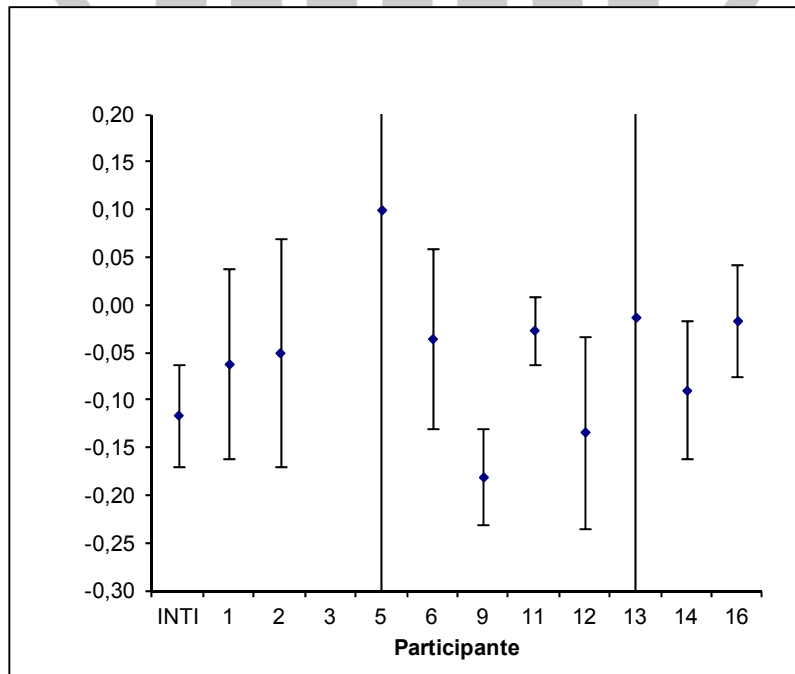


Gráfico 16
Datos enviados por los participantes e INTI – 100 MΩ



Datos que exceden los límites del gráfico

n° part	Valor
3	-2,039