

---

---

---

# Trabajo Práctico de Laboratorio

## Universidad Tecnológica Nacional

### Medidas Electrónicas I

R4052 Año:2023

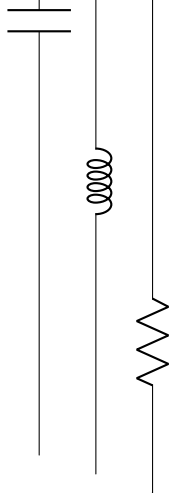
### TPL3: Calibración

#### Profesores:

- Ing. Marinsek Emiliano
- Ing. Perdomo Juan Manuel

#### Integrantes:

- Borello Federico
- Dimaio Agustin
- Manoukian Francisco Tomas
- Mella Camila
- Ronchetti Juan Manuel

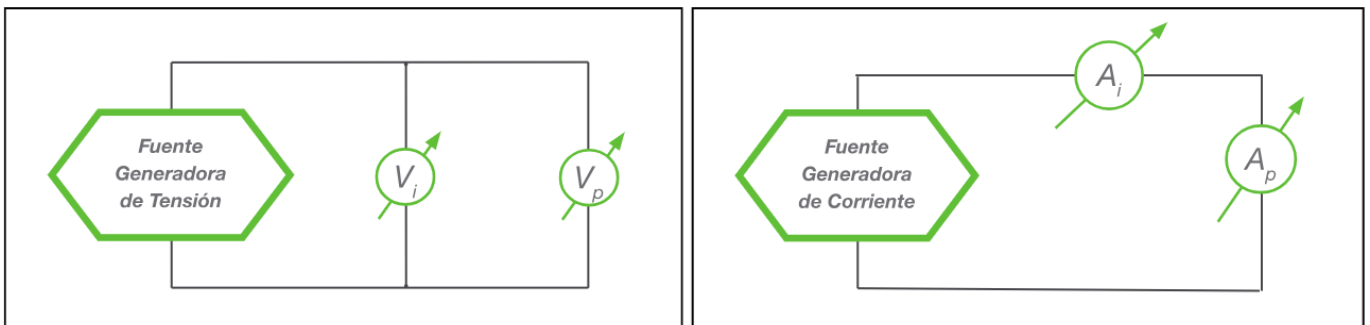


## Objetivo

Calibrar, en tensión y en corriente, un multímetro genérico. Se entiende por calibración, al traspaso de la incertidumbre de un patrón al instrumento a calibrar.

Para ello se proponen varios puntos de calibración que deben ser usados como referencia en todas las escalas del instrumento posibles. Una vez obtenidos los valores y su incertidumbre, evaluar la veracidad de la hoja de datos del equipo calibrado contrastando los valores obtenidos frente al semi rango definido por el fabricante.

Los circuitos a evaluar son los siguientes:



Donde  $V_i$  es el valor indicado por el voltímetro genérico y  $V_p$  es el indicado por el voltímetro patrón.

Donde  $A_i$  es el valor indicado por el amperímetro genérico y  $A_p$  es el indicado por el amperímetro patrón.

## Desarrollo

Para determinar la incertidumbre y la desviación en cada uno de los puntos de calibración utilizados como referencia se utilizará respectivamente:

$$S_i = \left( \frac{e\%}{100} + \frac{2}{V_m \cdot f_c} \right) \cdot V_m \cdot \frac{k}{\sqrt{3}}$$

$$\Delta_i = V_m - V_p$$

### Calibración en tensión

---

#### 1.1

$$S_{1.1} = \left( \frac{0.5}{100} + \frac{2}{0.104 \cdot 1000} \right) \cdot 0.104 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.00291$$

$$\Delta_{1.1} = 0.104 - 0.10463 = -0.00063$$

---

1.2

$$S_{1.2} = \left( \frac{0.5}{100} + \frac{2}{0.1052 \cdot 1000} \right) \cdot 0.1052 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.00292$$

$$\Delta_{1.2} = 0.1052 - 0.10453 = 0.00067$$


---

1.3

N/A: Fuera de rango

1.4

$$S_{1.4} = \left( \frac{0.5}{100} + \frac{2}{0.9 \cdot 10} \right) \cdot 0.9 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.23614$$

$$\Delta_{1.4} = 0.9 - 0.99711 = -0.09711$$


---

1.5

$$S_{1.5} = \left( \frac{0.5}{100} + \frac{2}{9.11 \cdot 100} \right) \cdot 9.11 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.07569$$

$$\Delta_{1.5} = 9.11 - 9.072 = 0.038$$


---

1.6

$$S_{1.6} = \left( \frac{0.5}{100} + \frac{2}{9.0 \cdot 10} \right) \cdot 9.0 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.28291$$

$$\Delta_{1.6} = 9.0 - 9.0639 = -0.0639$$


---

1.7

$$S_{1.7} = \left( \frac{0.5}{100} + \frac{2}{23.9 \cdot 10} \right) \cdot 23.9 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.36894$$

$$\Delta_{1.7} = 23.9 - 24.0056 = -0.10560$$


---

1.8

$$S_{1.8} = \left( \frac{0.8}{100} + \frac{2}{23 \cdot 1} \right) \cdot 23 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 2.52194$$

$$\Delta_{1.8} = 23 - 23.9976 = -0.9976$$


---

## Tabla de resultados calibración en tensión

Tensión										
Referencia	Valor Nominal	Escala	Valor Verdadero	Valor Medido	Punto calibrado	Factor de expansion	Indicacion Instrumento	Incertidumbre	Desviacion	Verifica
1.1	100mv	2000mV	0,10463	0,104	0.1 +- 0.04 V	2	0.5% + 2d	0,00291	-0,00063	Si
1.2		200mV	0,10453	0,1052	0.1 +- 0.005 V	2		0,00292	0,00067	Si
1.3	1V	200mV	1,00306	Fuera de rango				Fuera de rango		
1.4		200V	0,99711	0,9	1.0 +- 0.1 V	2		0,23614	-0,09711	Si
1.5	9V	20V	9,07200	9,11	9.0 +- 0.11 V	2		0,07569	0,03800	Si
1.6		200V	9,06390	9,0	9.0 +- 0.0 V	2		0,28291	-0,06390	Si
1.7	24V	200V	24,00560	23,9	24.0 +- 0.1 V	2	0.8% + 2d	0,36894	-0,10560	Si
1.8		1000V	23,99760	23	24.0 +- 1 V	2		2,52194	-0,99760	Si

## Calibración en corriente

2.1

$$S_{2.1} = \left( \frac{2}{100} + \frac{2}{0.09 \cdot 1000} \right) \cdot 0.09 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.00439$$

$$\Delta_{2.1} = 0.09 - 0.001 = 0.089$$

2.2

$$S_{2.2} = \left( \frac{1.2}{100} + \frac{2}{1.47 \cdot 1000} \right) \cdot 1.47 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.02268$$

$$\Delta_{2.2} = 1.47 - 0.001 \cdot 1000 = 0.47$$

2.3

N/A: Fuera de rango

2.4

$$S_{2.4} = \left( \frac{1.2}{100} + \frac{2}{14.76 \cdot 1000} \right) \cdot 14.76 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.20684$$

$$\Delta_{2.4} = 14.76 - 0.01 \cdot 1000 = 4.76$$

2.5

$$S_{2.5} = \left( \frac{2}{100} + \frac{2}{0.08 \cdot 1000} \right) \cdot 0.08 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0.00416$$

$$\Delta_{2.5} = 0.08 - 0.1 = -0.02010$$

2.6

$$S_{2.6} = \left( \frac{1.4}{100} + \frac{2}{102.5 \cdot 1000} \right) \cdot 102.5 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.65935$$

$$\Delta_{2.6} = 102.5 - 0.09983 \cdot 1000 = 2.67$$

## Tabla de resultados calibración en corriente

Corriente										
Referencia	Valor Nominal	Escala	Valor Verdadero	Valor Medido	Punto calibrado	Factor de expansion	Indicacion Instrumento	Incertidumbre	Desviacion	Verificacion
2.1	1mA	20A	0,00100	0,09000	1.0 +- 0.01 mA	2	2% + 2d	0,00439	0,08900	Si
2.2		20mA	0,00100	1,47000	1.0 +- 0.47 mA	2		0,02268	0,47000	Si
2.3	10mA	2mA	0,01000	Fuera de rango			1.2% + 2d	Fuera de rango		
2.4		20mA	0,01000	14,76000	10 +- 4.76 mA	2		0,20684	4,76000	Si
2.5	100mA	20A	0,10010	0,08000	100 +- 20 mA	2	2% + 2d	0,00416	-0,02010	Si
2.6		200mA	0,09983	102,50000	100 +- 2.5 mA	2	1.4% + 2d	1,65935	2,67000	Si

## Conclusiones

Se concluye que la experiencia fue exitosa: se pudo verificar la concordancia entre el semi rango indicado por el fabricante del instrumento a calibrar y la incertidumbre obtenida a partir de los valores medidos obtenidos en la práctica de laboratorio.