

---

---

---

**Trabajo Práctico de Laboratorio**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Medidas Electrónicas I**  
R4052    Año:2023

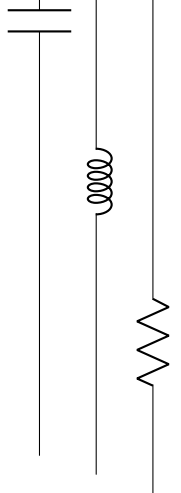
**TPL7: Métodos de Comparación**

**Profesores:**

- Ing. Marinsek Emiliano
- Ing. Perdomo Juan Manuel

**Integrantes:**

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



## Objetivo

En esta practica, se buscó utilizar las resistencias calibradas en la practica anterior para calibrar otras 3 resistencias de orden similar, aplicando el método de comparación.

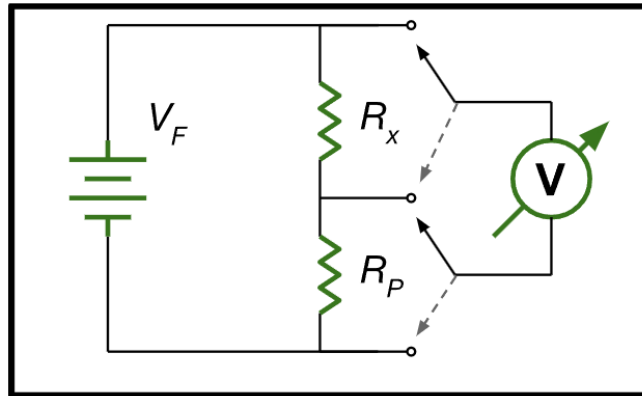
## Instrumental empleado

Voltimetro:

- UT61E
- $R_V = 10 M\Omega$
- $4\frac{1}{2}$ , 0,2% + 2d

## Introduccion teorica

El metodo de comparacion permite la medicion de resistencia con practicamente nulo error de metodo. Para ello se requiere una resistencia patron de valor y error conocido, y la configuracion circuital es la siguiente:



Del circuito anterior, y tomando la resistencia del voltimetro tendiendo a infinito y la resistencia de fuente tendiendo a cero, el valor de la resistencia  $R_x$  resulta:

$$R_x = R_p \cdot \frac{V_x}{V_p}$$

## Patrones de la practica anterior

A continuacion se presentan los resultados de las mediciones en la practica anterior, los cuales se tomaron como resistencias patron para la presente:

$$R_{10} = (9,90 \pm 0,10)\Omega \quad k_{95\%} = 2$$

$$R_{10k} = (9900 \pm 93)\Omega \quad k_{95\%} = 2$$

$$R_{1M} = (1057 \pm 21)k\Omega \quad k_{95\%} = 2$$

## Inicializacion de bibliotecas

```
In [10]: # Biblioteca pandas para visualizar los datos
import pandas as pd
import numpy as np
import sympy as sp
import math as m

pd.set_option('display.max_rows', None)

n=3
k =2
erv = 0.2
n_er = 2

Rp_10 = 9.9
Rp_10k = 9900
Rp_1M = 1057000

ur_Rp_10 = 0.1 / (k * Rp_10)
ur_Rp_10k = 93 / (k * Rp_10k)
ur_Rp_1M = 21000 / (k * Rp_1M)
```

## Desarrollo

### Mediciones tomadas

Al buscarse valores del mismo orden de las resistencias patron para medir, se eligieron resistencias de  $22\Omega$ ,  $22k\Omega$  y  $1M\Omega$ .

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos en el laboratorio:

```
In [5]: datos = pd.read_excel("./Mediciones/TP7.xlsx")

datos
```

Out[5]:

	Resistencia	Fuente [V]	Rp	Med	Vx	Vp	Rx
0	22	1	9.9	1	0.728	0.330	2.184000e+01
1	22	1	9.9	2	0.729	0.331	2.180393e+01
2	22	1	9.9	3	0.730	0.331	2.183384e+01
3	22k	1	9900.0	1	0.794	0.360	2.183500e+04
4	22k	1	9900.0	2	0.793	0.360	2.180750e+04
5	22k	1	9900.0	3	0.794	0.360	2.183500e+04
6	1M	1	1057000.0	1	0.546	0.551	1.047408e+06
7	1M	1	1057000.0	2	0.546	0.551	1.047408e+06
8	1M	1	1057000.0	3	0.545	0.551	1.045490e+06

## Calculos

```
In [15]: Vx_22 = [0.728, 0.729, 0.730]
Vp_22 = [0.330, 0.331, 0.331]

Vxa_22 = np.average(Vx_22)
Vpa_22 = np.average(Vp_22)
R22 = Rp_10 * Vxa_22/Vpa_22
print("R22 = ", R22)

ua_Vx22 = ( 1/m.sqrt(n) * np.std(Vx_22) )
ua_Vp22 = ( 1/m.sqrt(n) * np.std(Vp_22) )

ub_Vx22 = ( 1/m.sqrt(3) * Vxa_22 * (erv/100 + n_er/729) )
ub_Vp22 = ( 1/m.sqrt(3) * Vpa_22 * (erv/100 + n_er/331) )

ur_Vx22 = m.sqrt(ua_Vx22**2 + ub_Vx22**2) / Vxa_22
ur_Vp22 = m.sqrt(ua_Vp22**2 + ub_Vp22**2) / Vpa_22

U_R_22 = m.sqrt(ur_Vx22**2 + ur_Vp22**2 + ur_Rp_10**2) * R22 * k
print("U_R_22 = ", U_R_22)

R22 = 21.825907258064518
U_R_22 = 0.3256757041210024
```

```
In [17]: Vx_22k = [0.794, 0.794, 0.793]
Vp_22k = [0.360, 0.360, 0.360]

Vxa_22k = np.average(Vx_22k)
Vpa_22k = np.average(Vp_22k)
R22k = Rp_10k * Vxa_22k/Vpa_22k
print("R22k = ", R22k)

ua_Vx22k = ( 1/m.sqrt(n) * np.std(Vx_22k) )
ua_Vp22k = ( 1/m.sqrt(n) * np.std(Vp_22k) )

ub_Vx22k = ( 1/m.sqrt(3) * Vxa_22k * (erv/100 + n_er/794) )
ub_Vp22k = ( 1/m.sqrt(3) * Vpa_22k * (erv/100 + n_er/360) )

ur_Vx22k = m.sqrt(ua_Vx22k**2 + ub_Vx22k**2) / Vxa_22k
ur_Vp22k = m.sqrt(ua_Vp22k**2 + ub_Vp22k**2) / Vpa_22k

U_R_22k = m.sqrt(ur_Vx22k**2 + ur_Vp22k**2 + ur_Rp_10k**2) * R22k * k
print("U_R_22k = ", U_R_22k)

R22k = 21825.833333333332
U_R_22k = 302.47398745246
```

```
In [18]: Vx_1M = [0.546, 0.546, 0.545]
Vp_1M = [0.551, 0.551, 0.551]

Vxa_1M = np.average(Vx_1M)
Vpa_1M = np.average(Vp_1M)
R1M = Rp_1M * Vxa_1M/Vpa_1M
print("R1M = ", R1M)

ua_Vx1M = ( 1/m.sqrt(n) * np.std(Vx_1M) )
ua_Vp1M = ( 1/m.sqrt(n) * np.std(Vp_1M) )

ub_Vx1M = ( 1/m.sqrt(3) * Vxa_1M * (erv/100 + n_er/794) )
ub_Vp1M = ( 1/m.sqrt(3) * Vpa_1M * (erv/100 + n_er/360) )

ur_Vx1M = m.sqrt(ua_Vx1M**2 + ub_Vx1M**2) / Vxa_1M
ur_Vp1M = m.sqrt(ua_Vp1M**2 + ub_Vp1M**2) / Vpa_1M

U_R_1M = m.sqrt(ur_Vx1M**2 + ur_Vp1M**2 + ur_Rp_1M**2) * R1M * k
print("U_R_1M = ", U_R_1M)

R1M = 1046768.9050211734
U_R_1M = 23384.382576985055
```

## Resultados

$$R_{22} = (21,83 \pm 0,33)\Omega \quad k_{95\%} = 2$$

$$R_{22k} = (21800 \pm 300)\Omega \quad k_{95\%} = 2$$

$$R_{1M} = (1047 \pm 23)k\Omega \quad k_{95\%} = 2$$

## Conclusiones

Se concluye que se realizó exitosamente la práctica planteada, habiendo calculado valores de resistencias empleando los métodos de Tensión y Corriente Bien Medidas, y posteriormente utilizándolas como resistencias patrón para calcular resistencias de valores similares.