Trabajo Práctico de Laboratorio

Universidad Tecnológica Nacional

Medidas Electrónicas I

R4052 Año:2023

TPL1: Propagación de Incertidumbre

Profesores:

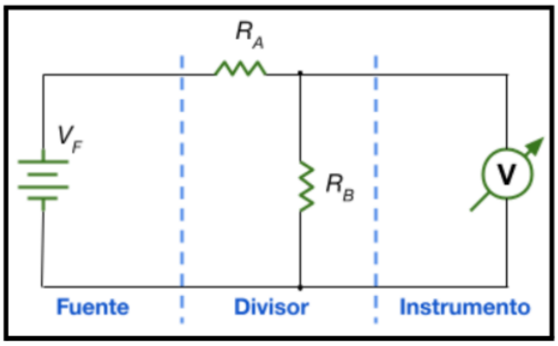
- Ing. Marinsek Emiliano
- Ing. Perdomo Juan Manuel

Integrantes:

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

Objetivo

En esta practica, se pide obtener la salida de tension de un divisor resistivo y su incertidumbre, aplicando 3 metodos distintos. El circuito a evaluar es el siguiente:



En el primer ensayo, se realizara una medicion directa de la tension de salida. Su incertidumbre se calculara como la incertidumbre combinada de la tipo A de la medicion, y la tipo B del voltimetro.

En el segundo ensayo, se realizara una medicion indirecta de la tension de salida, obteniendo su valor a partir del valor de tension de la fuente y los valores de las resistencias:

$$V_B = V_{\mathrm{F}} \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

A los tres se les calcularan sus incertidumbres tipo A y tipo B, y a partir de ellos se obtendra la incertidumbre total de la medicion.

En el tercer ensayo se procederá de manera similar al ensayo 2, pero en este caso se tendran en cuenta unicamente las incertidumbres tipo B provistas por los fabricantes.

Cálculos a realizar

A continuacion se detallan las ecuaciones que se emplearán para obtener los resultados buscados:

Valor mas probable:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$$

Incertidumbre tipo A:

$$u_A(X) = \frac{\sigma(X)}{\sqrt{n}}$$

Incertidumbre tipo B:

$$\Delta X = (\frac{e_{r\%}}{100} + \frac{n}{c})\bar{X}$$

$$u_B(X) = \frac{\Delta X}{\sqrt{3}}$$

Incertidumbre total:

$$u(X) = \sqrt{u_A(X)^2 + u_B(X)^2}$$

Incertidumbre combinada:

$$u_c^2 = \sum_{i=1}^{N} (\frac{\partial f}{\partial x_i})^2 u^2(x_i)$$

Incertidumbre expandida:

$$U = u_c \cdot k$$

Inicializacion de bibliotecas

A continuacion se detallan las bibliotecas utilizadas para los calculos, y las funciones utilizadas para los mismos:

In [64]:

```
import numpy as np
import sympy as sp
from IPython.display import display, Math

def uA(x) -> float:
    return (np.var(x, ddof=1)/(x.size))**(1/2)

def uB(x, err, dig, c) -> float:
    return ((err/100+dig/c)*np.average(x))/3**(1/2)

def uC(uB, uA) -> float:
    return (uA**2 + uB**2)**(1/2)

def all(x, err, dig, c) -> (float):
    A = uA(x)
    B = uB(x,err,dig,c)
    C = uC(A, B)

    return (A, B, C)
```

Especificaciones

A continuacion se detallan las especificaciones de los instrumentos y componentes utilizados:

Especificaciones del multimetro:

- Error medicion de tension: $0.5\% + 2d$
- Error medicion resistencia: $0.8\% + 2d$
- Display: $3\frac{1}{2}$

Especificaciones de la fuente:

- Modelo: HY3005D
- Error display de tension: $1\% + 2d$
- Datasheet: [Enlace (https://www.diverseelectronics.com/upload/documents/Mastech-HY3003.pdf)](https://www.diverseelectronics.com/upload/documents/Mastech-HY3003.pdf)

Especificaciones de los resistores:

- Tolerancia: 5%
- Valores utilizados: $R_A = R_B = 480k\Omega$

Desarrollo

Ensayo numero 1

En este ensayo se realizo la medicion directa de la tension en R_B.

En el siguiente codigo se presentan los datos obtenidos, se calcula el resultado final y su incertidumbre:

In [65]:

```
#Mediciones
VB = np.array([2.48, 2.47, 2.47, 2.48, 2.47])

#Especificaciones:
errV = 0.5
errR = 0.8
dig = 2

#Cuentas
uA_VB, uB_VB, uC_VB = all(VB, errV, dig, 247)
```

Resultados ensayo 1

In [66]:

```
display(Math(fr'\begin{{equation}} V_{{B}} = {round(np.average(VB), 5)} \nonumber \end{{equation}}'))
display(Math(fr'\begin{{equation}} u_{{C}}(\bar{{V_B}}) = {round(uC_VB, 5)} \nonumber \end{{equation}}'))
display(Math(fr'\begin{{equation}} U(\bar{{V_B}}) = u_C(\bar{{V_B}}) \; k_{{95\%}} \Rightarrow  {round(uC_VB * 
display(Math(fr'\begin{{equation}} V_B = {format(np.average(VB), ".4g")} \pm {round(uC_VB  * 2, 3)} \nonumber \
```

$V_B = 2.474$

$u_C(\bar{V_B}) = 0.01887$

$U(\bar{V_B}) = u_C(\bar{V_B}) \; k_{95\%} \Rightarrow 0.03773$

$V_B = 2.474 \pm 0.038$

Ensayo numero 2

En este ensayo se realizo la medicion indirecta de la tension en R_B a partir de calcular el valor de la tension de fuente y el de las resistencias.

En el siguiente codigo se presentan los datos obtenidos, se calcula el resultado final y su incertidumbre:

In [67]:

```
#Mediciones:
RA = np.array([472e3, 473e3, 473e3, 472e3, 473e3])
RB = np.array([465e3, 465e3, 465e3, 465e3, 464e3])
VF = np.array([5.13, 5.13, 5.13, 5.12, 5.12])

#Especificaciones:
errV = 0.5
errR = 0.8
dig = 2

#Cuentas
uA_RA, uB_RA, uC_RA = all(RA, errR, dig, 472)
uA_RB, uB_RB, uC_RB = all(RB, errR, dig, 464)
uA_VF, uB_VF, uC_VF = all(VF, errV, dig, 512)

# Symbolic derivation
R_A, R_B, V_F = sp.symbols('R_A R_B V_F')
V_Rb = V_F *(R_B / (R_A + R_B))

V_Rb_avg = V_Rb.subs([(R_A, np.average(RA)), (R_B, np.average(RB)), (V_F, np.average(VF))])

uC_V_Rb = ( sp.diff(V_Rb, R_A)**2 * uC_RA**2 + sp.diff(V_Rb, R_B)**2 * uC_RB**2 + sp.diff(V_Rb, V_F)**2 * uC_VF
uC_V_Rb_subs = uC_V_Rb.subs([(R_A, np.average(RA)), (R_B, np.average(RB)), (V_F, np.average(VF))])
k = 2
```

Resultados ensayo 2:

In [68]:

```
isplay(Math(fr'\begin{{equation}} V_{{B}} = {sp.latex(V_Rb)} \quad || \quad \bar{{V_B}} = {round(V_Rb_avg, 3)} \
isplay(Math(fr'\begin{{equation}} u_{{C}}(\bar{{V_B}}) = {round(uC_V_Rb_subs, 5)} \nonumber \end{{equation}}'))
isplay(Math(fr'\begin{{equation}} U(\bar{{V_B}}) = u_C(\bar{{V_B}}) \; k_{{95\%}} \Rightarrow  {round(uC_V_Rb_su
isplay(Math(fr'\begin{{equation}} V_B = {format(V_Rb_avg, ".4g")} \pm {round(uC_V_Rb_subs * 2, 3)} \nonumber \en
```

$$V_B = \frac{R_B V_F}{R_A + R_B} \quad || \quad \bar{V_B} = 2.542$$

$$u_C(\bar{V_B}) = 0.01838$$

$$U(\bar{V_B}) = u_C(\bar{V_B}) \; k_{95\%} \Rightarrow 0.03677$$

$$V_B = 2.542 \pm 0.037$$

Ensayo numero 3

En este ensayo se realizo la medicion indirecta de la tension en R_B a partir de calcular el valor de la tension de fuente y el de las resistencias, pero teniendo en cuenta unicamente la incertidumbre provista por el fabricante.

En el siguiente codigo se presentan los datos obtenidos, se calcula el resultado final y su incertidumbre:

In [69]:

```
#Especificaciones:
errV = 0.5
errF = 1
dig = 2

R = 480e3

VF = 5 #(5v) en el display
#Cuentas:
uC_RA = uC_RB = uB_RA = uB_RB = R*(0.05)/np.sqrt(3)
uC_VF = uB(V_F, errF, dig, 500) # Cuentas indicadas == 500

# Symbolic derivation
R_A, R_B, V_F = sp.symbols('R_A R_B V_F')
V_Rb = V_F *(R_B / (R_A + R_B))

V_Rb_avg = V_Rb.subs([(R_A, R), (R_B, R), (V_F, VF)])

uC_V_Rb = ( sp.diff(V_Rb, R_A)**2 * uC_RA**2 + sp.diff(V_Rb, R_B)**2 * uC_RB**2 + sp.diff(V_Rb, V_F)**2 * uC_VF
uC_V_Rb_subs = uC_V_Rb.subs([(R_A, R), (R_B, R), (V_F, VF)])
k = 2
```

Resultados ensayo 3

In [73]:

```
display(Math(fr'\begin{{equation}} V_{{B}} = {sp.latex(V_Rb)} \quad || \quad \bar{{V_B}} = {round(V_Rb_avg, 5)}
display(Math(fr'\begin{{equation}} u_{{C}}(\bar{{V_B}}) = {round(uC_V_Rb_subs, 5)} \nonumber \end{{equation}}')
display(Math(fr'\begin{{equation}} U(\bar{{V_B}}) = u_C(\bar{{V_B}}) \; k_{{95\%}} \Rightarrow  {round(uC_V_Rb_
display(Math(fr'\begin{{equation}} V_B = {format(V_Rb_avg, ".3g")} \pm {round(uC_V_Rb_subs * 2, 2)} \nonumber \
```

$$V_B = \frac{R_B V_F}{R_A + R_B} \quad || \quad \bar{V_B} = 2.50000$$

$$u_C(\bar{V_B}) = 0.05489$$

$$U(\bar{V_B}) = u_C(\bar{V_B}) \; k_{95\%} \Rightarrow 0.10977$$

$$V_B = 2.50 \pm 0.11$$

Conclusiones

Se concluye que fue posible realizar la experiencia planteada, caracterizando la salida de tension de un divisor resistivo y su incertidumbre mediante 3 metodos distintos.

Se observa que los resultados de los ensayos 1 y 2 fueron similares, obteniendo distintos valores mas probables pero incertidumbres practicamente iguales. En el ensayo 3 se observa una incertidumbre mayor que en los anteriores, su valor acercandose al 5% del valor mas probable, cercano a la tolerancia de las resistencias.