

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA

LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I
INFORME No. 2

LEYES DE *KIRCHHOFF*

Estudiante:

Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

Carrera:

Ing. Electromecánica.

Docente:

Ing. Marco Antonio Vallejo Camacho.

Grupo: 3E.


Fecha de entrega: 16 de Abril del 2024.

1. Cálculos previos

Pre-informe

✓ OK

1) Demuestre las ecuaciones de divisor de voltaje y de corriente.

Divisor de voltaje: 

Por ley de voltajes de Kirchhoff:

$$V_T = V_1 + V_2$$

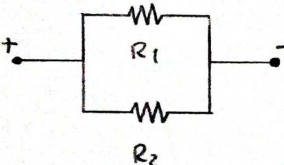
$$V_T = I R_E$$

$$I R_E = I R_1 + I R_2$$

$$R_E = R_1 + R_2$$

$$V_1 = I R_1 = \frac{V_T}{R_E} R_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_T$$

$$V_2 = I R_2 = \frac{V_T}{R_E} R_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_T$$

Divisor de corriente: 

Por ley de corrientes de Kirchhoff:

$$I_T = I_1 + I_2$$

$$I_T = \frac{V}{R_E}$$

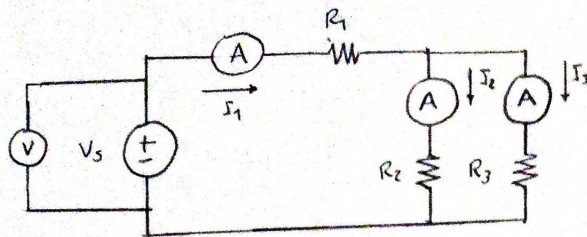
$$\frac{V}{R_E} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow R_E = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{I_T R_E}{R_1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \left(\frac{I_T}{R_1} \right) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_T$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{I_T R_E}{R_2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \left(\frac{I_T}{R_2} \right) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_T$$

2) Resuelva el circuito de la figura. Encuentre los valores I_1 , I_2 e I_3 , además de V_1 , V_2 y V_3 . Verifique la LCK con los resultados obtenidos y regístrelos en la tabla.



$$\begin{aligned} R_1 &= 250 [\Omega] \\ R_2 &= 500 [\Omega] \\ R_3 &= 1 [k\Omega] \\ V &= 120 [V] \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 250 I_1 + 500 I_2 = 120 \\ 250 I_1 + 1000 I_3 = 120 \\ I_1 - I_2 - I_3 = 0 \end{cases} \quad \begin{aligned} I_1 &= 0.206 [A] \\ I_2 &= 0.137 [A] \\ I_3 &= 0.069 [A] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= I_1 R_1 = 51.429 [V] \\ V_2 &= I_2 R_2 = 68.571 [V] \\ V_3 &= I_3 R_3 = 68.571 [V] \\ V_s &= V_1 + V_2 = 120 [V] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCK} \quad I_1 &= I_2 + I_3 \\ 0.206 &= 0.137 + 0.069 \\ 0.206 &= 0.206 \quad \checkmark \end{aligned}$$

3) Realice la simulación del circuito de la figura y registre los resultados en la tabla.

$I_1 = 0.206 [A]$	$V_1 = 51.4 [V]$
$I_2 = 0.137 [A]$	$V_2 = 68.6 [V]$
$I_3 = 0.0686 [A]$	$V_3 = 68.6 [V]$
$V_s = V_1 + V_2 = 120 [V]$	

2. Simulación

Se utilizó el software *Quite Universal Circuit Simulator*. para simular el circuito, este puede verse en la figura (1).

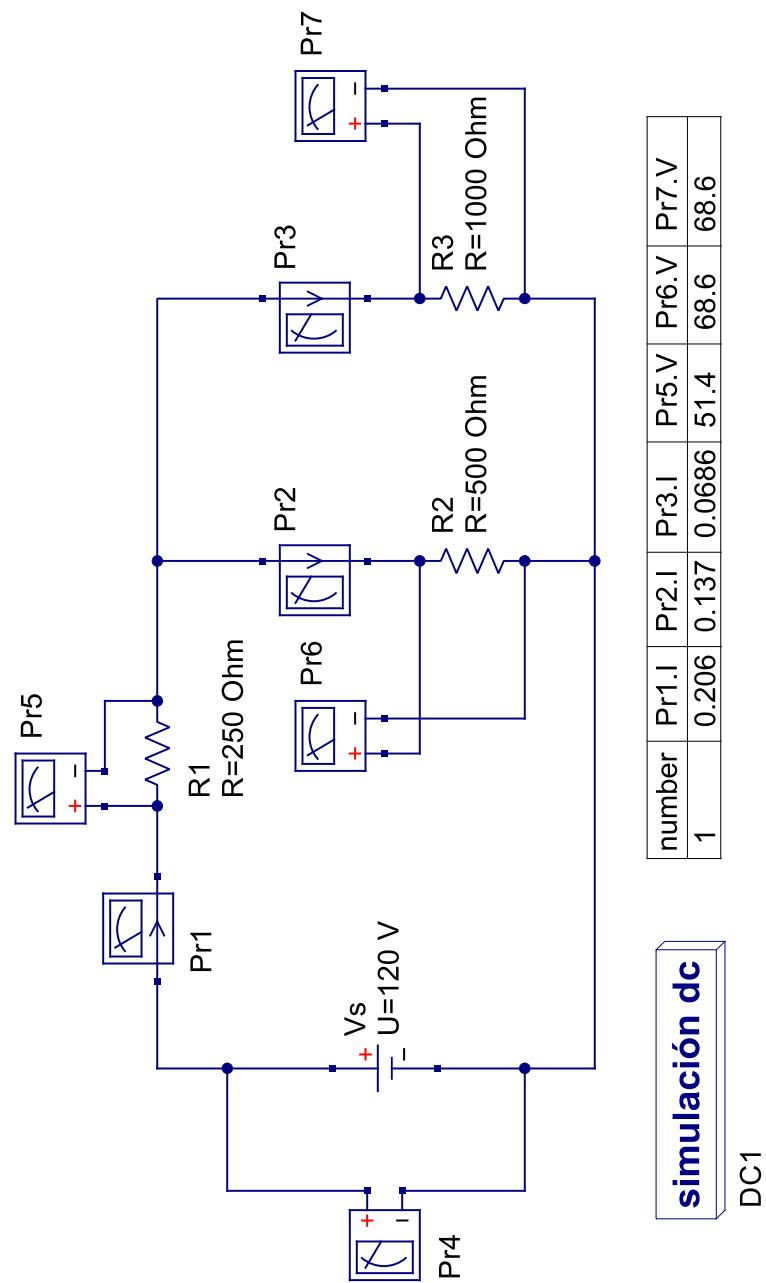


Figura 1: Simulación de circuito.

3. Tablas y mediciones

En la figura (2), se adjunta la hoja de resultados provista en la guía de laboratorio, rellena con la información teórica, simulada y las mediciones realizadas en laboratorio.

PRÁCTICA 2	MARTES <small>Día</small>	14 : 57 <small>Hora</small>	3E <small>Grupo</small>	09/04/24 <small>Fecha</small>	3/24 <small>Gestión</small>	
CABALLERO BURGOA <small>Apellido(s)</small>		CARLOS EDUARDO <small>Nombre(s)</small>			VoBo Docente Laboratorio	

Resultados

V_s	Resultado	250 Ω	500 Ω	1 k Ω	↓↓ KIRCHHOFF ↓↓
120 V	TEÓRICO	$I_1 = 205.714$	$I_2 = 137.143$	$I_3 = 68.571$	$I_1 = 205.714 = I_2 + I_3$
	SIMULACIÓN	$I_1 = 206$	$I_2 = 137$	$I_3 = 68.6$	$I_1 = 205.6 = I_2 + I_3$
	TEÓRICO	$V_1 = 51.429$	$V_2 = 68.571$	$V_3 = 68.571$	$V_s = 120 = V_1 + V_2$
	SIMULACIÓN	$V_1 = 51.4$	$V_2 = 68.6$	$V_3 = 68.6$	$V_s = 120 = V_1 + V_2$

Tabla 2.1. Resultados de Pre-informe

V_s	$R_{250\Omega} = 257$	$R_{500\Omega} = 521$	$R_{1k\Omega} = 1046$	↓↓ KIRCHHOFF ↓↓
120.4	$I_1 = 0.20$	$I_2 = 133.7$	$I_3 = 66.9$	$I_1 = 200.6 = I_2 + I_3$
	$V_1 = 50.8$	$V_2 = 69.8$	$V_3 = 69.7$	$V_s = 120.6 = V_1 + V_2$

Tabla 2.2. Tabla Leyes de Kirchhoff

N°	POS- R_x	V_o	I_o
1	G0 F0	100.5 = V_s	0
2	G1 F0	93.3	0.13
3	G1 F25	92.2	0.23
4	G1 F50	90.9	0.36
5	G1 F75	89.5	0.55
6	G2 F0	88.2	0.72
7	G2 F25	87.9	0.82
8	G2 F50	87.1	0.95
9	G2 F75	86.2	1.12
10	G3 F0	85.2	1.28
11	G3 F25	84.6	1.37
12	G3 F50	84.0	1.49

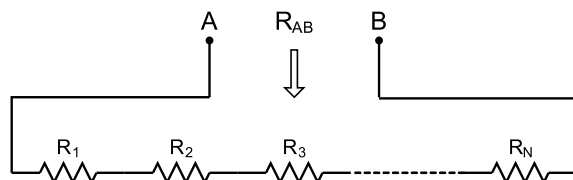
Tabla 2.3. Tabla Curva Característica Voltaje-Corriente de V_s

Figura 2: Tabla de resultados.

4. Cuestionario

1. Aplicando las leyes de *Kirchhoff* demuestre la resistencia equivalente: (a) serie, y (b) paralelo:

■ (a)



$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N = \sum_{n=1}^N R_n$$

Por ley de tensiones de *Kirchhoff* se sabe que:

$$V_{AB} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_N$$

Usando la ley de *Ohm* ($V = IR$):

$$I_{AB}R_{AB} = I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3 + \dots + I_NR_N$$

Sabiendo que la corriente en la conexiones en serie no varia:

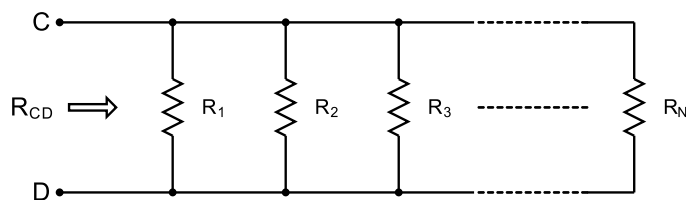
$$IR_{AB} = IR_1 + IR_2 + IR_3 + \dots + IR_N$$

$$IR_{AB} = I(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N)$$

Por tanto:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N = \sum_{n=1}^N R_n$$

■ (b)



$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{R_n}$$

Por ley de corrientes de *Kirchhoff* se sabe que:

$$I_{CD} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_N$$

Usando la ley de *Ohm* ($I = V/R$):

$$\frac{V_{CD}}{R_{CD}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \cdots + \frac{V_N}{R_N}$$

Sabiendo que el voltaje en las conexiones en paralelo no varia:

$$\frac{V}{R_{CD}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \cdots + \frac{V}{R_N}$$

$$\frac{V}{R_{CD}} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_N} \right)$$

Por tanto:

$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_N} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{R_n}$$

2. (a) Aplicando la regresión lineal y los valores obtenidos y registrados en la tabla, construya la ecuación de la curva característica voltaje-corriente de la fuente V_s ; (b) ¿que significado tienen los coeficientes “A” y “B” entregados por la regresión lineal?; (c) grafique la curva voltaje-corriente para V_s .

Respuesta:

(a) Se calcula la recta de mejor ajuste por el método de los mínimos cuadrados, resultando los siguientes valores:

$$A = (95.49 \pm 1.02)[V]; 1.06 \%$$

$$B = (-8.45 \pm 1.14)[\Omega]; 13.46 \%$$

Siendo su coeficiente de correlación (r):

$$r = -0.9201$$

(b) Considerando que el modelo de ajuste es:

$$V_0 = V_s - R_s I_0$$

A representa el valor V_s es decir, el voltaje medido en las terminales de la fuente en circuito abierto, sin carga.

B representa el valor de R_s , es decir, la resistencia interna de la fuente de tensión.

Resultado
$V_s = (95.49 \pm 1.02)[V]; 1.06 \%$
$R_s = (8.45 \pm 1.14)[\Omega]; 13.46 \%$

A partir de los datos obtenidos se genera la gráfica de la **Figura 3**.

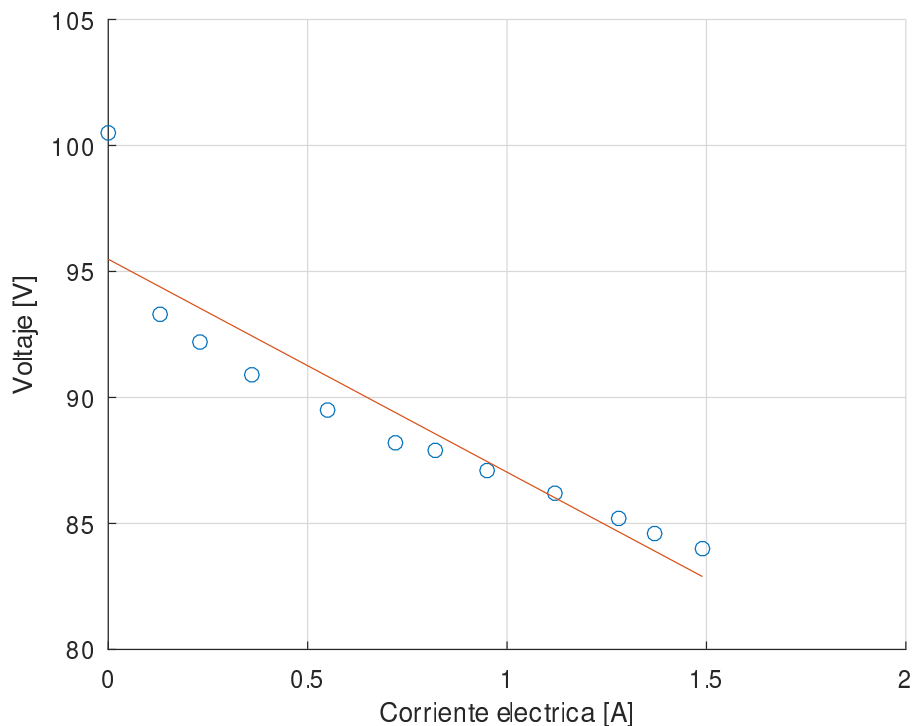


Figura 3: Gráfica de corriente vs voltaje.

3. (a) ¿Cual es el voltaje de regulación para una fuente ideal?; (b) ¿cual es el voltaje de regulación de la fuente V_s empleada en esta practica de laboratorio?

Considerando:

$$\%_{\text{regulación}} = \frac{V_{SL} - V_{FL}}{V_{FL}} 100\%$$

Donde:

- V_{SL} : Voltaje sin carga.
- V_{FL} : Voltaje con carga completa.

(a) En una fuente ideal:

$$V_{SL} = 100[V]$$

$$V_{FL} = 100[V]$$

Por tanto:

$$\%_{\text{regulación}} = \frac{100 - 100}{100} 100 = 0\%$$

(b) En la fuente medida:

$$V_{SL} = 100.5[V]$$

$$V_{FL} = 84.0[V]$$

Por tanto:

$$\%_{\text{regulación}} = \frac{100.5 - 84.0}{84.0} 100 = 19.64 \%$$

5. Conclusiones

Se demostró que tanto la ley de corrientes, como la ley de tensiones de *Kirchhoff* se cumplen de modo experimental.

También se pudo apreciar la caída de voltaje respecto a la cantidad de corriente eléctrica que fluye en un circuito, pudiendo apreciarse claramente la curva característica voltaje-corriente.