




Práctica 2 Leyes de Kirchhoff

Objetivos

- ✓ Verificar experimentalmente las leyes de Kirchhoff.

Introducción

-  NILSSON James & RIEDEL Susan A., "Circuitos Eléctricos". Pág. 39-42.
-  HAYT William H. & KEMMERLY Jack E., "Análisis de Circuitos en Ingeniería". Pág. 24-27.
-  ZBAR, ROCKMAKER & BATES, "Prácticas de Electricidad". Pag. 125-140.

La ley de Ohm nos da una relación entre el voltaje y la corriente para un elemento resistivo. Sin embargo, un profesor de la universidad de Berlín, Gustav Robert Kirchhoff, formuló dos leyes que relacionan la corriente y el voltaje en un circuito con dos o más elementos resistivos. Estas leyes formuladas en 1847, son denominadas la Ley de Corrientes de Kirchhoff (LCK) y la Ley de Voltajes de Kirchhoff (LVK).

Antes de enunciar las dos leyes de Kirchhoff se definirán algunos términos de suma importancia:

Nodo.- Se llama nodo al punto en el cual dos o más elementos tienen una conexión común.

Rama.- Es el recorrido que se presenta entre dos nodos, en este recorrido se presenta la presencia de elementos como fuentes o resistores.

Trayectoria cerrada o lazo.- Es un camino que encierra un conjunto de nodos, este circuito se inicia en un nodo y termina en el mismo nodo sin pasar dos veces por un mismo nodo.

La Ley de Corrientes de Kirchhoff (LCK)

Esta ley sostiene que: "La suma algebraica de todas las corrientes concurrentes a un nodo es cero para cualquier instante de tiempo". En la figura 2.1 se ilustra un ejemplo aplicativo de esta ley.

$$\sum_{n=1}^N I_n = 0$$
$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

o bien,

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5$$

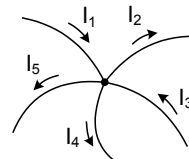


Figura 2.1. Aplicación de la LCK

donde: n es el número de corriente de rama;
N es el número de ramas concurrentes al nodo.

La Ley de Voltajes de Kirchhoff (LVK)

Esta segunda ley sostiene que: “La suma algebraica de todos los voltajes o tensiones alrededor de una trayectoria cerrada en cualquier circuito es cero en cualquier instante de tiempo”. La figura 2.2 presenta un ejemplo para un caso particular.

$$\sum_{k=1}^M \mathbf{V}_k = \mathbf{0}$$

$$-V_1 - V_2 + V_3 = 0$$

o bien,

$$V_1 + V_2 = V_3$$

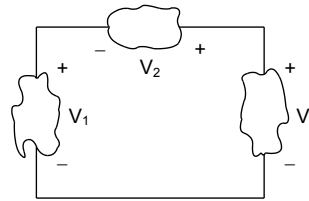


Figura 2.2. Aplicación de la LVK

donde: k es el número de voltaje del lazo;
M es el número de voltajes totales del lazo.

Divisores de Voltaje y de Corriente

En base a las leyes de Ohm y Kirchhoff se pueden obtener algunas ecuaciones que facilitan el análisis de circuitos eléctricos. Dos reglas muy populares para la simplificación de cálculos en el análisis de circuitos son los divisores de voltaje y corriente. Las figura 2.3 resumen estas simples reglas.

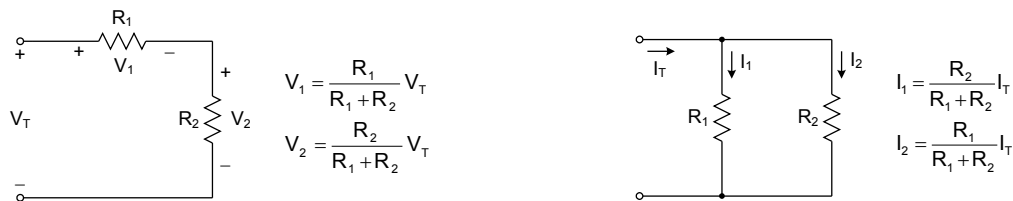


Figura 2.3. Resumen de los divisores de voltaje y corriente

Efecto de la Resistencia Interna en una Fuente de Voltaje

Todas las fuentes de voltaje tienen su resistencia interna, llamada resistencia interna de la fuente, que produce una caída en el voltaje de salida cuando la fuente provee de corriente a un circuito. Si la resistencia interna de la fuente no es comparable a la resistencia del circuito, la resistencia interna puede ser omitida sin introducir errores en el análisis. De todas maneras, cuando la resistencia interna es comparable con la del circuito, esta debe incluirse en el análisis.

Para analizar el circuito con la resistencia interna es necesario reemplazar la fuente por su equivalente real, que consiste en una fuente ideal en serie con una resistencia, como se muestra en la figura 2.4(a). La fuente ideal es una fuente que mantiene su valor en forma constante sin importar la corriente suministrada al circuito, mientras que la caída o pérdida de voltaje en la salida del circuito se efectúa en la resistencia interna de la fuente.

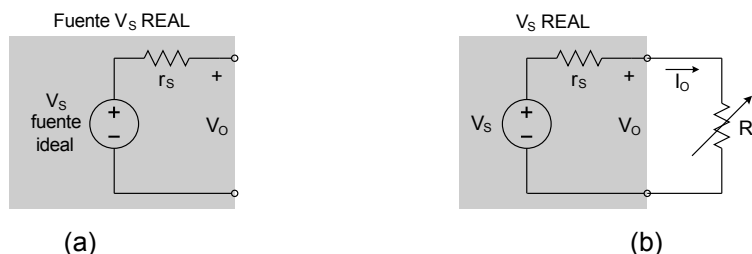


Figura 2.4. (a) representación de una fuente de voltaje real; (b) fuente real conectada a una carga R_L .

El voltaje asignado a la fuente ideal es el voltaje de la fuente real cuando no se encuentra conectada al circuito, suministrando corriente; o dicho de otra manera, en circuito abierto.

Curva Característica Voltaje-Corriente de una Fuente de Voltaje

La curva característica voltaje-corriente de una fuente de voltaje es la grafica del voltaje respecto a la corriente entregada por las terminales de la fuente. Con referencia a la figura 2.4(b), la curva característica voltaje-corriente es una grafica que representa a V_o versus I_o a medida que la resistencia variable se ajusta de un valor mínimo a máximo. La ecuación representativa de V_o versus I_o puede ser obtenida mediante la aplicación de la ley de voltajes de Kirchhoff en el circuito de la figura 2.4(b).

$$-V_s + r_s \cdot I_o + V_o = 0$$

$$V_o = V_s - r_s \cdot I_o$$

donde:

V_o es el voltaje de salida en las terminales de la fuente en [V].

I_o es la corriente que la fuente entrega por sus terminales de salida en [A].

V_s es el voltaje medido en las terminales de la fuente en circuito abierto, sin carga; medido en [V].

r_s es la resistencia interna de la fuente, en [Ω].

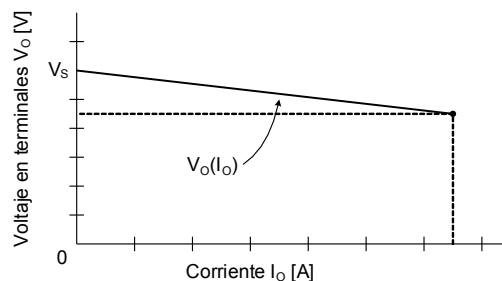


Figura 2.5. Ejemplo de curva característica voltaje-corriente para una fuente de voltaje

Voltaje de Regulación de una Fuente

El voltaje de regulación de una fuente de voltaje es definido como el cambio porcentual de voltaje sin carga (V_{SL}) respecto del voltaje con carga completa (V_{FL}). Matemáticamente, se tiene:

$$\% \text{ Regulación} = \frac{V_{SL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\%$$

El conocimiento del porcentaje de regulación es importante en muchas aplicaciones electrónicas, pero también cuando se conectan fuentes de voltaje en paralelo. Las fuentes de voltaje en paralelo con iguales valores de voltaje y potencia, pero diferente porcentaje de regulación no equilibrarán el consumo de corriente en la carga; es decir, las fuentes no entregaran la misma magnitud de corriente a la carga.



Pre-Informe

1. Demuestre las ecuaciones de divisor de voltaje y de corriente.
2. Resuelva el circuito de la figura 2.6. 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 2.1 (TEÓRICO)**.
3. Realice la simulación del circuito de la figura 2.6 y **registre los resultados en la tabla 2.1 (SIMULACIÓN)**. Adjunte las hojas de simulación (impresas) al Pre-informe.

Material necesario

- 1 fuente de voltaje DC variable.
- 4 multímetros.
- 3 resistencias: 250, 500 y 1k Ω .
- 1 resistencia variable.
- 8 conectores.

Procedimiento

LEYES DE KIRCHHOFF

1. Mida las resistencias a ser empleadas: 250 Ω , 500 Ω y 1 k Ω ; registre sus valores en la tabla 2.2.
2. Conecte el circuito mostrado en la figura 2.6.

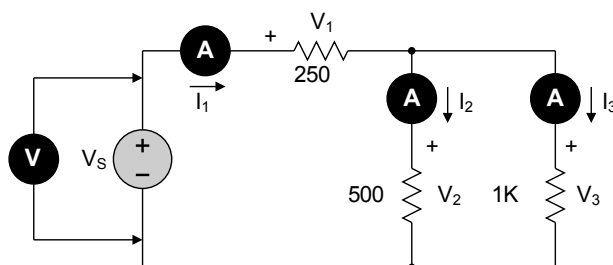


Figura 2.6.

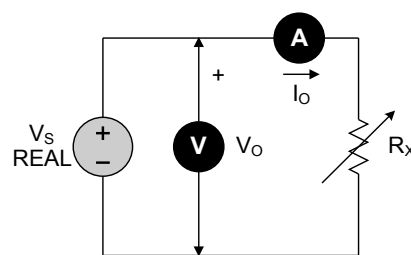


Figura 2.7.

3. Solicite la autorización del docente antes de encender la fuente V_s y proseguir con los siguientes pasos. **No encienda la fuente hasta recibir la autorización del docente.**
4. Ajuste el valor de la fuente V_s a 120 V, y registre las lecturas de las corrientes I_1 , I_2 e I_3 en la tabla 2.2.
5. Empleando el voltímetro de la fuente V_s , conecte el voltímetro en la resistencia de 250 Ω y mida el voltaje V_1 ; luego conecte el voltímetro en la resistencia de 500 Ω y mida V_2 , finalmente, mida el voltaje V_3 en la resistencia de 1 k Ω . Registre estos voltajes en la tabla 2.2.
6. Reduzca el voltaje de la fuente V_s a cero y proceda a apagarla.
7. Complete la tabla 2.2 calculando las relaciones indicadas en la columna KIRCHHOFF.

CURVA CARATERISTICA VOLTAJE-CORRIENTE DE LA FUENTE V_s

8. Conecte el circuito mostrado en la figura 3.7 empleando la resistencia variable.
9. En la resistencia variable, seleccione en las perillas la posición G0-F0.
10. Solicite la autorización del docente antes de encender la fuente V_s y proseguir con los siguientes pasos. **No encienda la fuente hasta recibir la autorización del docente.**
11. Ajuste la fuente de voltaje V_s a 100V. Mida y registre el voltaje V_o ($= V_s$) y corriente I_o , en la tabla 3.3.
12. Varíe el valor de la resistencia variable seleccionando los valores indicados en la tabla 3.3, y midiendo sus respectivos voltajes y corrientes de salida V_o y I_o , respectivamente.
13. Reduzca el voltaje de la fuente V_s a cero y proceda a apagarla.

PRÁCTICA 2		:		/ /	/	
	Día	Hora	Grupo	Fecha	Gestión	
Apellido(s)		Nombre(s)			VoBo Docente Laboratorio	



Resultados

V_s	Resultado	250 Ω	500 Ω	1 k Ω	↓↓ KIRCHHOFF ↓↓	
120 V	TEÓRICO	$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$	$I_1 =$	$= I_2 + I_3$
	SIMULACIÓN	$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$	$I_1 =$	$= I_2 + I_3$
	TEÓRICO	$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	$V_s =$	$= V_1 + V_2$
	SIMULACIÓN	$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	$V_s =$	$= V_1 + V_2$

Tabla 2.1. Resultados de Pre-informe

V_s	$R_{250\Omega} =$	$R_{500\Omega} =$	$R_{1k\Omega} =$	↓↓ KIRCHHOFF ↓↓	
120	$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$	$I_1 =$	$= I_2 + I_3$
	$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	$V_s =$	$= V_1 + V_2$

Tabla 2.2. Tabla Leyes de Kirchhoff

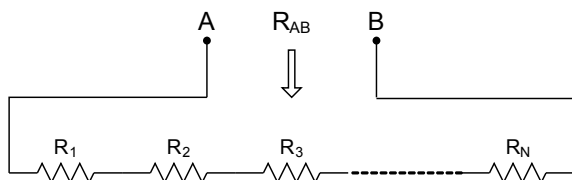
Nº	POS- R_x	V_o	I_o
1	G0 F0	$= V_s$	
2	G1 F0		
3	G1 F25		
4	G1 F50		
5	G1 F75		
6	G2 F0		
7	G2 F25		
8	G2 F50		
9	G2 F75		
10	G3 F0		
11	G3 F25		
12	G3 F50		

Tabla 2.3. Tabla Curva Característica Voltaje-Corriente de V_s



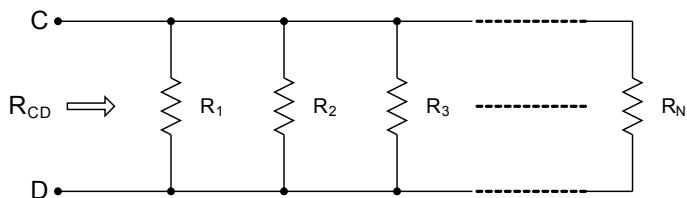
Cuestionario

3.1. Aplicando las Leyes de Kirchhoff demuestre la resistencia equivalente: (a) serie; y (b) paralelo.



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

(a)



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

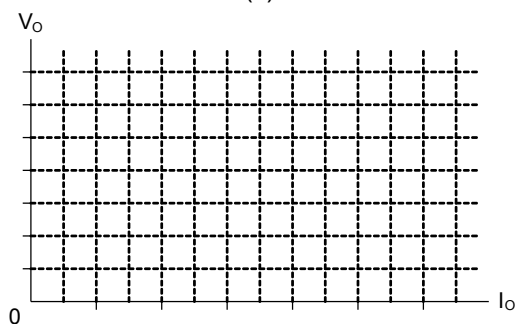
(b)

3.2. (a) Aplicando la regresión lineal y los valores obtenidos y registrados en la tabla 2.3, construya la ecuación de la curva característica voltaje-corriente de la fuente V_s ; (b) ¿Qué significado tienen los coeficientes A y B entregados por la regresión lineal?; (c) grafique la curva voltaje-corriente para V_s .

(a)

(b)

(c)



3.3. (a) ¿Cuál es el voltaje de regulación para una fuente ideal?; (b) ¿cuál es el voltaje de regulación de la fuente V_s empleada en esta práctica de laboratorio?.

(a)

(b)