

Práctica 3

Métodos de Análisis de Circuitos

Objetivos

- ✓ Verificar experimentalmente de los métodos de análisis de mallas y de nodos como métodos para la resolución de circuitos eléctricos.
- ✓ Verificar experimentalmente las leyes de Kirchhoff.



Introducción

- 📖 NILSSON James & RIEDEL Susan A., "Circuitos Eléctricos". Pág. 39-42; 105-122.
- 📖 HAYT William H. & KEMMERLY Jack E., "Análisis de Circuitos en Ingeniería". Pág. 24-27; 55-71.
- 📖 IRWIN David, "Análisis Básico de Circuitos Eléctricos". Pág. 103-121.

Método de las Corrientes de Mallas

Esta técnica no es aplicable a todos los circuitos eléctricos, este análisis se puede aplicar solo a los circuitos planos. Si es posible dibujar un circuito sobre una superficie plana de tal forma que ninguna rama quede por debajo o por arriba de ninguna otra, se dice que ese circuito es plano y se pueden reconocer fácilmente la cantidad de mallas presentes. El término "malla" se refiere al lazo o trayectoria cerrada, que no contiene ningún otro lazo dentro del mismo.

Conociendo la cantidad de mallas principales que pueden existir en un circuito, se puede determinar la cantidad de ecuaciones independientes que se deben plantear para la solución del circuito. Si un circuito tiene M mallas, la cantidad de ecuaciones será M. La aplicación del método se puede resumir de la siguiente manera:

- 1) Identificar el número de mallas principales presentes en el circuito: # M.
- 2) Definir los nombres y sentidos de las corrientes para cada una de las mallas principales.
- 3) Aplicar la LKV para cada una de las mallas, cada malla dará una ecuación para conformar un sistema de ecuaciones. Estos términos serán por la ley de Ohm de la forma: $I \times R$.
- 4) Resolver el sistema de M ecuaciones con M incógnitas, cada corriente de malla es una incógnita.

Por ejemplo, si se considera el circuito de la figura 3.1, se puede obtener el siguiente sistema de ecuaciones con dos incógnitas, I_1 e I_2 :

$$\text{Malla 1: } R_1 I_1 - V_1 + R_2 (I_1 - I_2) = 0 \quad \Rightarrow \quad (R_1 + R_2) I_1 - R_2 I_2 = V_1$$

$$\text{Malla 2: } R_2 (I_2 - I_1) + R_3 I_2 + V_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad -R_2 I_1 + (R_2 + R_3) I_2 = -V_2$$

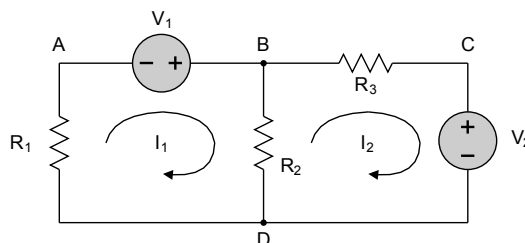


Figura 3.1.

Método de los Voltajes de Nodos

Un nodo es el punto común de conexión entre dos o más elementos de un circuito. El nodo es simple si se trata solo de una conexión entre dos elementos; por el contrario, si el punto de unión corresponde a más de dos elementos se dice que es un nodo principal.

El análisis de nodos se basa en la LCK. Para aplicar el método se realizan los siguientes pasos:

- 1) Identificar los nodos del circuito: # N
- 2) Seleccionar un nodo de referencia (se sugiere el nodo que tiene la mayor cantidad de elementos concurrentes).
- 3) Definir la polaridad de los voltajes de los restantes nodos con respecto al de referencia.
- 4) Aplicar la LCK a cada nodo planteando una ecuación de la forma V/R . Se deben obtener $N-1$ ecuaciones.
- 5) Resolver el sistema de ecuaciones de $N-1$ ecuaciones, cada voltaje de nodo se constituye como incógnita.

Un ejemplo, se muestra en la figura 3.2, y las ecuaciones de nodos están planteadas a continuación.

$$\begin{aligned} \text{Nodo 1: } \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_1 - V_2}{R_2} - I_1 &= 0 & \Rightarrow & (R_1 + R_2) V_1 - R_1 V_2 = R_1 R_2 I_1 \\ \text{Nodo 2: } \frac{V_2 - V_1}{R_2} + \frac{V_2 - V_3}{R_3} - I_2 &= 0 & \Rightarrow & -R_3 V_1 + (R_2 + R_3) V_2 - R_2 V_3 = R_2 R_3 I_2 \\ \text{Nodo 3: } \frac{V_3 - V_2}{R_3} + \frac{V_3}{R_4} &= 0 & \Rightarrow & -R_4 V_2 + (R_3 + R_4) V_3 = 0 \end{aligned}$$

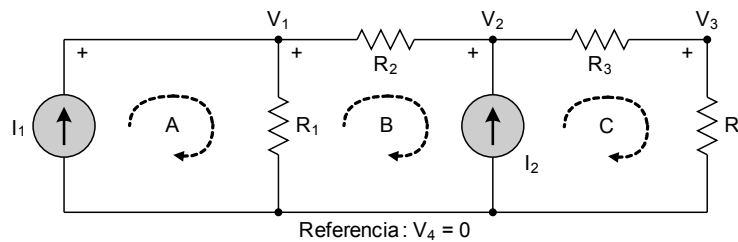


Figura 3.2.

Súper-Nodo

Quando se emplea el método de voltajes de nodos y en el circuito están presentes fuentes de voltaje dependientes o independientes se pueden presentar dos casos. El primer caso, se refiere a que la fuente de voltaje está entre dos nodos principales (sin involucrar al nodo de referencia); en este caso es necesario definir un súper-nodo que involucra los nodos principales en una sola ecuación. El segundo caso es una particularidad del primer caso; es cuando la fuente de voltaje se encuentra entre un nodo principal y el nodo de referencia, en cuyo caso el voltaje del nodo principal ya es conocido y no es necesario plantear una ecuación para este nodo en cuestión, sí para el resto de nodos componentes del circuito.

Considerando el circuito de la figura 3.1, se puede aplicar el método de voltaje de nodos. El nodo D es la referencia, entonces el voltaje de nodo C es conocido, es el voltaje de la fuente V_2 , y no se requiere plantear la ecuación para este nodo. Los nodos A y B forman un súper-nodo, por lo que se planteara una sola ecuación que involucre las corrientes (V/R) que concurren a los nodos A y B simultáneamente. Surge también una ecuación adicional debido al súper-nodo formando un sistema de dos ecuaciones con V_A y V_B como incógnitas; así se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Nodo A y B: } \frac{V_A}{R_1} + \frac{V_B}{R_2} + \frac{V_B - V_2}{R_3} &= 0 & \Rightarrow & R_2 R_3 V_A + (R_1 R_3 + R_1 R_2) V_B = R_1 R_2 V_2 \\ \text{Súper-nodo: } V_B - V_A &= V_1 & \Rightarrow & -V_A + V_B = V_1 \end{aligned}$$

Súper-Malla

Al igual que en el método de voltajes de nodo, en el de corrientes de malla se presentan casos especiales cuando en el circuito existen presentes fuentes de corriente dependientes o independientes. Para el caso de que la fuente de corriente se encuentre en una rama compartida por dos mallas, se establece una súper-malla, para la cual se escribe una sola ecuación de malla considerando las corrientes de ambas mallas. Cuando en el circuito hay una fuente de corriente en una rama exclusiva de una malla, es decir no se encuentra en una rama compartida con otra malla, se considera que la corriente de la malla donde se encuentra la fuente es conocida, por lo que no es necesario escribir la ecuación de malla.

Para el circuito de la figura 3.2, la corriente en la malla A es la de la fuente I_1 , por lo que no es necesario plantear una ecuación para esta malla. La malla B y C comparten la fuente de corriente I_2 , por lo que se planteará una sola ecuación para ambas mallas, como se muestra en las ecuaciones a continuación. También en este caso surge una ecuación adicional debido a la súper-malla formando un sistema de dos ecuaciones con I_B e I_C como incógnitas; así se muestra a continuación:

$$\text{Malla B y C: } (I_B - I_1) R_1 + R_2 I_B + R_3 I_C + R_4 I_C = 0 \quad \Rightarrow \quad (R_1 + R_2) I_B + (R_3 + R_4) I_C = R_1 I_1$$

$$\text{Súper-malla: } I_C - I_B = I_2 \quad \Rightarrow \quad -I_A + I_B = I_2$$



Pre-Informe

1. Resuelva el circuito de la figura 3.3 por el método de nodos. Encuentre los voltajes de nodo V_a , V_b y V_c . Registre los resultados en la tabla 3.1 (teórico). NOTA: Considere el nodo d , como el nodo de referencia.
2. Resuelva el circuito de la figura 3.4 por el método de mallas. Encuentre los valores de I_1 e I_2 , además de la corriente en la rama compartida entre las mallas ($I_1 - I_2$) en sentido descendente. Registre los resultados en la tabla 3.2 (TEÓRICO).
3. Realice la simulación del circuito de la figura 3.3. Encuentre los valores de los voltajes de nodo. Registre los resultados en la tabla 3.1 (SIMULACIÓN). Adjunte las hojas de simulación (impresas) al Pre-informe.
4. Realice la simulación del circuito de la figura 3.4. Encuentre los valores de corrientes de mallas. Registre los resultados en la tabla 3.2 (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 1 k Ω .
- 1 resistencia variable
- 8 conectores



Procedimiento

MÉTODO DE LOS VOLTAJES DE NODOS

1. Mida el valor de 250Ω , 500Ω , $1\text{ k}\Omega$, y ajuste la resistencia variable a 350Ω . Registre los valores en las tablas 3.1 y 3.2.
2. Conecte el circuito mostrado en la figura 3.3.
3. Identifique visualmente cada uno de los nodos (a , b , c , d) mostrados en la figura 3.3.

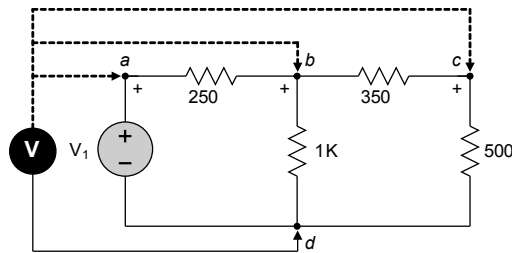


Figura 3.3.

4. Solicite la autorización del docente antes de encender la fuente V_1 y proseguir con los siguientes pasos. **No encienda la fuente hasta recibir la autorización del docente.**
5. Ajuste el valor de la fuente V_1 a 100 V ; mida y registre los tres voltajes de nodo V_a , V_b y V_c en la tabla 3.1.
6. Reduzca el voltaje de la fuente V_1 a cero y proceda a apagarla.

MÉTODO DE LAS CORRIENTES DE MALLAS

7. Conecte el circuito mostrado en la figura 3.4. Garantice que la polaridad de los amperímetros miden las corrientes de malla en el sentido indicado en la figura.

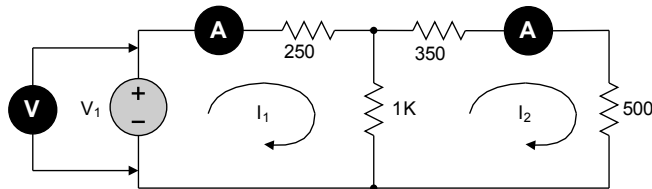


Figura 3.4.

8. Solicite la autorización del docente antes de encender la fuente V_1 y proseguir con los siguientes pasos. **No encienda la fuente hasta recibir la autorización del docente.**
9. Ajuste el valor de la fuente V_1 a 100 V , y registre las lecturas del voltímetro y amperímetros en la tabla 3.2.
10. Reduzca el voltaje de la fuente V_1 a cero y proceda a apagarla.

PRÁCTICA 3		:		/ /	/	
	Día	Hora	Grupo	Fecha	Gestión	
Apellido(s)		Nombre(s)				VoBo Docente Laboratorio



Resultados

NODOS	V_1	$R_{250\Omega}$	$R_{350\Omega}$	$R_{500\Omega}$	$R_{1K\Omega}$	V_a	V_b	V_c
TEÓRICO	100 V	250 Ω	350 Ω	500 Ω	1000 Ω			
SIMULACIÓN	100 V	250 Ω	350 Ω	500 Ω	1000 Ω			
PRÁCTICA								

Tabla 3.1.

MALLAS	V_1	$R_{250\Omega}$	$R_{350\Omega}$	$R_{500\Omega}$	$R_{1K\Omega}$	I_1	I_2
TEÓRICO	100 V	250 Ω	350 Ω	500 Ω	1000 Ω		
SIMULACIÓN	100 V	250 Ω	350 Ω	500 Ω	1000 Ω		
PRÁCTICA							

Tabla 3.2.



Cuestionario

- 3.1. (a) Empleando los voltajes obtenidos en el método de nodos, determinar las corrientes indicadas en la tabla 3.3; (b) empleando las corrientes obtenidas en el método de mallas, determinar los voltajes indicados en la tabla 3.3.

	Voltajes	Corrientes
FUENTE		
250 Ω	$V_{250\Omega} =$	$I_{250\Omega} =$
350 Ω	$V_{350\Omega} =$	$I_{350\Omega} =$
500 Ω	$V_{500\Omega} =$	$I_{500\Omega} =$
1 k Ω	$V_{1K\Omega} =$	$I_{1K\Omega} =$

Tabla 3.3

- 3.2.** Empleando el método de análisis mas adecuado, encuentre el valor de la corriente I_z en el circuito de la figura 3.9. Considere β como una constante.

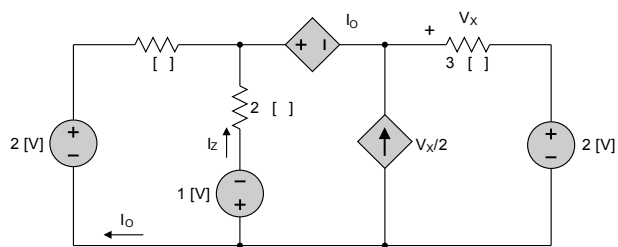


Figura 3.9.