

Práctica 4 Teorema de Thévenin

Objetivos

- ✓ Determinar el circuito equivalente de Thévenin de un circuito eléctrico simple.
- ✓ Verificar el teorema de Thévenin.



Introducción

- 📖 NILSSON James & RIEDEL Susan A., "Circuitos Eléctricos". Pág. 131-140.
- 📖 HAYT William H. & KEMMERLY Jack E., "Análisis de Circuitos en Ingeniería". Pág. 80-88.
- 📖 IRWIN David, "Circuitos Eléctricos". Pág. 184-196.
- 📖 ZBAR, ROCKMAKER & BATES, "Prácticas de Electricidad". Pag. 199-222.

Teorema de Thévenin y Norton

El teorema de Thévenin se puede enunciar de la siguiente manera: "dado cualquier circuito lineal, conectado por dos de sus terminales a otro semejante a el, se puede encontrar un equivalente simple, una fuente de voltaje y una resistencia en serie, de manera que las características eléctricas de este circuito en el par de sus terminales de conexión se mantengan, independientemente del tipo de circuito a conectar en ambas terminales". Un circuito se dice que es lineal si las relaciones entre los elementos que lo forman pueden expresarse mediante ecuaciones lineales.

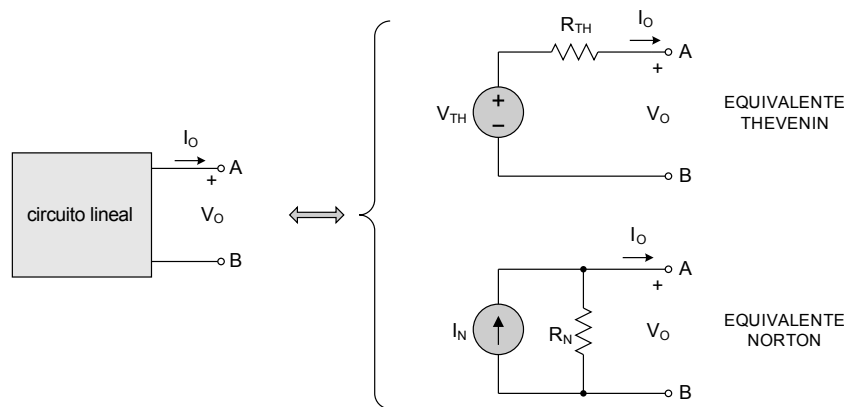


Figura 4.1.

Una simple transformación de fuente nos relaciona el teorema de Thévenin con el de Norton. El teorema de Norton es similar al de Thévenin, con la salvedad de que el equivalente Norton es una conexión en paralelo de una resistencia con una fuente de corriente, como se muestra en la figura 4.1. La resistencia de Norton es igual a la resistencia de Thévenin.

Casos para Determinar el Equivalente Thévenin o Norton

Existen tres posibles casos para determinar el equivalente Thévenin que se pueden presentar en los circuitos lineales. Caso i: Es el caso más común es cuando en el circuito del cual se desea determinar el equivalente esta compuesto solo de resistores y fuentes independientes¹. Caso ii: Este caso es cuando el circuito esta compuesto de resistores, fuentes independientes y fuentes dependientes. Caso iii: es un caso especial en el cual el circuito esta compuesto solo por resistores y fuentes dependientes.

Caso i

1. Para Thévenin: Determinar el voltaje de circuito abierto V_{OC} entre las terminales A y B; éste voltaje es el voltaje de Thévenin V_{TH} . Para Norton: Realizar un corto-circuito entre A y B y determinar la corriente de corto-circuito I_{SC} entre las terminales A y B; ésta es la corriente de Norton I_N .
2. Reemplazar las fuentes independientes por sus equivalentes en apagado: fuentes de voltaje por corto-circuitos y fuentes de corriente por circuitos abiertos.
3. Determinar la resistencia equivalente R_{AB} entre las terminales A y B; este es la resistencia de Thévenin o Norton $R_{TH} = R_N$.

Caso ii

1. Determinar el voltaje de circuito abierto V_{OC} entre las terminales A y B; éste voltaje es el voltaje de Thévenin V_{TH} .
2. Realizar un corto-circuito entre A y B y determinar la corriente de corto-circuito I_{SC} entre las terminales A y B; ésta es la corriente de Norton I_N .
3. Determinar la resistencia equivalente entre las terminales A y B mediante el cociente de V_{OC}/I_{SC} ; este es la resistencia de Thévenin o Norton $R_{TH} = R_N$.

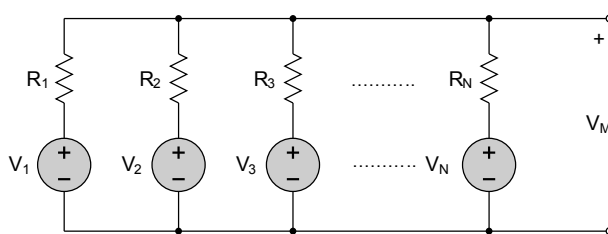
Caso iii

Este equivalente en este caso solo se compone de una resistencia:

1. Aplicar una fuente de prueba entre las terminales A y B; esta fuente independiente de valor conocido puede ser de voltaje o corriente, según convenga. Normalmente se asigna un valor unitario para simplificar cálculos.
2. Si se ha empleado una fuente de prueba de voltaje, determinar la corriente a través de la misma. Si se ha empleado una fuente de prueba de corriente, determinar el voltaje en la fuente de prueba.
3. Determinar la resistencia equivalente realizando el cociente entre el valor de la fuente de prueba de voltaje y el valor de corriente determinado; o bien, si empleo una fuente de prueba de corriente, realizar el cociente entre el voltaje determinado y el valor de la fuente de prueba de corriente empleada.

Teorema de Millman

El teorema de Millman sintetiza la magnitud de voltaje en un circuito con la configuración mostrada en la figura 4.2. Básicamente este teorema establece la magnitud del voltaje entre líneas comunes.



$$V_M = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \dots + \frac{V_N}{R_N}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$

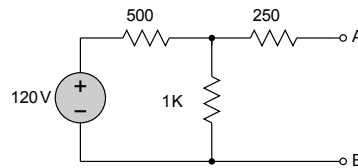
Figura 4.2.

¹ Cuando empleamos el término fuentes nos referimos a las fuentes de voltaje y/o corriente.

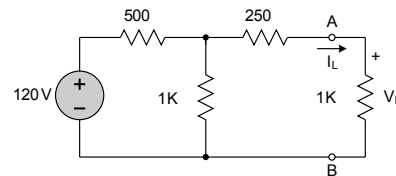
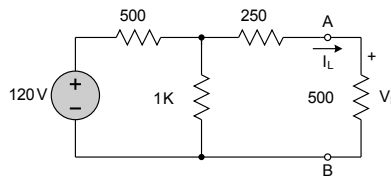


Pre-Informe

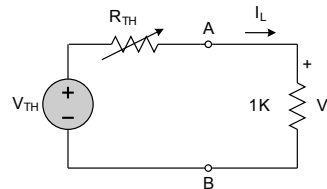
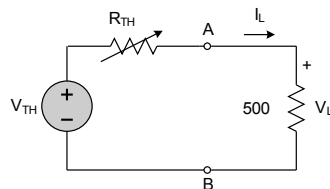
1. Encuentre el equivalente Thévenin para el circuito de la figura 4.3, visto desde las terminales A-B. Registre los resultados en la tabla 4.1 (TEÓRICO).



2. Mediante simulación encuentre el equivalente Thévenin del circuito de la figura 4.3, visto desde las terminales A-B. Registre los resultados en la tabla 4.1 (SIMULACIÓN).
3. Encuentre los valores de V_L e I_L en el circuito de la figura 4.3, para valores de la resistencia de carga $R_L = 500\Omega$ y $1\text{ k}\Omega$. Registre los resultados en la tabla 4.1 (TEÓRICO).



4. Mediante simulación, encuentre los valores de V_L e I_L en el circuito de la figura 4.3, para valores de la resistencia de carga $R_L = 500\Omega$ y $1\text{ k}\Omega$. Registre los resultados en la tabla 4.1 (SIMULACIÓN). Adjunte las hojas de simulación (impresas) al Pre-informe.
5. Mediante simulación, encuentre los valores de V_L e I_L en el circuito de la figura 4.4, para valores de la resistencia de carga $R_L = 500\Omega$ y $1\text{ k}\Omega$; emplee los valores de V_{TH} y R_{TH} obtenidos en la pregunta 2. Registre los resultados en la tabla 4.2. Adjunte las hojas de simulación (impresas) al Pre-informe.



Material necesario

- (1) fuente de voltaje DC variable.
- (3) multímetros.
- (4) resistencias: 250, 500, 1 kΩ, y R_L (1 kΩ o 500 Ω).
- (1) resistencia variable.
- (7) conectores.



Procedimiento

1. Mida y registre en la tabla 4.3 los valores de $250\ \Omega$, $500\ \Omega$, $1\ \text{k}\Omega$, y R_L . La resistencia R_L es una segunda resistencia de valor fijo: $500\ \Omega$ o $1\ \text{k}\Omega$, según se encuentre disponible en el Laboratorio.
2. Conecte el circuito mostrado en la figura 4.3 incluyendo la resistencia de carga R_L , amperímetro y voltímetro de la misma. La resistencia R_L la conectará solo para realizar la verificación del teorema de Thévenin.

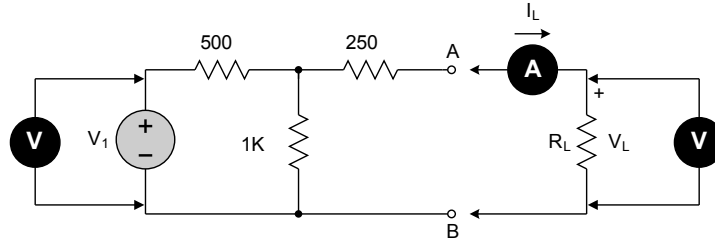


Figura 4.3.

3. Solicite la autorización del docente antes de encender la fuente V_1 y proseguir con los siguientes pasos. **ATENCIÓN: No encienda la fuente hasta recibir la autorización del docente.**
4. Ajuste el valor de la fuente V_1 a 120 V, y registre en la tabla 4.3 las lecturas de los voltímetros y amperímetro.
5. Apague la fuente V_1 . Luego desconecte la resistencia de carga R_L .
6. Conecte un voltímetro entre las terminales A-B. Encienda la fuente V_1 y ajuste su valor a 120 V; mida y registre en la tabla 4.4 el *Voltaje de Thévenin* (V_{TH}).
7. Reduzca el voltaje de la fuente V_1 a cero y proceda a apagarla.
8. Reemplace la fuente de voltaje V_1 por un corto circuito. **CUIDADO: No cortocircuite la fuente de voltaje V_1 , solo reemplácela por un cortocircuito.**
9. Conecte un Óhmetro entre las terminales A-B, mida y registre en la tabla 4.4 el valor de la *Resistencia de Thévenin* (R_{TH}).

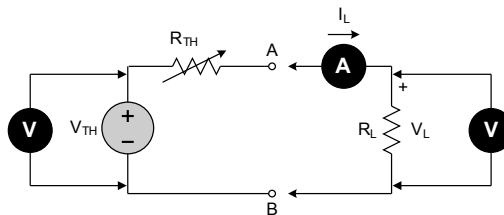


Figura 4.4.

10. Ajuste la resistencia variable al valor de la resistencia de Thévenin R_{TH} , registrado en la tabla 4.4.
11. Conecte el circuito mostrado en la figura 4.4, incluyendo la resistencia de carga R_L , amperímetro y voltímetro respectivo. Utilice la misma resistencia de carga R_L utilizada en el circuito de la figura 4.3.
12. 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.**
13. Ajuste el valor de la fuente V_1 al voltaje de Thévenin V_{TH} , registrado en la tabla 4.4.
14. Mida y registre en la tabla 4.5 el voltaje V_L y la corriente I_L .

PRÁCTICA 4		:		/ /	/	
	Día	Hora	Grupo	Fecha	Gestión	
Apellido(s)		Nombre(s)			VoBo Docente Laboratorio	



Resultados

	V_1	$R_{250\Omega}$	$R_{500\Omega}$	$R_{1K\Omega}$	R_L	V_L	I_L	V_{TH}	R_{TH}
TEÓRICO	120 V	250 Ω	500 Ω	1000 Ω	500 Ω				
					1000 Ω				
SIMULACIÓN	120 V	250 Ω	500 Ω	1000 Ω	500 Ω				
					1000 Ω				

Tabla 4.1.

$R_{250\Omega}$	$R_{500\Omega}$	$R_{1K\Omega}$	V_1	R_L	V_L	I_L
				500		
				1 k		

Tabla 4.3.

El voltaje de Thévenin es el voltaje de circuito abierto (V_{oc}) visto desde las terminales A-B	$V_{TH} =$
Sustituyendo la fuente de voltaje por un corto circuito la resistencia de Thévenin es la resistencia vista desde A-B	$R_{TH} =$

Tabla 4.4.

	R_L	V_L	I_L
LABORATORIO	500		
	1k		

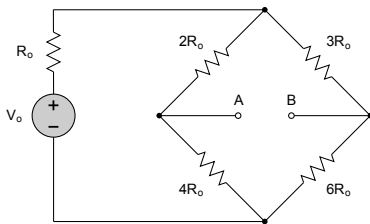
Tabla 4.5.



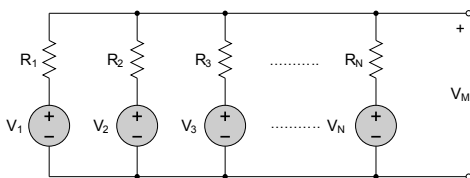
Cuestionario

- 4.1. A partir del equivalente Thévenin obtenido en el laboratorio (tabla 4.4) y utilizando la transformación de fuentes, encuentre el equivalente Norton.

- 4.2. Determine el equivalente Thévenin visto desde las terminales A-B del circuito mostrado en la figura a continuación. Trabaje con la fuente V_o y su resistencia interna R_o en forma literal.



- 4.3. Demuestre el teorema de Millman.



$$V_M = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \dots + \frac{V_N}{R_N}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}}$$