

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

LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I
INFORME No. 4

TEOREMA DE *THÉVENIN*

Estudiante:

Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

Carrera:

Ing. Electromecánica.

Docente:

Ing. Marco Antonio Vallejo Camacho.

Grupo: 3E.

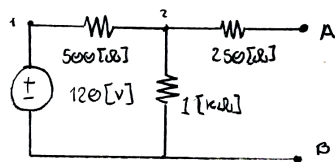
Fecha de entrega: 14 de Mayo del 2024.

1. Cálculos previos

Pre-informe

OK

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



$$* V_1 = 120 [V]$$

$$* \frac{V_2 - V_1}{500} + \frac{V_2}{1000} + \frac{V_2 - V_A}{250} = 0$$

$$- \frac{V_1}{500} + \frac{7V_2}{1000} - \frac{V_A}{250} = 0$$

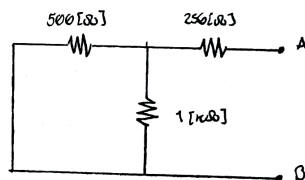
$$* \frac{V_A - V_2}{250} = 0$$

$$V_2 = 80 [V]$$

$$V_A = 80 [V]$$

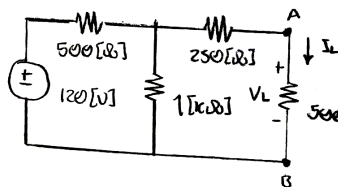
$$\frac{V_A}{250} - \frac{V_2}{250} = 0$$

$$V_{TH} = 80 [V]$$



$$R_{TH} = 250 + \frac{500(1000)}{500 + 1000} = 583.33 [\Omega]$$

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



$$* V_1 = 120 [V]$$

$$* \frac{V_2 - V_1}{500} + \frac{V_2}{1000} + \frac{V_2 - V_3}{250} = 0$$

$$- \frac{1}{500} V_1 + \frac{7}{1000} V_2 - \frac{1}{250} V_3 = 0$$

$$* \frac{V_3 - V_2}{250} + \frac{V_3}{R_3} = 0$$

$$-\frac{1}{250} V_2 + \frac{(250 + R_3)}{250 R_3} V_3 = 0$$

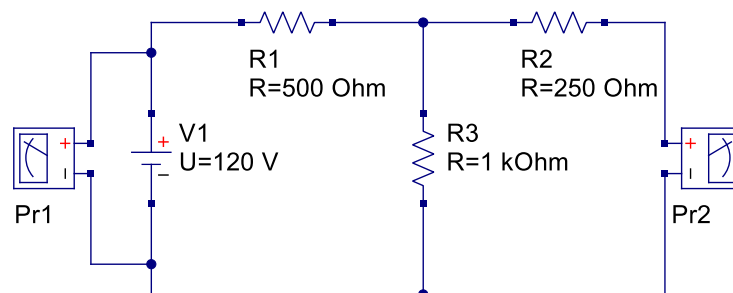
$$R_3 = 500 \text{ } [\Omega] \quad \begin{array}{l} V_2 = 55.3846 \text{ [V]} \\ V_3 = 36.9231 \text{ [V]} \end{array} \quad \parallel \quad I_L = \frac{V_3}{500} = 0.07385 \text{ [A]} \parallel$$

$$R_3 = 1000 \text{ } [\Omega] \quad \begin{array}{l} V_2 = 63.1571 \text{ [V]} \\ V_3 = 50.5263 \text{ [V]} \end{array} \quad \parallel \quad I_L = \frac{V_3}{1000} = 0.0505 \text{ [A]} \parallel$$

- 4) Mediante simulación, encuentre los valores de V_L e I_L en el circuito de la figura, para valores de la resistencia de carga $R_L = 500 \text{ } [\Omega]$ y $1 \text{ k}\Omega$. Registre los resultados en la tabla.
- 5) Mediante simulación, encuentre los valores de V_L e I_L en el circuito de la figura, para valores de la resistencia de carga $R_L = 500 \text{ } [\Omega]$ 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.

2. Simulación

Se utilizó el software *Quite Universal Circuit Simulator*. para simular los circuitos, estos pueden verse en la figura (1), (2) y (3).



simulación dc

DC1

number	Pr1.V	Pr2.V
1	120	80

Figura 1: Simulación para el calculo del equivalente de *Thévenin*.

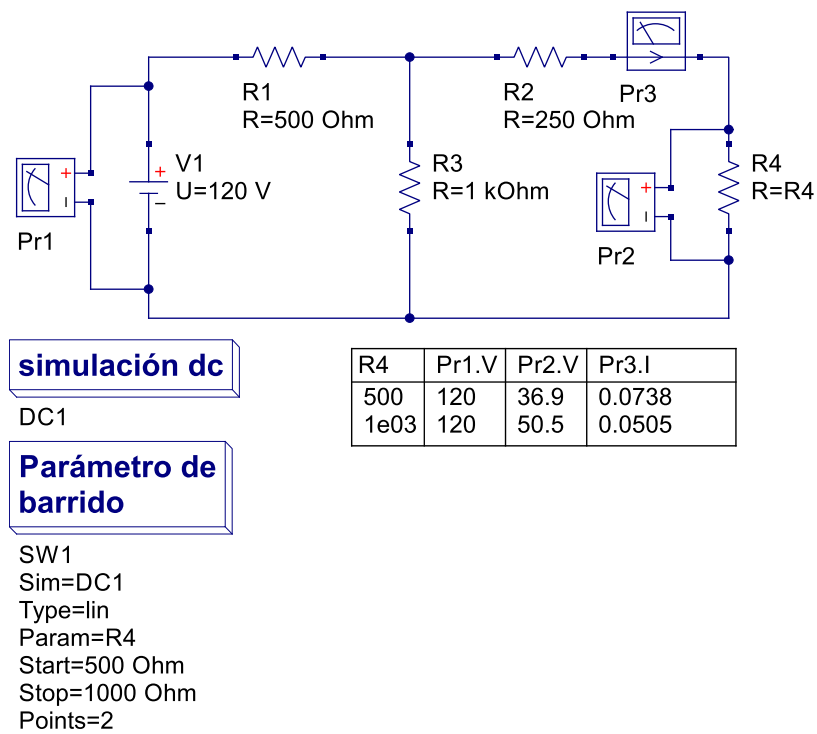


Figura 2: Simulación del circuito de practica.

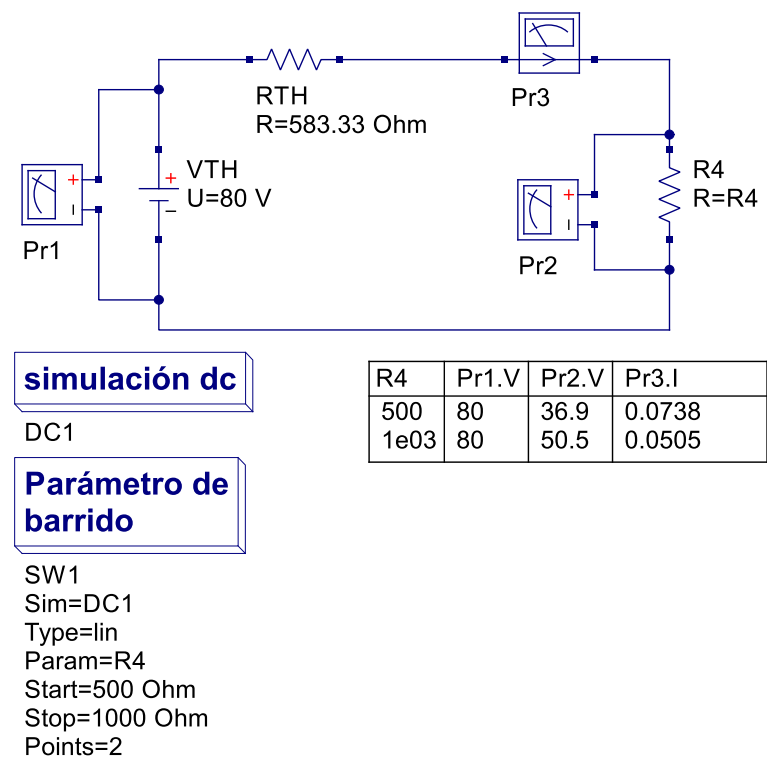


Figura 3: Simulación del circuito con el equivalente de *Thévenin*.

3. Tablas y mediciones

En la figura (4), 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 4	MARTES	15 : 02	3E	30/04/24	5/24	
CABALLERO BURGEOA		CARLOS EDUARDO		VoBo Docente Laboratorio		

Resultados

	V_i	$R_{250\Omega}$	$R_{500\Omega}$	$R_{1K\Omega}$	R_L	V_L	I_L	V_{TH}	R_{TH}
TEÓRICO	120 V	250 Ω	500 Ω	1000 Ω	500 Ω	36.923	0.074	80	583.33
					1000 Ω	50.526	0.05		
SIMULACIÓN	120 V	250 Ω	500 Ω	1000 Ω	500 Ω	36.9	0.0738	80	583.33
					1000 Ω	50.5	0.0505		

Tabla 4.1.

$R_{250\Omega}$	$R_{500\Omega}$	$R_{1K\Omega}$	V_i	R_L	V_L	I_L
248	521	1042	120	528 ⁵⁰⁰	37.4	70.9
			120	1041 ^{1k}	48.5	52.6

Tabla 4.3.

El voltaje de Thévenin es el voltaje de circuito abierto (V_{oc}) visto desde las terminales A-B	$V_{TH} = 80.1$
Sustituyendo la fuente de voltaje por un corto circuito la resistencia de Thévenin es la resistencia vista desde A-B	$R_{TH} = 597$

Tabla 4.4.

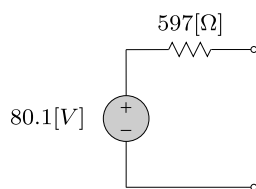
	R_L	V_L	I_L
LABORATORIO	521 ⁵⁰⁰	38.7	73.2
	1042 ^{1k}	49.9	53.9

Tabla 4.5.

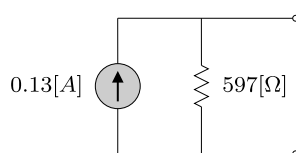
Figura 4: Tabla de resultados.

4. Cuestionario

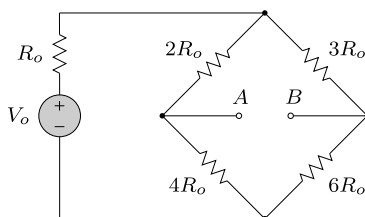
1. A partir del equivalente *Thévenin* obtenido en el laboratorio y utilizando la transformación de fuentes, encuentre el equivalente de *Norton*.



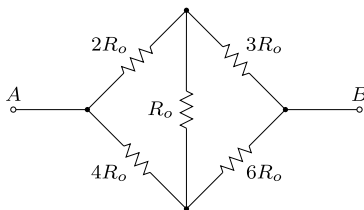
$$I_N = \frac{V_{TH}}{R_{TH}} = \frac{80.1[V]}{597[\Omega]} = 0.13[A]$$



2. Determine el equivalente *Thévenin* visto desde las terminales $A-B$ del circuito mostrado en la figura a continuación. Trabaje con la fuente V_0 y su resistencia interna R_0 en forma literal.



Calculando la resistencia de *Thévenin*:

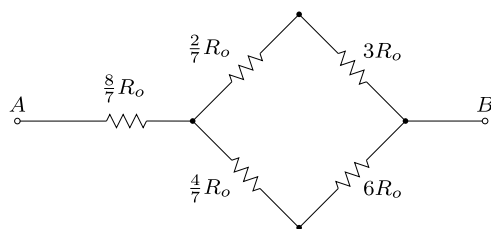


Aplicando una transformación delta-estrella:

$$R_1 = \frac{2R_o \cdot 4R_o}{2R_o + 4R_o + R_o} = \frac{8}{7}R_o$$

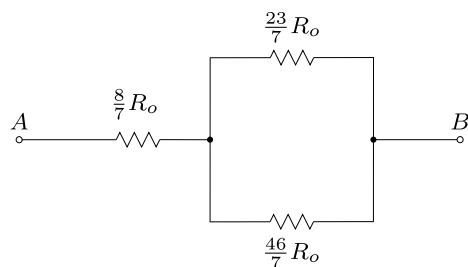
$$R_2 = \frac{2R_o \cdot 1R_o}{2R_o + 4R_o + R_o} = \frac{2}{7}R_o$$

$$R_3 = \frac{4R_o \cdot 1R_o}{2R_o + 4R_o + R_o} = \frac{4}{7}R_o$$



$$R_4 = \frac{2}{7}R_o + 3R_o = \frac{23}{7}R_o$$

$$R_5 = \frac{4}{7}R_o + 6R_o = \frac{46}{7}R_o$$

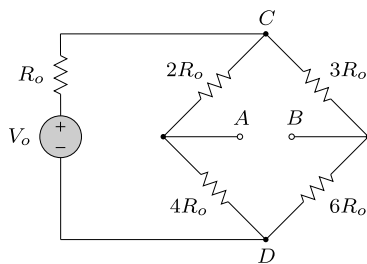


$$R_6 = \frac{(\frac{23}{7}R_o)(\frac{46}{7}R_o)}{\frac{23}{7}R_o + \frac{46}{7}R_o} = \frac{46}{21}R_o$$



$$R_{TH} = \frac{8}{7}R_o + \frac{46}{21}R_o = \frac{10}{3}R_o$$

Calculando el voltaje de *Thévenin*, por el método de voltajes de nodos, usando a *B* como voltaje de referencia:



Nodo *A*:

$$\frac{V_A - V_C}{2R_o} + \frac{V_A - V_D}{4R_o} = 0$$

Nodo C :

$$\frac{V_C}{3R_o} + \frac{V_C - V_A}{2R_o} + \frac{V_C - (V_D + V_o)}{R_o} = 0$$

Nodo D :

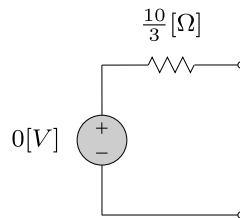
$$\frac{V_D}{6R_o} + \frac{V_D - V_A}{4R_o} + \frac{(V_D + V_o) - V_C}{R_o} = 0$$

$$\begin{cases} (\frac{1}{2R_o} + \frac{1}{4R_o})V_A + (-\frac{1}{2R_o})V_C + (-\frac{1}{4R_o})V_D = 0 \\ (-\frac{1}{2R_o})V_A + (\frac{1}{3R_o} + \frac{1}{2R_o} + \frac{1}{R_o})V_C + (-\frac{1}{R_o})V_D = \frac{V_o}{R_o} \\ (-\frac{1}{4R_o})V_A + (-\frac{1}{R_o})V_C + (\frac{1}{6R_o} + \frac{1}{4R_o} + \frac{1}{R_o})V_D = -\frac{V_o}{R_o} \end{cases}$$

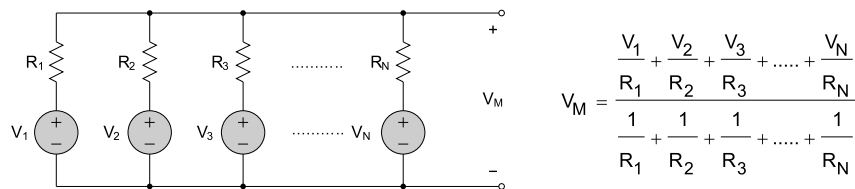
A partir del sistema de ecuaciones, se calcula V_A :

$$V_A = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -1/2 & -1/4 \\ V_o & 11/6 & -1 \\ -V_o & -1 & 17/12 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3/4 & -1/2 & -1/4 \\ -1/2 & 11/6 & -1 \\ -1/4 & -1 & 17/12 \end{vmatrix}} = \frac{0 - \frac{1}{2}V_o + \frac{1}{4}V_o - 0 + \frac{17}{24}V_o - \frac{11}{24}V_o}{\frac{187}{96} - \frac{1}{8} - \frac{1}{8} - \frac{11}{96} - \frac{17}{48} - \frac{3}{4}} = \frac{0}{\frac{23}{48}} = 0$$

Por tanto no existe una diferencia de potencial entre los puntos A y B .



3. Demuestre el teorema de *Millman*.



Se calcula el voltaje de *Thévenin* por medio del método de voltajes de nodo:

$$\begin{aligned} \frac{V_{TH} - V_1}{R_1} + \frac{V_{TH} - V_2}{R_2} + \frac{V_{TH} - V_3}{R_3} + \dots + \frac{V_{TH} - V_N}{R_N} &= 0 \\ \frac{V_{TH}}{R_1} - \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_{TH}}{R_2} - \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_{TH}}{R_3} - \frac{V_3}{R_3} + \dots + \frac{V_{TH}}{R_N} - \frac{V_N}{R_N} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{V_{TH}}{R_1} + \frac{V_{TH}}{R_2} + \frac{V_{TH}}{R_3} + \cdots + \frac{V_{TH}}{R_N} &= \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \cdots + \frac{V_N}{R_N} \\ V_{TH} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_N} \right) &= \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \cdots + \frac{V_N}{R_N} \\ V_{TH} &= \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \cdots + \frac{V_N}{R_N}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_N}}\end{aligned}$$

5. Conclusiones

Se demostró experimentalmente el teorema de *Thévenin*, mediante la medición de circuitos tanto en laboratorio, como mediante una simulación.

Adicionalmente se analizó el puente de *Wheatstone* y sus condiciones de equilibrio, útil para la medición de resistencias.