

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

**LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**  
**INFORME No. 6**

**TEOREMA DE SUPERPOSICIÓN**

**Estudiante:**

Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

**Carrera:**

Ing. Electromecánica.

**Docente:**

Ing. Marco Antonio Vallejo Camacho.

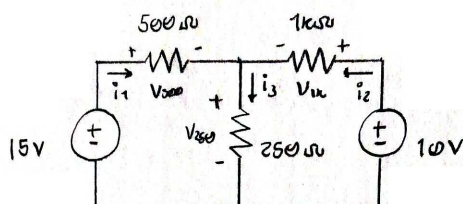
**Grupo:** 3E.

**Fecha de entrega:** 11 de Junio del 2024.

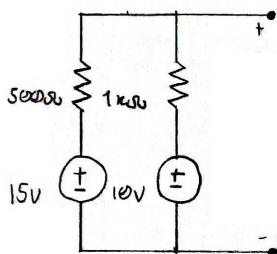
## 1. Cálculos previos

Pre-informe

- 1) Resuelve el circuito de la figura aplicando el teorema de Millman y encuentre los valores de  $V_{500}$ ,  $V_{250}$ ,  $V_{1k}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ .

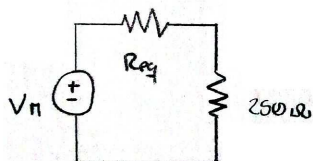


OK ✓



$$V_N = \frac{\frac{15}{500} + \frac{10}{1000}}{\frac{1}{500} + \frac{1}{1000}} = \frac{40}{3} \text{ [V]}$$

$$R_{eq} = \frac{500 \times 1000}{500 + 1000} = \frac{1000}{3} \text{ [Ω]}$$



$$V_{250} = V_N \frac{250}{250 + R_{eq}} = \frac{40}{3} \frac{250}{250 + \frac{1000}{3}} = \frac{40}{7} = 5.71 \text{ [V]}$$

$$V_{500} = 15 - \frac{40}{7} = \frac{67}{7} = 9.29 \text{ [V]}$$

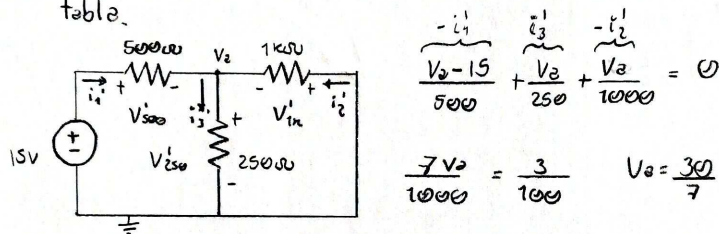
$$V_{1k} = 10 - \frac{40}{7} = \frac{30}{7} = 4.29 \text{ [V]}$$

$$I_1 = \frac{V_{500}}{500} = \frac{67}{3500} = 0.019 \text{ [A]}$$

$$I_2 = \frac{V_{1k}}{1000} = \frac{3}{700} = 0.0043 \text{ [A]}$$

$$I_3 = \frac{V_{250}}{250} = \frac{4}{175} = 0.023 \text{ [A]}$$

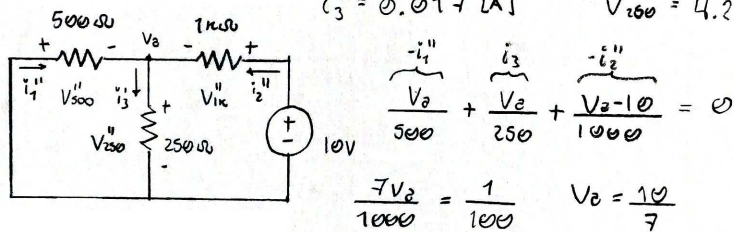
- 2) Realice la simulación del circuito de la figura y encuentre los valores de  $V_{500}$ ,  $V_{250}$ ,  $V_{1k}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ . Registre los resultados obtenidos en la tabla.
- 3) Resuelva el circuito de la figura por superposición y encuentre los valores de  $V_{500}$ ,  $V_{250}$ ,  $V_{1k}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ . Registre los resultados obtenidos en la tabla.



$$i_1' = 0.021 \text{ [A]} \quad V_{500}' = 10.71 \text{ [V]}$$

$$i_2' = -0.00429 \text{ [A]} \quad V_{1k}' = -4.29 \text{ [V]}$$

$$i_3' = 0.017 \text{ [A]} \quad V_{250}' = 4.29 \text{ [V]}$$



$$i_1'' = -0.0029 \text{ [A]} \quad V_{500}'' = -1.43 \text{ [V]}$$

$$i_2'' = 0.0086 \text{ [A]} \quad V_{1k}'' = 8.57 \text{ [V]}$$

$$i_3'' = 0.0057 \text{ [A]} \quad V_{250}'' = 1.43 \text{ [V]}$$

$$i_1 = i_1' + i_1'' = 0.0186 \text{ [A]}$$

$$i_2 = i_2' + i_2'' = 0.004286 \text{ [A]}$$

$$i_3 = i_3' + i_3'' = 0.02286 \text{ [A]}$$

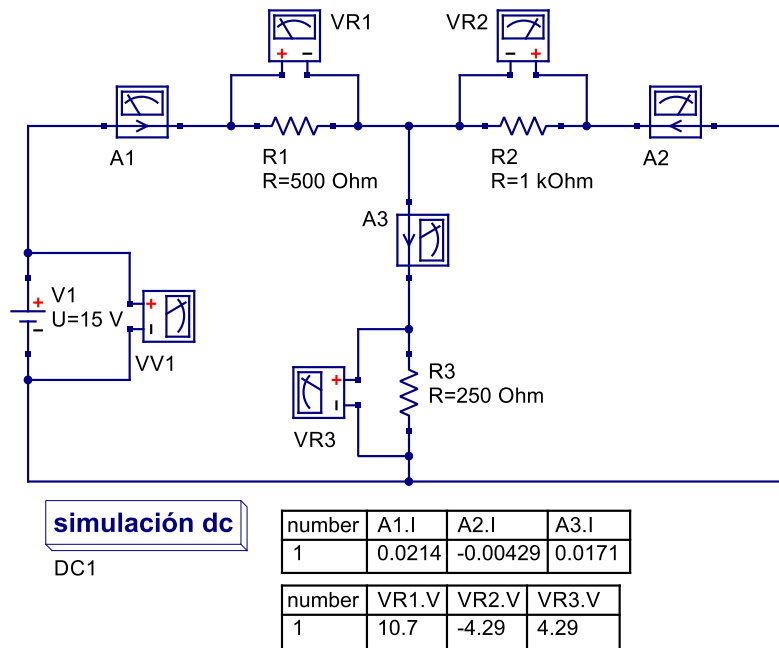
$$V_{500} = V_{500}' + V_{500}'' = 9.286 \text{ [V]}$$

$$V_{1k} = V_{1k}' + V_{1k}'' = 4.286 \text{ [V]}$$

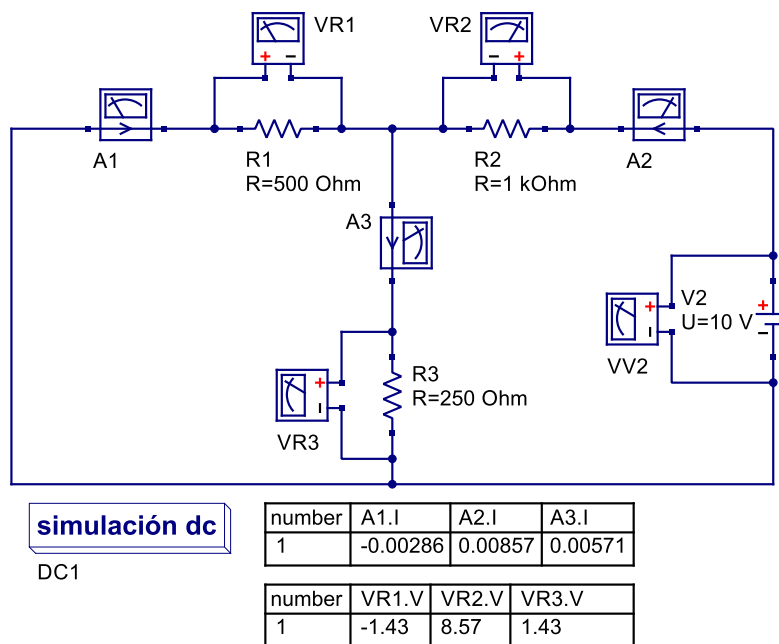
$$V_{250} = V_{250}' + V_{250}'' = 5.71 \text{ [V]}$$

## 2. Simulación

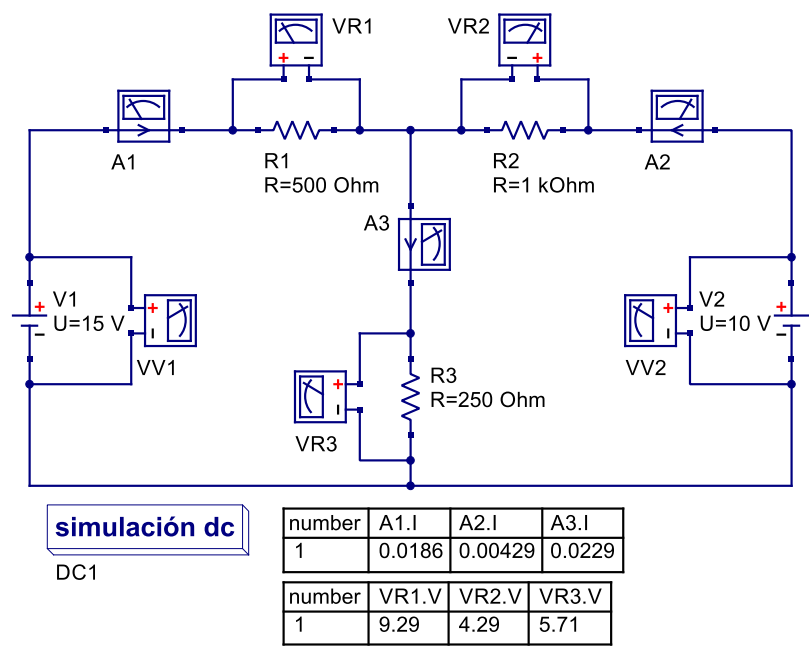
Se utilizó el software *Quite Universal Circuit Simulator*. para simular los circuitos, estos pueden verse en la figura (1), (2) y (3).



**Figura 1:** Simulación del circuito con la fuente de 15[V].



**Figura 2:** Simulación del circuito con la fuente de 10[V].



**Figura 3:** Simulación del circuito con las dos fuentes de tensión.

### 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.

<b>PRÁCTICA 6</b>	MARTES	14 : 47	3E	04/06/24	1/24	
	<i>Día</i>	<i>Hora</i>	<i>Grupo</i>	<i>Fecha</i>	<i>Gestión</i>	
CABALLERO BURGOA		CARLOS EDUARDO				
<i>Apellido(s)</i>		<i>Nombre(s)</i>			<i>VoBo Docente Laboratorio</i>	

#### Resultados

$V_1 = 15\text{ V}$				$V_2 = 10\text{ V}$			
500 $\Omega$		250 $\Omega$		1 k $\Omega$			
$I_1'$ [A]	$I_1''$ [A]	$I_3'$ [A]	$I_3''$ [A]	$I_2'$ [A]	$I_2''$ [A]		
0.021	0.0214	0.017	0.0171	4.29 $\times 10^{-3}$	4.29 $\times 10^{-3}$	8.6 $\times 10^{-3}$	8.57 $\times 10^{-3}$
TEÓRICO	SIMULACIÓN	TEÓRICO	SIMULACIÓN	TEÓRICO	SIMULACIÓN	TEÓRICO	SIMULACIÓN
$I_1 = I_1' + I_1''$		$I_3 = I_3' + I_3''$		$I_2 = I_2' + I_2''$			
0.0186 [A]		0.02286 [A]		4.286 $\times 10^{-3}$ [A]			
TEÓRICO		TEÓRICO		TEÓRICO		SIMULACIÓN	
$V_{500}'$ [V]	$V_{500}''$ [V]	$V_{250}'$ [V]	$V_{250}''$ [V]	$V_{1k}'$ [V]	$V_{1k}''$ [V]		
10.71	10.7	4.29	4.29	-4.29	-4.29	8.57	8.57
TEÓRICO	SIMULACIÓN	TEÓRICO	SIMULACIÓN	TEÓRICO	SIMULACIÓN	TEÓRICO	SIMULACIÓN
$V_{500} = V_{500}' + V_{500}''$		$V_{250} = V_{250}' + V_{250}''$		$V_{1k} = V_{1k}' + V_{1k}''$			
9.286 [V]		5.71 [V]		4.286 [V]			
TEÓRICO		TEÓRICO		TEÓRICO		SIMULACIÓN	

Tabla 6.1.

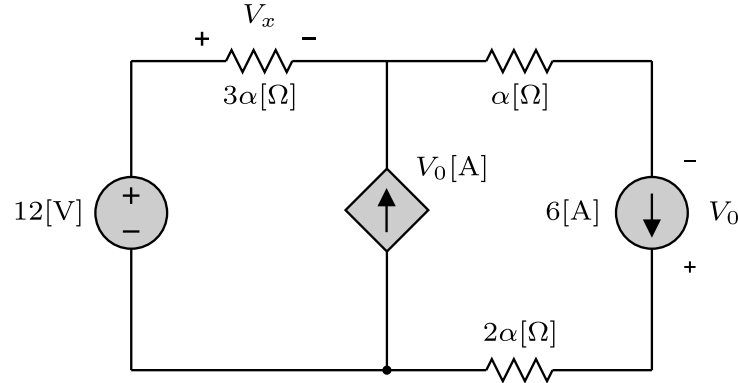
(15V) $V_1 = 15.1$ [V]		(10V) $V_2 = 9.99$ [V]			
$R_{500\Omega} = 521$ [ $\Omega$ ]		$R_{250\Omega} = 257$ [ $\Omega$ ]		$R_{1k\Omega} = 1046$ [ $\Omega$ ]	
CORRIENTES					
$I_1$ 18.6 [mA]		$I_3$ 22.7 [mA]		$I_2$ 4.1 [mA]	
$I_1'$ 20.9 [mA]	$I_1''$ -2.6 [mA]	$I_3'$ 16.9 [mA]	$I_3''$ 5.5 [mA]	$I_2'$ -4 [mA]	$I_2''$ 8.2 [mA]
$I_1' + I_1'' = 18.3$ [mA]		$I_3' + I_3'' = 22.4$ [mA]		$I_2' + I_2'' = 4.2$ [mA]	
VOLTAJES					
$V_{500}$ 9.60 [V]		$V_{250}$ 5.60 [V]		$V_{1k}$ 4.35 [V]	
$V_{500}'$ 10.97 [V]	$V_{500}''$ -1.37 [V]	$V_{250}'$ 4.22 [V]	$V_{250}''$ 1.38 [V]	$V_{1k}'$ -4.22 [V]	$V_{1k}''$ 8.56 [V]
$V_{500}' + V_{500}'' = 9.6$ [V]		$V_{250}' + V_{250}'' = 5.6$ [V]		$V_{1k}' + V_{1k}'' = 4.34$ [V]	

Tabla 6.2.

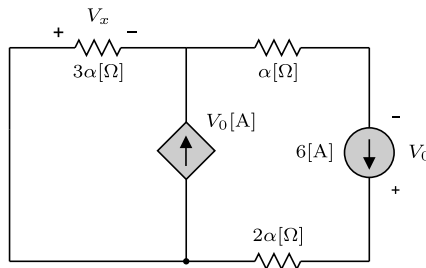
Figura 4: Tabla de resultados.

#### 4. Cuestionario

1. En el circuito presentado en la figura a continuación, determine el valor del parámetro adimensional  $\alpha$ , aplicando el teorema de superposición, tal que el voltaje  $V_x = 0[V]$ .



Se calcula  $V_x$  para la fuente de corriente de  $6[A]$ :



Usando el método de tensiones de malla con la supermalla, se obtiene:

$$3\alpha i_1 + \alpha i_2 - V_0 + 2\alpha i_2 = 0 \quad (1)$$

Se sabe que  $i_2 = 6$ , por tanto:

$$\begin{aligned} i_2 - i_1 &= V_0 \\ i_1 &= 6 - V_0 \end{aligned} \quad (2)$$

Reemplazando (2) en (1):

$$\begin{aligned} 3\alpha(6 - V_0) + 6\alpha - V_0 + 12\alpha &= 0 \\ 18\alpha - 3\alpha V_0 + 6\alpha - V_0 + 12\alpha &= 0 \\ 36\alpha - 3\alpha V_0 - V_0 &= 0 \\ V_0(3\alpha + 1) &= 36\alpha \\ V_0 &= \frac{36\alpha}{3\alpha + 1} \end{aligned} \quad (3)$$

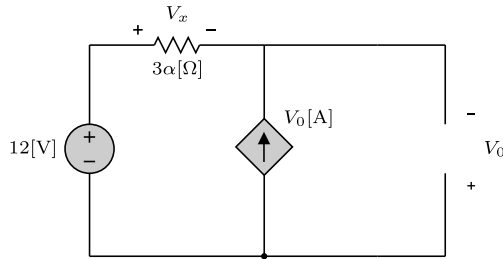
Se calcula  $V_x$  en función de  $\alpha$ :

$$\begin{aligned} V_x &= 3\alpha i_1 \\ V_x &= 3\alpha(6 - V_0) \end{aligned} \quad (4)$$

Reemplazando (3) en (4):

$$V_x = 3\alpha \left( 6 - \frac{36\alpha}{3\alpha + 1} \right) \quad (5)$$

Se calcula  $V_x$  para la fuente de tensión de 12[V]:



Usando el método de tensiones de malla, se obtiene:

$$-12 + 3\alpha i_1 + V_{V_0} = 0 \quad (6)$$

Se sabe que  $i_1 = V_0$  y que  $V_{V_0} = V_0$ , por tanto:

$$\begin{aligned} -12 + 3\alpha V_0 + V_0 &= 0 \\ 3\alpha V_0 + V_0 &= 12 \\ V_0(3\alpha + 1) &= 12 \\ V_0 &= \frac{12}{3\alpha + 1} \end{aligned} \quad (7)$$

Se calcula  $V_x$  en función de  $\alpha$ :

$$\begin{aligned} V_x &= 3\alpha i_1 \\ V_x &= 3\alpha V_0 \end{aligned} \quad (8)$$

Reemplazando (7) en (8):

$$V_x = \frac{36\alpha}{3\alpha + 1} \quad (9)$$

Para que  $V_x = 0$ :

$$3\alpha \left( 6 - \frac{36\alpha}{3\alpha + 1} \right) + \frac{36\alpha}{3\alpha + 1} = 0$$



$$\begin{aligned}
18\alpha - \frac{108\alpha}{3\alpha + 1} + \frac{36\alpha}{3\alpha + 1} &= 0 \\
18\alpha &= \frac{72\alpha}{3\alpha + 1} \\
3\alpha + 1 &= 4 \\
\alpha &= 1
\end{aligned} \tag{10}$$

## 5. Conclusiones

Se demostró experimentalmente el principio de superposición, mediante la medición de circuitos tanto en laboratorio, como mediante una simulación.

Es de destacar en las mediciones de laboratorio, que la suma algebraica de las tensiones y las corrientes, son muy precisas respecto a la medición con las dos fuentes de tensión, esto puede deberse al correcto manejo de las escalas en el multímetro, y las cantidades pequeñas involucradas en el experimento.

	Dos fuentes	Fuente 15[V]	Fuente 10[V]	Suma algebraica	Error
$V_{500[\Omega]}$	9.60[V]	10.97[V]	-1.37[V]	9.6[V]	0 %
$V_{250[\Omega]}$	5.60[V]	4.22[V]	1.38[V]	5.6[V]	0 %
$V_{1[k\Omega]}$	4.35[V]	-4.22[V]	8.56[V]	4.34[V]	0.23 %

	Dos fuentes	Fuente 15[V]	Fuente 10[V]	Suma algebraica	Error
$I_1$	18.6[mA]	20.9[mA]	-2.6[mA]	18.3[mA]	0.016 %
$I_2$	22.7[mA]	16.9[mA]	5.5[mA]	22.4[mA]	0.013 %
$I_3$	4.1[mA]	-4[mA]	8.2[mA]	4.2[mA]	0.024 %