

Cálculos (Teorema de Superposición)

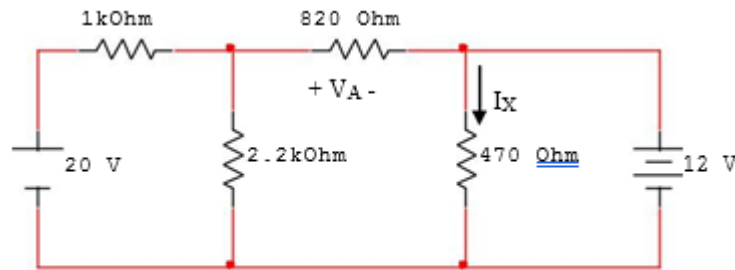


Figura 4.1. Circuito para comprobar el Teorema de Superposición.

1. Con las dos fuentes conectadas, mida el voltaje V_A y la corriente I_X , respetando tanto la polaridad del voltaje como el sentido de la corriente que se proporcionan. Anote el valor de las mediciones en la tabla 4.1 y 4.2 respectivamente.

Análisis de mallas

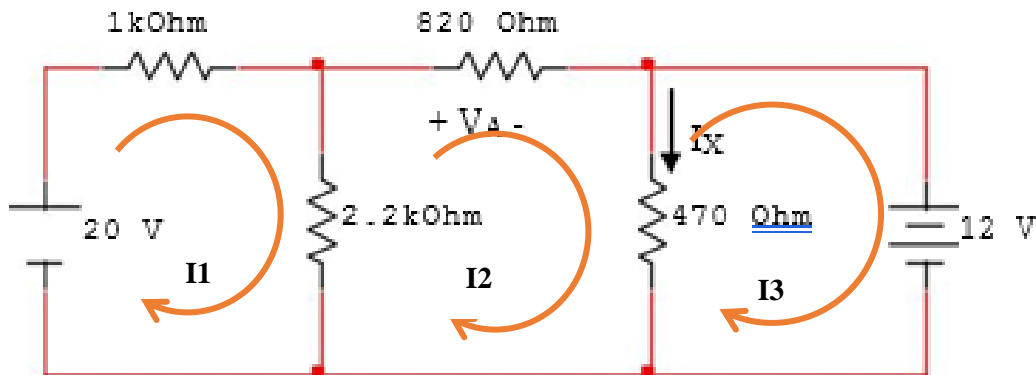


Imagen1 Analisis por mallas

Malla 1

$$20 = V1 + V2$$

$$20 = 1I_1 + 2.20(I_1 - I_2)$$

$$\text{ec1: } 3.20I_1 - 2.20I_2 = 20$$

Malla 2

$$V2 + V3 + V4 = 0$$

$$2.20(I_2 - I_1) + 0.82I_2 + 0.47(I_2 - I_3) = 0$$

$$\text{ec2: } -2.20I_1 + 3.49I_2 - 0.47I_3 = 20$$

Malla3

$$-V4 - 12 = 0$$

$$-0.47(I_3 - I_2) = 12$$

$$\text{ec3: } 0.47I_2 - 0.47I_3 = 12$$

$$I_1 = 7.048\text{mA} \quad I_2 = 1.161\text{mA} \quad I_3 = -24.37\text{mA}$$

$$I_x = I_3 - I_2$$

$$I_x = -24.37 - 1.161$$

$$I_x = -25.53 \text{ mA}$$

$$VA = R \cdot I_2$$

$$VA = 0.82 \cdot 1.61$$

$$VA = 0.951 \text{ V}$$

La solución por el método de Gauss

Transformar la matriz aumentada del sistema en una matriz en forma escalonada:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 3.2 & -2.2 & 0 & 20 \\ -2.2 & 3.49 & -0.47 & 0 \\ 0 & 0.47 & -0.47 & 12 \end{array} \right) \xrightarrow{\times(0.6875)} \left(\begin{array}{ccc|c} 3.2 & -2.2 & 0 & 20 \\ 0 & 1.978 & -0.47 & 13.75 \\ 0 & 0.47 & -0.47 & 12 \end{array} \right) \xrightarrow{\times(-0.2377)} \left(\begin{array}{ccc|c} 3.2 & -2.2 & 0 & 20 \\ 0 & 1.978 & -0.47 & 13.75 \\ 0 & 0 & -0.3583 & 8.732 \end{array} \right)$$

$$\begin{cases} 3.2 \cdot x_1 - 2.2 \cdot x_2 = 20 \\ 1.978 \cdot x_2 - 0.47 \cdot x_3 = 13.75 \quad (1) \\ -0.3583 \cdot x_3 = 8.732 \end{cases}$$

- De la ecuación 3 del sistema (1) encontramos con la variable x_3 :
 $-0.3583 \cdot x_3 = 8.732$
 $x_3 = -24.37$
- De la ecuación 2 del sistema (1) encontramos con la variable x_2 :
 $1.978 \cdot x_2 = 13.75 + 0.47 \cdot x_3 = 13.75 + 0.47 \cdot (-24.37) = 2.296$
 $x_2 = 1.161$
- De la ecuación 1 del sistema (1) encontramos con la variable x_1 :
 $3.2 \cdot x_1 = 20 + 2.2 \cdot x_2 = 20 + 2.2 \cdot (1.161) = 22.55$
 $x_1 = 7.048$

La respuesta:

$x_1 = 7.048$
 $x_2 = 1.161$
 $x_3 = -24.37$

La solución general: $X = \begin{pmatrix} 7.048 \\ 1.161 \\ -24.37 \end{pmatrix}$

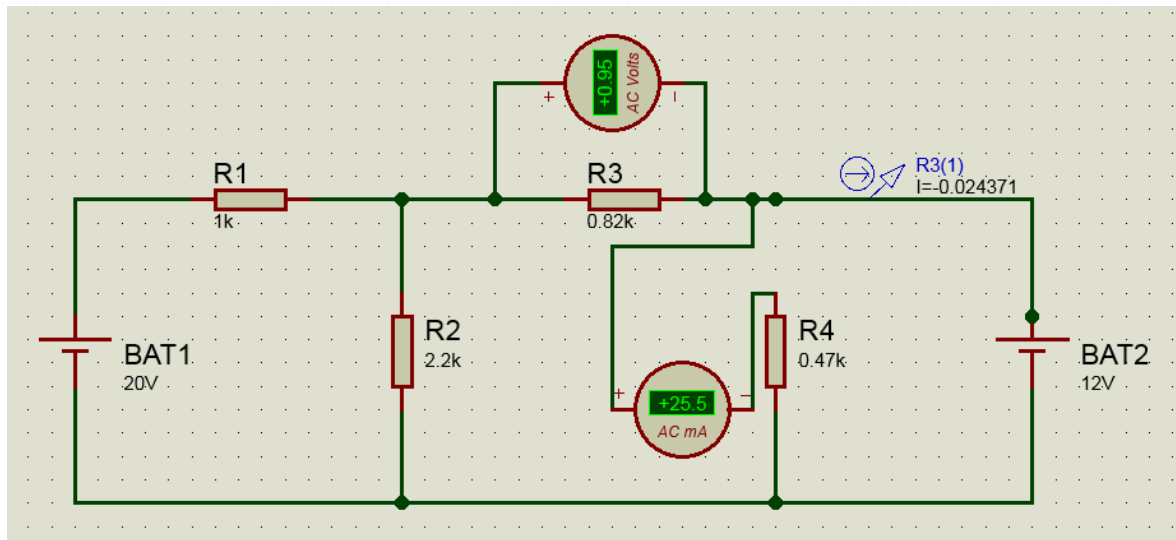


Imagen 1.1 circuito con el voltaje en VA y la corriente I_x cuando se encuentran las dos fuentes .

- Haga “cero” la fuente de voltaje de 12 V (V_2) y mida el voltaje VA y la corriente I_x , respetando tanto la polaridad del voltaje como el sentido de la corriente que se proporcionan. Anote el valor de las mediciones en la tabla 4.1 y 4.2 respectivamente.

Teorema de superposición

Se toma una de las fuentes para el primer caso se cortocircuita la fuente de voltaje de 12 V
Obteniendo el primer circuito a estudiar

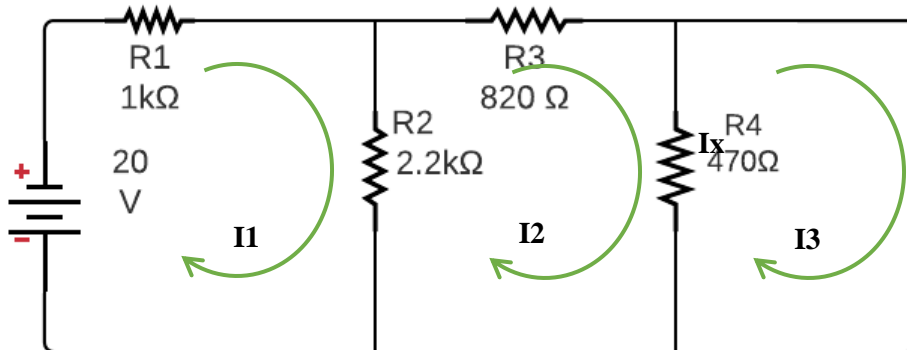


Imagen 2 Circuito desconectado una fuente

Mediante el Análisis de mallas se obtiene los valores de la corriente en cada una.

Malla 1

$$20 = V1 + V2$$

$$20 = 1I_1 + 2.20(I_1 - I_2)$$

$$ec1: 3.20I_1 - 2.20I_2 = 20$$

Malla 2

$$V2 + V3 + V4 = 0$$

$$2.20(I_2 - I_1) + 0.82I_2 + 0.47(I_2 - I_3) = 0$$

$$ec2: -2.20I_1 + 3.49I_2 - 0.47I_3 = 20$$

Malla3

$$-V4 = 0$$

$$-0.47(I_3 - I_2) = 0$$

$$ec3: I_3 - I_2 = 0$$

$$I_1 = 12.52mA \quad I_2 = 9.12mA \quad I_3 = 9.12mA$$

EL VALOR DE LA CORRIENTE I_x

$$I_{x1} = I_3 - I_2$$

$$I_{x1} = 9.12 - 9.12$$

$$I_{x1} = 0mA$$

EL VALOR DEL VOLTAJE EN VA

$$VA1 = R * I_2$$

$$VA1 = 0.82 * 9.12$$

$$VA1 = 7.47V$$

La solución por el método de Gauss

Transformar la matriz aumentada del sistema en una matriz en forma escalonada:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 3,2 & -2,2 & 0 & 20 \\ -2,2 & 3,49 & -0,47 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{array} \right) \xrightarrow{\times(0,6875)} \left(\begin{array}{ccc|c} 3,2 & -2,2 & 0 & 20 \\ 0 & 1,978 & -0,47 & 13,75 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{array} \right) \xrightarrow{F_2 - (-0,6875) \cdot F_1 \rightarrow F_2} \left(\begin{array}{ccc|c} 3,2 & -2,2 & 0 & 20 \\ 0 & 1,978 & -0,47 & 13,75 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{array} \right) \xrightarrow{\times(-0,5057)} \left(\begin{array}{ccc|c} 3,2 & -2,2 & 0 & 20 \\ 0 & 1,978 & -0,47 & 13,75 \\ 0 & 0 & -0,7623 & -6,953 \end{array} \right)$$

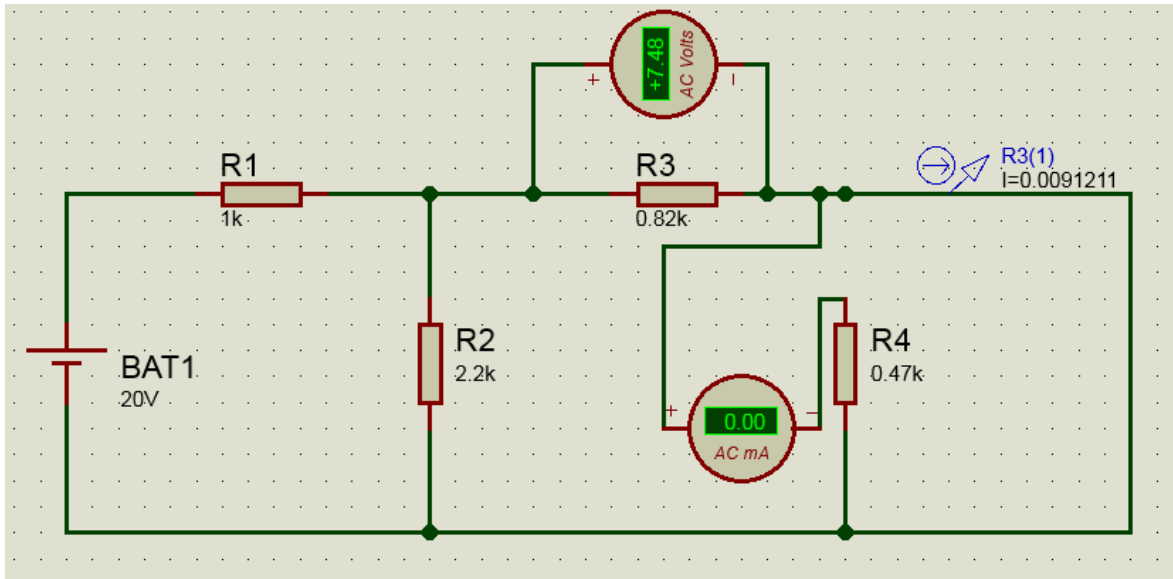
$$\begin{cases} 3,2 \cdot x_1 - 2,2 \cdot x_2 = 20 \\ 1,978 \cdot x_2 - 0,47 \cdot x_3 = 13,75 \\ -0,7623 \cdot x_3 = -6,953 \end{cases} \quad (1)$$

- De la ecuación 3 del sistema (1) encontramos con la variable x_3 :
 $-0,7623 \cdot x_3 = -6,953$
 $x_3 = 9,121$
- De la ecuación 2 del sistema (1) encontramos con la variable x_2 :
 $1,978 \cdot x_2 - 0,47 \cdot x_3 = 13,75$
 $1,978 \cdot x_2 - 0,47 \cdot (9,121) = 13,75$
 $x_2 = 9,121$
- De la ecuación 1 del sistema (1) encontramos con la variable x_1 :
 $3,2 \cdot x_1 - 2,2 \cdot x_2 = 20$
 $3,2 \cdot x_1 - 2,2 \cdot (9,121) = 20$
 $x_1 = 12,52$

La respuesta:

$x_1 = 12,52$
 $x_2 = 9,121$
 $x_3 = 9,121$

La solución general: $X = \begin{pmatrix} 12,52 \\ 9,121 \\ 9,121 \end{pmatrix}$



3. Haga “cero” la fuente de voltaje de 20 V (V1) y mida el voltaje VA y la corriente IX, respetando tanto la polaridad del voltaje como el sentido de la corriente que se proporcionan. Anote el valor de las mediciones en la tabla 4.1 y 4.2 respectivamente

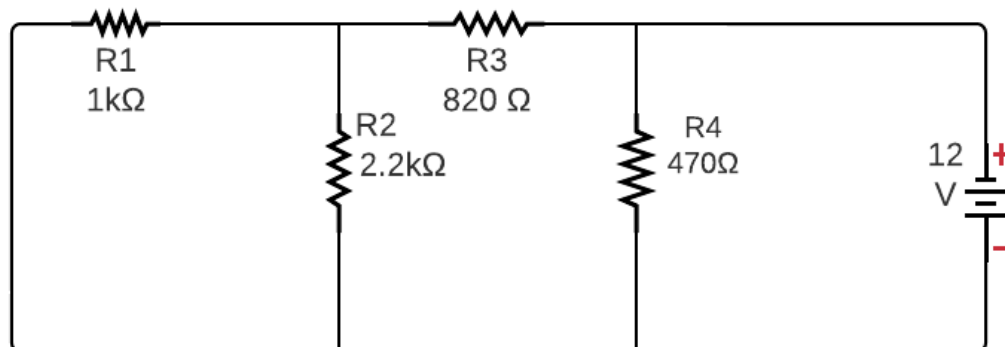


Imagen 3 circuito desconectada la fuente de voltaje de 20v

Calcular el valor de la resistencia total

La resistencia $R1 \parallel R2$

$$Re1 = \frac{1(2.2)}{1 + 2.2} = 0.675k\Omega$$

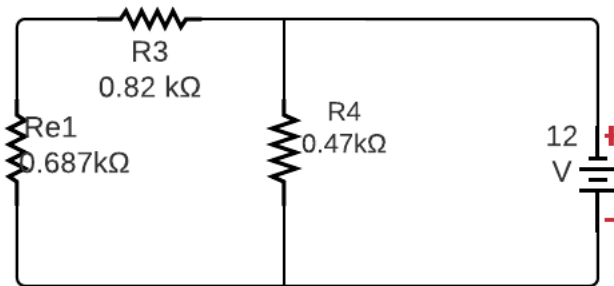


Imagen3.1 Reducción del circuito

La resistencia $Re1$ en serie con $R3$ se llega a un circuito con dos resistores en paralelo

$$Re2 = 0.687 + 0.82 = 1.51k\Omega$$

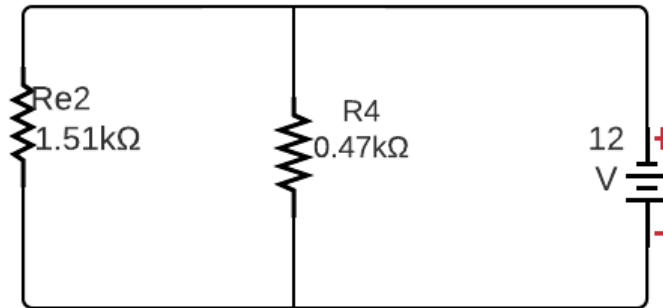


Imagen3.2 Reducción del circuito a dos resistencias

Obtener el valor de la resistencia total

$Re2 \parallel R4$

$$RT = \frac{1.51(0.47)}{1.51 + 0.47} = 0.3584k\Omega$$

Aplicar ley de Ohm

$$IT = \frac{V}{R} = \frac{12}{0.3584} = 33.49mA$$

Aplicar Divisor de corriente

$$I2 = \frac{R4}{R4 + Re2} (IT) = \frac{0.47}{1.51 + 0.47} (33.49) = 7.95mA$$

EL VALOR DE LA CORRIENTE I_x

$$I_{x2} = \frac{Re2}{R4 + Re2} (IT) = \frac{1.51}{1.51 + 0.47} (33.49) = 25.5mA$$

$$\mathbf{I_{x2} = 25.5mA}$$

El valor del voltaje en VA

EL VALOR DEL VOLTAJE EN VA

$$VA = R \cdot I_2$$
$$VA = 0.82 \cdot 7.95$$
$$VA = 6.526V$$

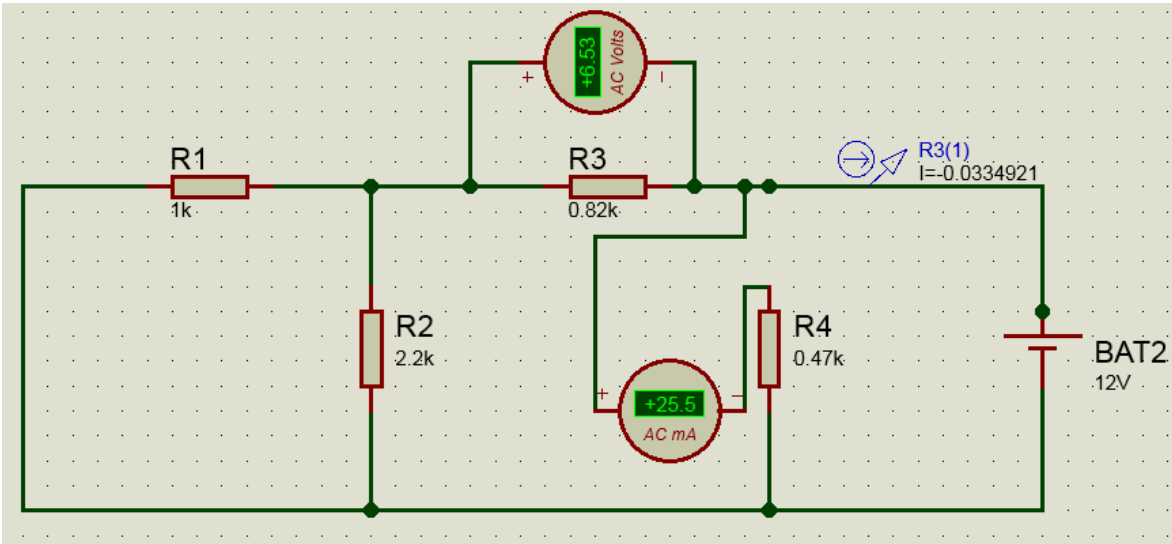


Tabla 4.1. Medición de voltaje aplicando superposición.

Voltaje Total (VA)		Voltaje (VA) cuando V ₂ =0		Voltaje (VA) cuando V ₁ =0	
Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
0.944V	0.95V	7.47V	7.48V	6.526V	6.53V

Tabla 4.2. Medición de corriente aplicando superposición.

Corriente Total (I _x)		Corriente (I _x) cuando V ₂ =0		Corriente (I _x) cuando V ₁ =0	
Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
25.5 mA	25.5 mA	0 mA	0 mA	25.5mA	25.5mA

4. Verifique el cumplimiento del Teorema de Superposición y compare los resultados obtenidos prácticamente con los obtenidos analíticamente. Realice sus conclusiones.

Para dicho circuito las corrientes se encuentran en el mismo sentido por lo cual se suman las corrientes obtenida en el primer y segundo circuito

$$I_x = I_{x1} + I_{x2}$$
$$I_x = 0 + 25.5$$
$$I_x = 25.5mA$$

Para el voltaje en VA

$$VA = VA1 - VA2$$

$$VA = 7.47 - 6.526$$

$$VA = 0.944V$$

ERROR RELATIVO

$$eI\% = \frac{|valor\ teorico - valorcalculado|}{valor\ teorico} * 100$$

CORRIENTE

$$eI_x\% = \frac{|25.5 - 25.5|}{25.5} * 100 = 0\%$$

$$eI_{x1} = 0\%$$

$$eI_{x2}\% = \frac{|25.5 - 25.5|}{25.5} * 100 = 0. \%$$

VOLTAJE

$$eV_A\% = \frac{|0.95 - 0.944|}{0.95} * 100 = 0.6\%$$

$$eV_1\% = \frac{|7.48 - 7.47|}{7.48} * 100 = 0.1\%$$

$$eV_{A2}\% = \frac{|6.53 - 6.526|}{6.53} * 100 = 0.06\%$$