

CURSO: CIRCUITOS ELÉCTRICOS

3. CIRCUITO PARALELO - TEORÍA

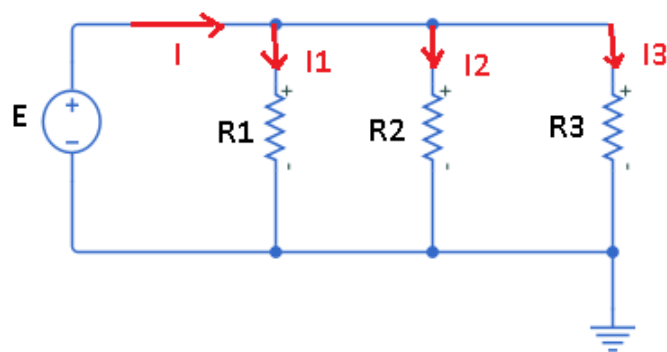
PROFESOR: JORGE ANTONIO POLANÍA

1. INTRODUCCIÓN

En esta unidad, usted aprenderá a analizar un circuito paralelo, a aplicar la Ley de Kirchhoff de corriente que regula este tipo de circuito con ejemplos ilustrativos y a solucionar un circuito mixto serie-paralelo. Para el aprendizaje se tendrá la información teórica, la simulación de circuitos en un laboratorio virtual y el laboratorio práctico para el desarrollo de los circuitos en protoboard. Terminada la unidad (Teoría+simulación+laboratorio), el estudiante debe realizar la evaluación correspondiente.

2. LEY DE KIRCHHOFF DE CORRIENTES

Esta ley es aplicable a circuitos paralelos, esto es, donde las resistencias se conectan sus terminales entre sí, como se indica en la siguiente figura. El voltaje entre las ramas paralelas o sea, de las resistencias, es el mismo: $V_1=V_2=V_3=E$



Su enunciado es el siguiente:

"En un circuito paralelo, las corrientes que entran a un nodo (punto de corte) son iguales a las corrientes que salen del mismo". Se expresa mediante la ecuación:

$$I = I_1 + I_2 + I_3,$$

Aplicando la Ley de Ohm:

$$I_1 = \frac{E}{R_1}, \quad I_2 = \frac{E}{R_2}, \quad I_3 = \frac{E}{R_3}$$

Reemplazando,

$$I = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3}$$

$$I = \frac{E}{R_T};$$

Entonces:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

"El inverso de la resistencia equivalente de un circuito paralelo es igual a la suma de los inversos de cada una de sus resistencias"

En general:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Caso especial:

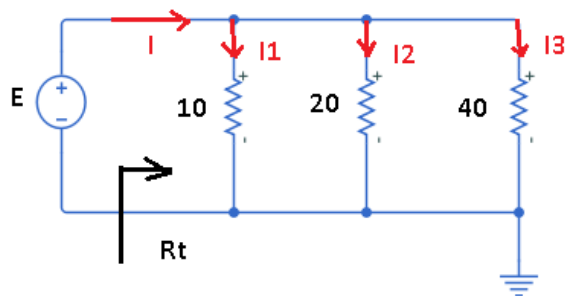
$$\text{Si } R = R_1 = R_2 = R_3 = R_n \rightarrow R_T = R/n$$

Para dos resistencias:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

EJEMPLO 1:

Hallar la resistencia total o equivalente del circuito de la figura.



Solución

$R_1 = 10 \text{ ohm}$, $R_2 = 20 \text{ ohm}$, $R_3 = 40 \text{ ohm}$

Aplicando la Ley de Kirchhoff de corrientes:

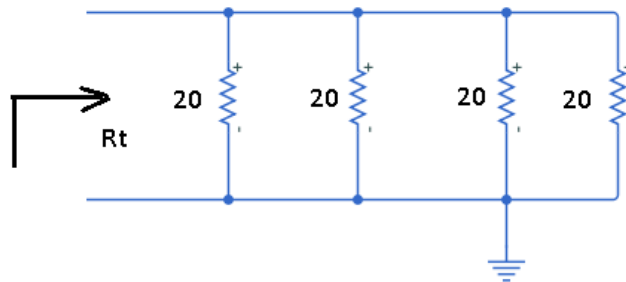
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40} = \frac{4 + 2 + 1}{40} = \frac{7}{40}$$

$$R_t = \frac{40}{7} = 5.7\Omega$$

NOTA: La resistencia equivalente de un circuito paralelo es más pequeña que la resistencia menor del circuito paralelo.

EJEMPLO 2:

Hallar la resistencia equivalente de 4 resistencias de 20 ohm conectadas en paralelo.



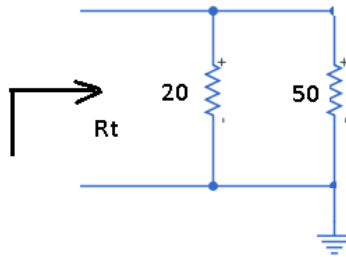
Solución

$$R_t = R/n = 20 \Omega / 4 = 5$$

$$R_t = 5 \Omega$$

EJEMPLO 3:

Hallar la Resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo de 20 y 50 ohmios.



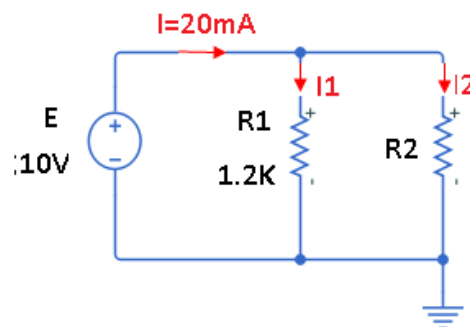
Solución

$$R_1 = 20 \Omega, R_2 = 50 \Omega$$

$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times 50}{20 + 50} = \frac{1000}{70} = 14.28 \text{ ohms}$$

EJEMPLO 4: DISEÑO

Dos resistencias en paralelo están conectadas a una fuente de 10V. Si una de ellas es de 1.2K, calcular el valor de la otra para que la corriente del circuito sea de 20mA.



Solución

Datos conocidos: $E=10V$, $I= 20 \text{ mA}$, $R1=1.2K$, $R2=?$

$I = I1+I2$, por Ley de Ohm, $I1 = E/R1 = 10V / 1.2K\Omega = 8.33\text{mA}$

despejando $I2 = I - I1 = 20\text{mA} - 8.33 \text{ mA} = 11.67 \text{ mA}$

Por Ley de Ohm: $R2 = E / I2 = 10V / 11.67 \text{ mA} = 0.86 \text{ K}\Omega = 860 \Omega$

No es un valor comercial, se escoge, $R2 = 820 \Omega$

Recalculando $I2 = 10V / 0.82K\Omega = 12.2 \text{ mA}$

Potencia = $P = V2 * I2 = 10V * 12.2 \text{ mA} = 122\text{mW}$, se escoge, 250mW

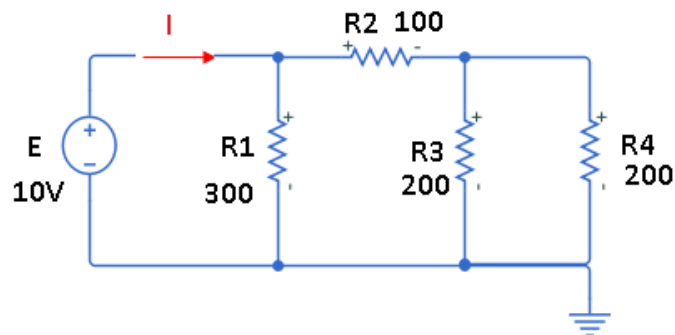
Respuesta: La resistencia es de 820Ω a $1/4 \text{ W}$

3. CIRCUITO MIXTO

El circuito mixto es un circuito con resistencias que se encuentran en una combinación serie-paralela como el del siguiente ejemplo.

EJEMPLO 5:

Calcular (a) la resistencia equivalente y (b) la corriente que entrega la fuente del siguiente circuito.

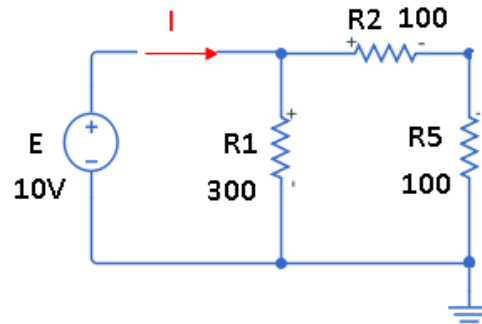


Solución

(a) Calcular la Req

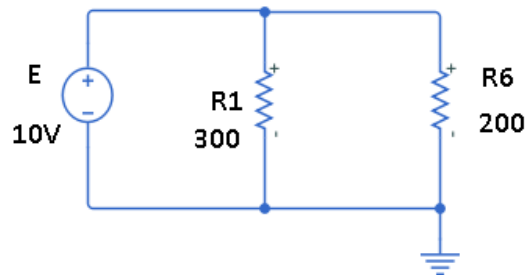
$R3$ y $R4$ están en paralelo, llamando a este paralelo $R5$, entonces,

$$R5 = R3 \cdot R4 / (R3 + R4) = 200 \cdot 200 / (200 + 200) = 40000 / 400 = 100 \Omega$$



Esta R5 queda en serie con la resistencia R2, que la llamamos R6

$$R6 = R2 + R5 = 100 + 100 = 200 \Omega$$



R6 queda en paralelo con R1,

$$Req = R1 \cdot R6 / (R1 + R6) = 300 \cdot 200 / (300 + 200) = 300 \cdot 200 / 500 = 120 \Omega$$

(b) Conocida la Req por Ley de Ohm calculamos la corriente

$$I = E / Req = 10V / 120\Omega = 0.083 A = 0.083 \cdot 1000 = 83 \text{ mA}$$

RESUMEN

En un circuito paralelo:

$$1/Req = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + \dots$$

Para dos resistencias, producto sobre la suma de las resistencias,

$$Req = R1 \cdot R2 / (R1 + R2)$$

Si hay n resistencias iguales,

$$R_{eq} = R / n$$

Ley de Kirchhoff de corrientes, en un nodo:

Corriente que entra es igual a la suma de las corrientes que salen

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

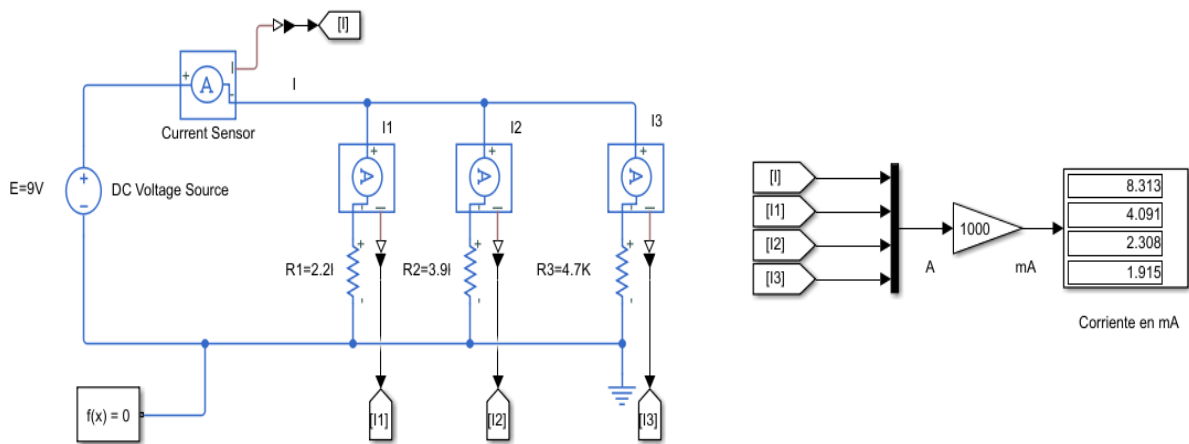
$$I_1 = E/R_1, \quad I_2 = E/R_2, \quad I_3 = E/R_3$$

$$I = E / R_{eq}$$

CIRCUITO PARALELO - SIMULACIÓN

PASO 1: MEDICIÓN DE LAS CORRIENTES

Ejecute el programa Matlab-Simscape y simule el circuito para encontrar las corrientes. $E = 9V$, $R_1 = 2.2K\Omega$, $R_2 = 3.9K\Omega$, $R_3 = 4.7K\Omega$



Anote los valores:

$$I = \quad I_1 = \quad I_2 = \quad I_3 =$$

a) Se comprueba que $I = I_1 + I_2 + I_3$?

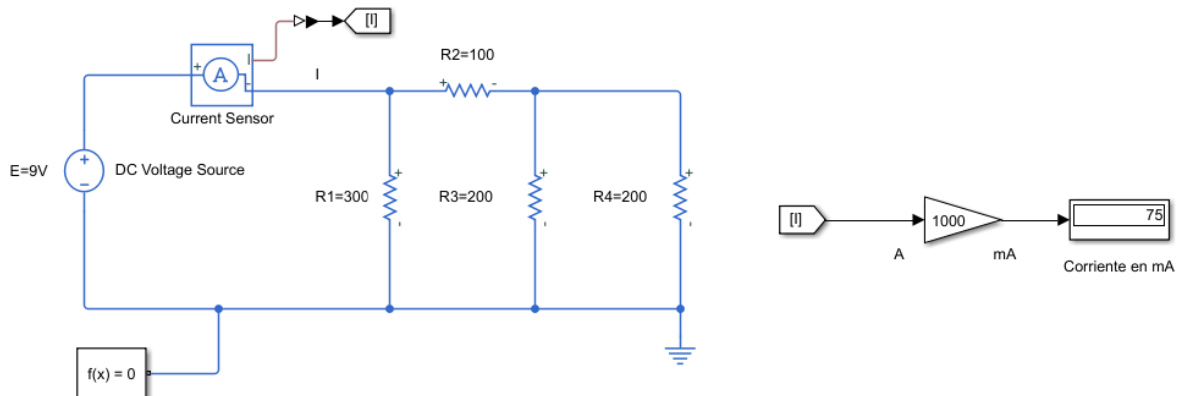
b) Comprobar el valor de las corrientes obtenidas en la simulación.

c) Calcular el valor de la Req de la forma $Req=E/I$

PASO 2: CIRCUITO MIXTO

Realice la siguiente simulación para un circuito mixto para

a) Encontrar la corriente del circuito

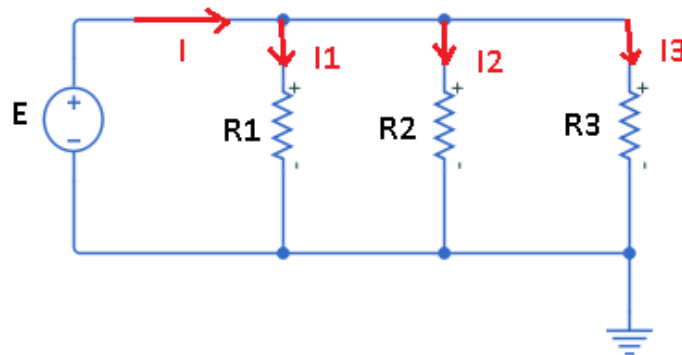


Comprobar el valor de la corriente del circuito obtenida.

UNIDAD 3: CIRCUITO PARALELO - LABORATORIO

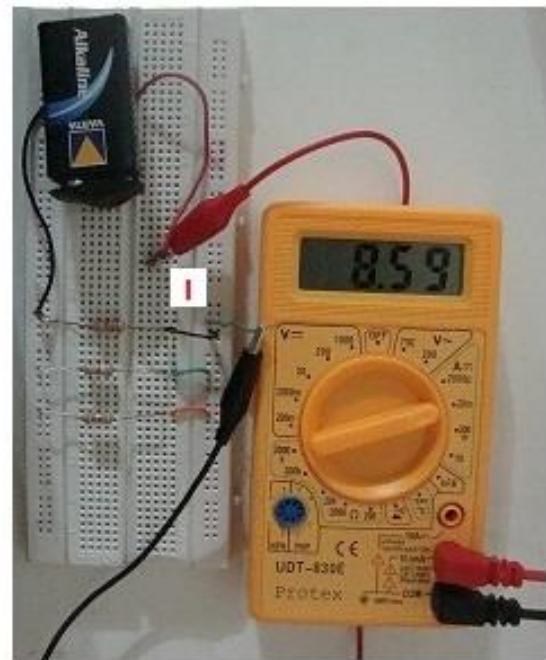
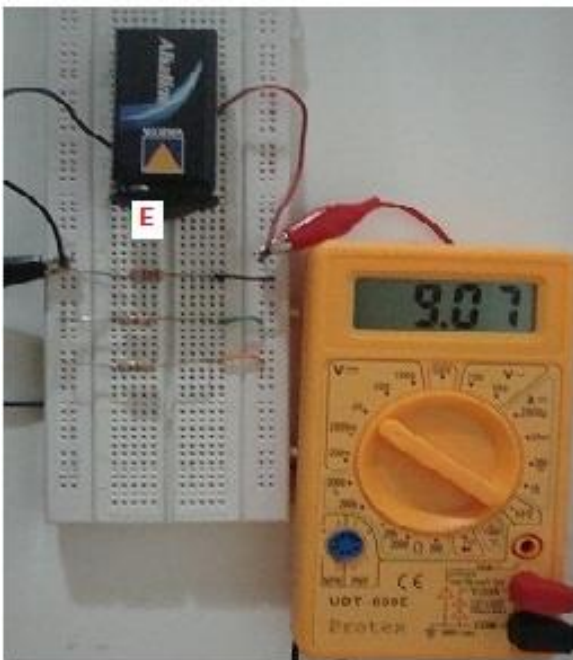
PASO 1: IMPLEMENTAR EL CIRCUITO

Implementar el circuito de la figura, $E=9.0V$, $R1=2.2K\Omega$, $R2=3.9K\Omega$, $R3=4.7K\Omega$, en protoboard.





Mida el voltaje de la fuente y la corriente total del circuito. Observe la figura.

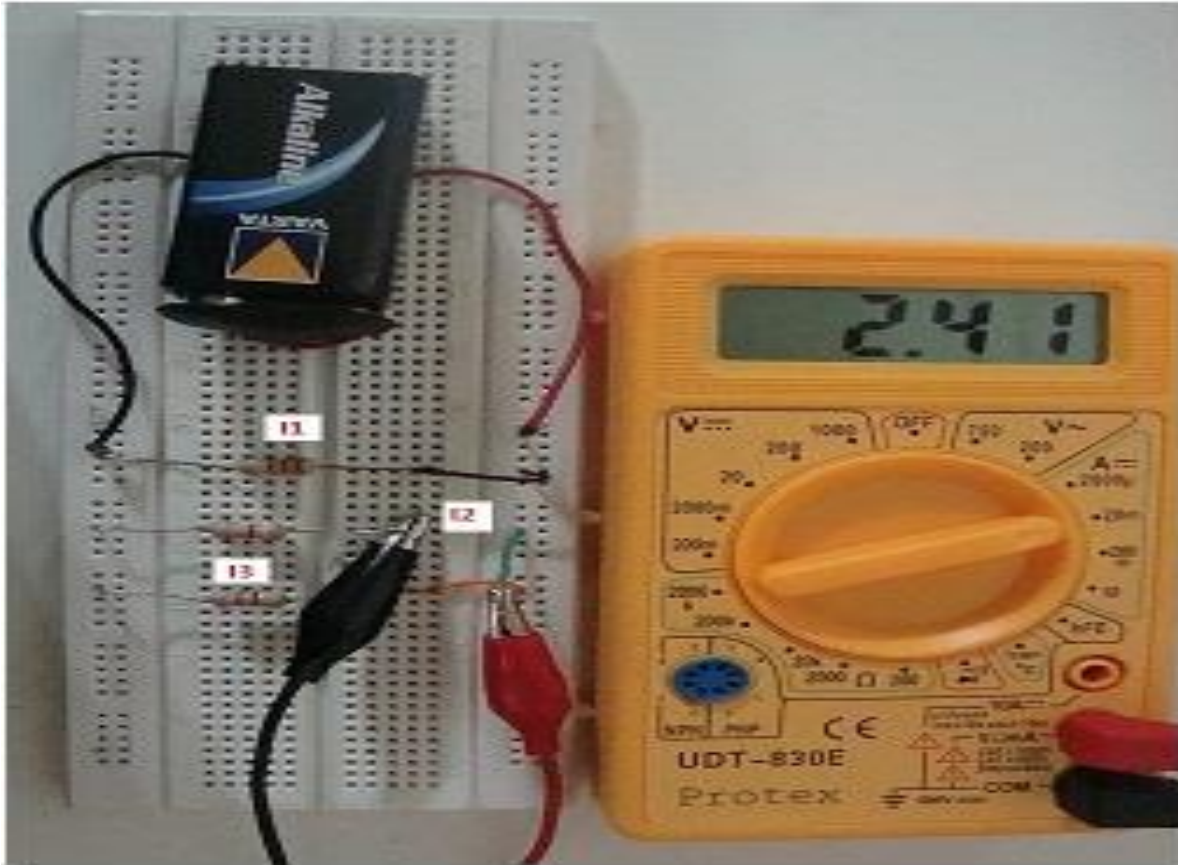


$E =$ $I =$

Compruebe el valor de la corriente teóricamente.

PASO 2: LEY DE KIRCHHOFF DE CORRIENTES

Mida la corriente que pasa por cada una de las resistencias. En la figura se indica la medición para I_2 . Se desconecta un extremo del alambre verde y se conecta el multímetro como amperímetro.



$I_1 = I_2 = I_3 =$

Se cumple la Ley de Kirchhoff de corrientes? Compruébelo.

PASO 3: MEDIR LA RESISTENCIA EQUIVALENTE

Con el multímetro funcionando como óhmetro, desconecte la fuente y mida la resistencia equivalente del circuito. Compruebe este valor teóricamente.

AUTOEVALUACIÓN