

Experimento 5

COMBINACIONES DE RESISTENCIAS

Objetivos

1. Construir circuitos con baterías, resistencias, y cables conductores,
2. Analizar circuitos con combinaciones de resistencias en serie para verificar el valor de su resistencia equivalente,
3. Analizar circuitos con combinaciones de resistencias en paralelo para verificar el valor de su resistencia equivalente, y
4. Analizar circuitos con combinaciones arbitrarias de resistencias en serie y en paralelo para verificar el valor de su resistencia equivalente

Introducción

Los circuitos eléctricos proveen la base para la electrónica de instrumentación. Trabajar con circuitos simples en el laboratorio, con dos o tres resistencias solamente, conectadas en dos combinaciones posibles, y midiendo corrientes y voltajes a través de ellas, es un ejercicio necesario para familiarizar al estudiante con problemas que enfrentará en sus posibles fuentes de trabajo, sobre todo si tiene que manejar instrumentación eléctrica y electrónica, tan común en la industria de manufactura, y las farmacéuticas. Los resistores son componentes básicos de circuito que limitan el flujo de corriente que entrega una fuente de potencial, tal como una batería, o un generador. También controlan la diferencia de potencial nominal de dichas fuentes, si así se desea. La ley de Ohm establece que el voltaje a través de un resistor es directamente proporcional a la corriente que lo circula, es decir, matemáticamente

$$v = iR$$

Donde v es el voltaje que, en el Sistema Internacional se mide en voltios (V), i es la corriente a través del resistor, medida en amperios (A) y R , la resistencia medida en ohmios (Ω)

Cuando dos resistores están conectados en serie, como lo muestra el circuito de la figura 1, la corriente que entrega la batería, por su terminal positivo, es común a ambos ya que, para regresar al negativo, tiene que pasar por cada elemento. Podemos decir que en un lazo cerrado de elementos en serie, la corriente es la misma para todo

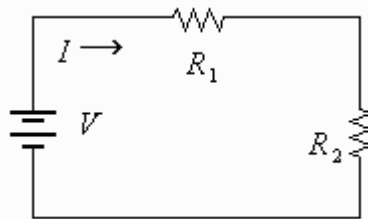


Figura 1 Circuito con dos resistencias en serie

el circuito, sin importar cuántas resistencias tiene. En cambio, cuando la conexión es en paralelo, como en la figura 2, lo que hay en común en las tres ramas del circuito es el voltaje de la batería, V . También aquí podemos generalizar esta afirmación para cualquier número de ramas, es decir, si los elementos están en paralelo, su diferencia de potencial será la misma para todos ellos, sin importar cuántos son

Las leyes de Kirchhoff

A reserva de verificar las leyes de Kirchhoff en el próximo experimento, vamos a enunciarlas aquí. La primera ley, o ley de las corrientes, establece que la suma algebraica de las corrientes que pasan por un nodo es cero. Asumimos que las corrientes que salen de un nodo son positivas mientras las que entran, negativas, o viceversa. Ver la figura 3. Esta ley es consecuencia de la conservación de la carga. Recordemos que en el experimento de ley de Ohm habíamos mencionado que un nodo es cualquier punto de un circuito en donde están conectados por lo menos dos elementos básicos. En la figura 3 hay un nodo con siete ramas. En cada rama hay un elemento básico de circuito, aunque estos no están incluidos en la figura. En este nodo hay siete elementos de circuito conectados entre sí. La primera ley de Kirchhoff

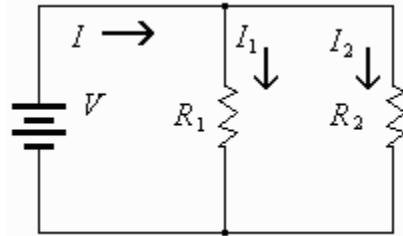


Figura 2 Un circuito con tres ramas paralelas

implica que la suma algebraica de las siete corrientes es cero, es decir,

$$-i_1 + i_2 + i_3 - i_4 - i_5 - i_6 + i_7 = 0$$

Note que las corrientes que entran al nodo son negativas y las que salen, positivas. También podemos cambiar esta convención y decir, que las que entran son positivas y las que salen, negativas. Lo que no podemos hacer es asumir que todas tienen el mismo signo, independientemente de si entran o salen

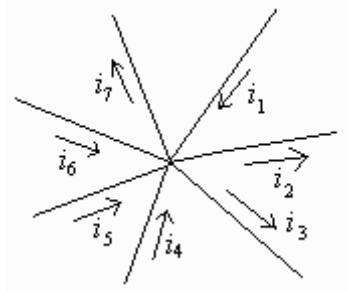


Figura 3 El punto central es un nodo con siete ramas

La segunda ley, o ley de los voltajes, establece que la suma algebraica de las diferencias de potencial alrededor de un lazo conductor cerrado es cero. Asumimos que las subidas de voltaje son positivas mientras que las caídas, negativas, o

viceversa. Ver la figura 4. Esta ley es consecuencia de la conservación de la energía. Para aplicar esta ley en este circuito, escogemos cualquier punto en el lazo y lo recorremos en cualquier dirección, pasando por cada uno de los elementos, hasta llegar al mismo punto donde empezamos

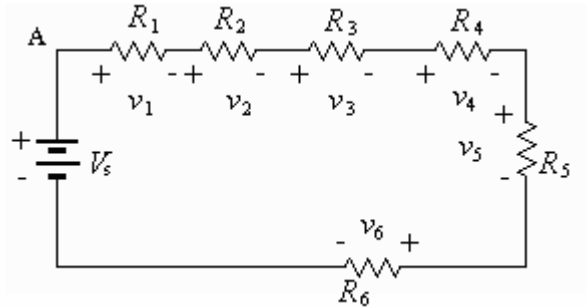


Figura 4 Circuito de un lazo con seis resistores en serie

Note que hemos escrito la polaridad de cada elemento, así podemos saber si al recorrerlos sufrimos caídas o subidas de potencial. La batería, cuya diferencia de potencial es V_s , provee un “desnivel” eléctrico cuya altura máxima está en su terminal positivo, el cual entrega corriente al circuito. Esta fluye “bajando” hacia el negativo de la batería, que está al nivel eléctrico mínimo. En cada resistencia el signo positivo identifica su terminal al más alto nivel. Supongamos que **A** es el punto inicial y que recorreremos el lazo hacia la derecha, en la dirección de las manecillas del reloj, entonces, la segunda ley de Kirchhoff implica que,

$$-v_1 - v_2 - v_3 - v_4 - v_5 - v_6 + V_s = 0$$

Los voltajes a través de las resistencias tienen signo negativo porque, al recorrerlas siguiendo el lazo, empezamos por su nivel más alto, por lo tanto se trata de caídas de potencial. En cambio, cuando recorremos la batería, empezamos por su lado negativo así que terminamos en el positivo, que es más alto, por lo que se trata de una subida, la cual es positiva, según la convención. Por supuesto que pudimos haber escogido las caídas positivas y las subidas negativas. El resultado hubiera sido el mismo. Lo que no podemos hacer es asignar el mismo signo a caídas y subidas. También pudimos haber recorrido el lazo en contra de las manecillas del reloj, sin alterar el resultado final. Como este es un ejemplo arbitrario, pudimos haber tenido más o menos resistencias, el hecho de tener seis no significa nada especial. También pudimos haber tenido varios lazos en el circuito. En cada lazo se aplicaría la segunda ley de Kirchhoff como si se tratara de un lazo independiente

Resistencias en serie

Consideremos una colección con n resistencias en serie, por las que circula una corriente común, i , cuando hay una diferencia de potencial, v , a través de ellas. Ver la figura 5. Gracias a la segunda ley de Kirchhoff podemos escribir,

$$-v_1 - v_2 - v_3 - \dots - v_n + v = 0$$

Por la ley de Ohm sabemos que,

$$v_1 = iR_1, v_2 = iR_2, v_3 = iR_3, \dots, v_n = iR_n$$

O bien,

$$-iR_1 - iR_2 - iR_3 - \dots - iR_n + v = 0$$

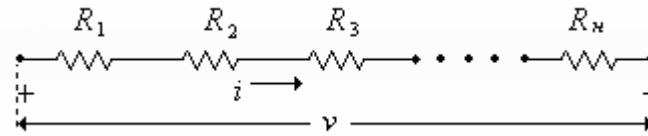


Figura 5 Conexión con n resistencias en serie

Factorizando la variable i , y despejando v , obtenemos,

$$v = i (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) = iR_{\text{eq}}$$

En donde hemos definido una resistencia equivalente

$$R_{\text{eq}} \equiv R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

Esto significa que una colección de n resistencias diferentes, en serie, es equivalente a una sola resistencia cuyo valor es la suma de todas las demás, es decir, mayor que cualquiera de ellas

Ejemplo 1

Sea un circuito con cuatro resistencias en serie, $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 12 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, y $R_4 = 7 \Omega$. Encuentre su resistencia equivalente. Ver la figura 6

Solución: Como demostramos anteriormente, la resistencia equivalente de una combinación de resistores en serie es la suma de todos ellos,

$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 3 + 12 + 2 + 7 = 24 \Omega$$

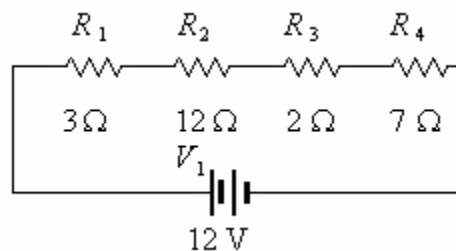


Figura 6 Cuatro resistores en serie

Note que el valor de la resistencia equivalente es mayor que el de cualquiera de las resistencias de la serie, y que el valor del voltaje de la batería no tiene que ser tomado en cuenta para el cálculo de la resistencia equivalente

Resistencias en paralelo

Consideremos una colección con n resistencias en paralelo, todas ellas conectadas a una diferencia de potencial común, v , por las que circulan corrientes diferentes $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$. Ver la figura 7. Gracias a la primera ley de Kirchoff podemos escribir,

$$-i + i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n = 0$$

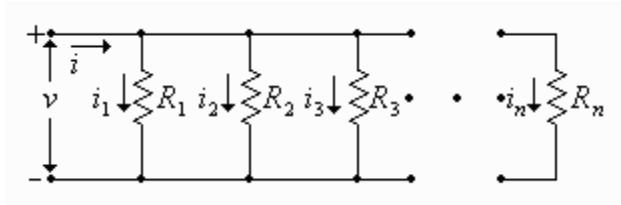


Figura 7 Conexión con n resistencias en paralelo

Por la ley de Ohm sabemos que,

$$v = i_1 R_1, v = i_2 R_2, v = i_3 R_3, \dots, v = i_n R_n$$

O bien,

$$-i + \frac{v}{R_1} + \frac{v}{R_2} + \frac{v}{R_3} + \dots + \frac{v}{R_n} = 0$$

Factorizando la variable v , y despejando i , obtenemos,

$$i = v \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) = v \frac{1}{R_{\text{eq}}}$$

En donde hemos definido una resistencia equivalente,

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

Esto significa que una colección de n resistencias diferentes, en paralelo, es equivalente a una sola resistencia cuyo valor es el inverso de la suma de los inversos de las demás, es decir, menor que cualquiera de ellas

Ejemplo 2

Sea el circuito de la figura 8 con cuatro resistores en paralelo, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$, $R_3 = 45 \Omega$, y $R_4 = 90 \Omega$. Encuentre su resistencia equivalente

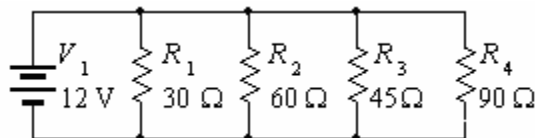


Figura 8 Cuatro resistores en paralelo

Solución: Como demostramos anteriormente, la resistencia equivalente de una combinación de resistores en paralelo es el inverso de la suma de sus inversos. Note que el valor de la resistencia equivalente es menor que el de cualquiera de las resistencias en paralelo, y que el valor del voltaje de la batería no tiene que ser tomado en cuenta para el cálculo de la resistencia equivalente

$$R_{\text{eq}} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{60} + \frac{1}{45} + \frac{1}{90} \right)^{-1} =$$

$$(0.03333 + 0.01666 + 0.02222 + 0.01111)^{-1} =$$

$$(0.08333)^{-1} = 12 \Omega$$

Combinaciones en serie y paralelo

En la práctica nos encontramos combinaciones de resistores en serie y paralelo en un mismo circuito. Estas también pueden reducirse a una sola resistencia equivalente, aunque el procedimiento para encontrar su valor requiere identificar por bloques las combinaciones puras en serie y las puras en paralelo. Cada una de ellas se trabaja independientemente del resto del circuito, como se ejemplifica a continuación

Ejemplo 3

Sea un circuito con siete resistores, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 7 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$, $R_5 = 6 \Omega$, $R_6 = 3 \Omega$, y $R_7 = 13 \Omega$. Algunos de ellos están conectados en serie, mientras otros lo están en paralelo. Encuentre su resistencia equivalente. Ver la figura 9

Solución: Note que, en vista de que en los ejemplos anteriores hemos visto que el valor del voltaje de la batería es irrelevante para el cálculo de la resistencia equivalente, esta vez la hemos omitido. Sin embargo, debe asumirse que en los terminales abiertos a la izquierda del dibujo habrá una batería, si se desea que el circuito funcione. Antes de empezar a hacer cualquier cálculo tenemos que observar el arreglo de resistores e identificar cuáles de ellos están conectados en serie y cuáles en paralelo

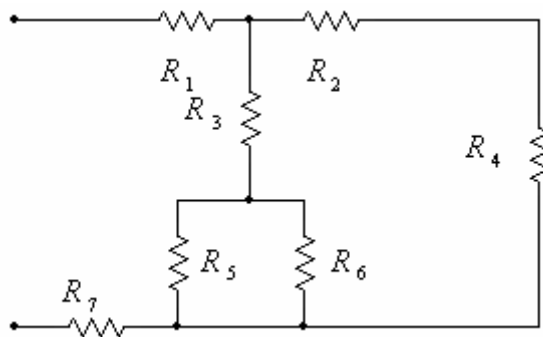


Figura 9 Combinación de resistores en serie y paralelo

Vemos que los resistores R_2 y R_4 están en serie, mientras que los R_5 y R_6 , en paralelo. Los resistores R_2 y R_4 son equivalentes a un solo resistor de 12Ω , que es su suma, mientras que R_5 y R_6 son equivalentes a una sola resistencia de 2Ω , que es el inverso de la suma de sus inversos. Esto significa que cada pareja de resistores se puede sustituir por uno solo. Ver el arreglo simplificado en la figura 10. Volvemos a analizar este arreglo simplificado y notamos que las dos resistencias de la rama central, de 2Ω cada una, están en serie, por lo que también pueden substituirse por un solo resistor de 4Ω . Ver la figura 11. Nuevamente en este arreglo los resistores de 4Ω y 12Ω están en paralelo y

equivalen a uno solo de 3Ω . Ver la figura 12. Finalmente, observamos que el arreglo de la última figura tiene sus tres resistencias conectadas en serie, por lo que equivalen a una sola de 20Ω , la suma de las tres. Podemos afirmar que los siete resistores originales del arreglo de la figura 9, visto desde el par de terminales a la izquierda de dicho arreglo es equivalente a una sola resistencia de 20Ω

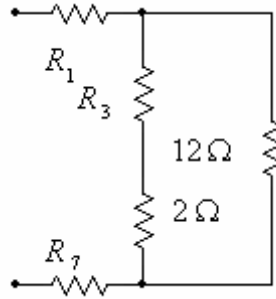


Figura 10 El arreglo simplificado de resistencias de la figura 9

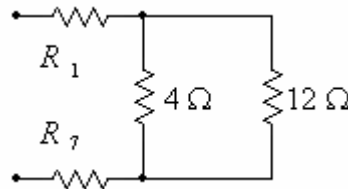


Figura 11 El arreglo simplificado de los resistores de la figura 10

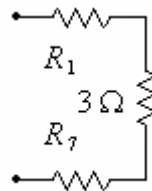


Figura 12 El arreglo simplificado de los resistores de la figura 11

Ejercicio

Dado el arreglo de resistores de la figura 13, encuentre su resistencia equivalente. Note que los valores de las resistencias están incluidos en la figura

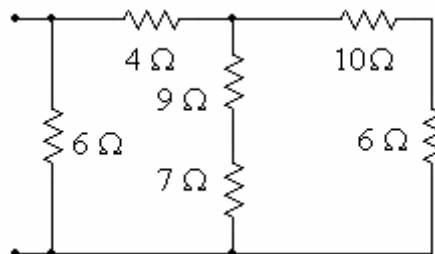


Figura 13 Seis resistores en combinaciones de serie y paralelo

Respuesta: 4Ω

Equipo y Materiales

Una computadora con la interfaz y el programa *DataStudio*,
Sensores de voltaje y corriente,
Un múltiple de conexiones eléctricas,
Varios cables banana-banana con conectores tipo cocodrilo,
Varias resistencias de valores arbitrarios, y
Varios pedazos de alambre aislado para hacer conexiones en el múltiple

Procedimiento

Resistencias en serie

1. Encienda la interfaz
2. Encienda la computadora y el monitor
3. Cree el experimento y conecte el sensor de corriente en el canal A de la interfaz real

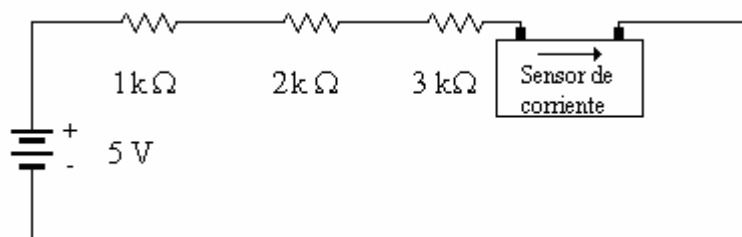


Figura 14 Circuito con tres resistores en serie

4. Haga también la conexión del sensor de corriente en la interfaz virtual
5. Use el múltiple para armar el circuito de la figura 14
6. Si tiene dificultades para armar el circuito, observe la figura 15
7. Note que los conectores negro, amarillo y rojo, a la izquierda del múltiple original, representado en blanco y negro en la figura 15, pueden desatornillarse girándolos en contra de las manecillas del reloj. Al hacerlo dejan al descubierto un orificio en su eje por el cual se puede introducir un alambre. Evite introducir el alambre en el orificio más allá de su sección metálica porque si lo sujeta por su cubierta plástica no habrá conducción eléctrica
8. Ajuste el generador de señal de la interfaz con la señal CC y un voltaje de 5.0 V
9. Conecte la salida del generador de señal de la interfaz real al múltiple en los terminales rojo (+) y negro (-), asegurándose de que las polaridades están correctas. Ver la figura 15. La interfaz real tiene dos terminales en su extremo derecho. Uno de ellos, el de la izquierda, es el negativo, identificado con el símbolo: \ominus . El de la derecha es el positivo. Ver la figura 16. Si tiene duda pregunte a su instructor
10. Conecte el terminal rojo del sensor de corriente al alambre de la derecha marcado “+” en el múltiple de la figura 15, y el terminal negro, al alambre identificado con el signo “-”

11. Escoja el medidor digital en la ventanilla de *Pantallas*. Elija como fuente de datos la corriente del canal A. Pulse la tecla de *Aceptar*

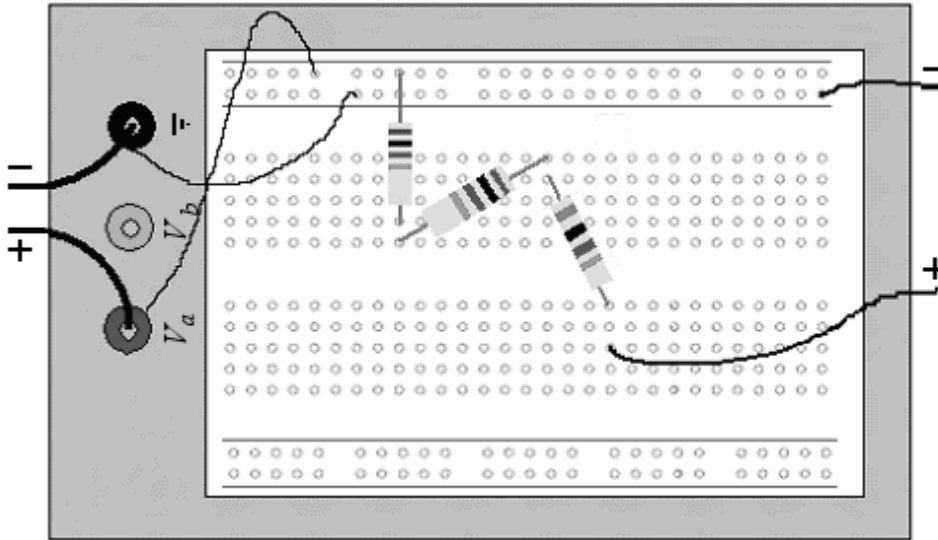


Figura 15 Tres resistencias en serie



Figura 16 Los dos terminales de la salida del generador, o “batería”, están en el extremo derecho

12. Examine las bandas de colores de los tres resistores para determinar sus valores y escríbalos en el informe
13. Calcule la resistencia equivalente, para estos tres resistores en serie, y escriba su valor en el informe
14. Pulse la tecla de *Inicio* y anote en su informe el valor de la corriente eléctrica que aparece en el medidor digital
15. Pulse la tecla *Detener*
16. Dados el voltaje de 5.0 V aplicado a las tres resistencias en serie y la corriente medida que circula por ellas, calcule el valor de la resistencia equivalente y escríbala en el informe
17. Calcule la $\Delta \%$ entre el valor calculado de la resistencia equivalente y el medido, y escríbalo en el informe

Resistencias en paralelo

1. Use el múltiple para armar el circuito de la figura 17
2. Si tiene dificultades para armar el circuito, observe la figura 18 en donde se muestra una forma particular de hacer las conexiones en el múltiple. Note que hay una infinidad de formas de hacer este arreglo. Si usted puede hacerlo de otra forma, lo debe intentar y mostrarlo al instructor para asegurarse de que está correcto

3. Calcule la resistencia equivalente de estos resistores, según están conectados en paralelo, y escriba su valor en el informe
4. Pulse la tecla de *Inicio* y anote en su informe el valor de la corriente eléctrica que aparece en el medidor digital
5. Pulse la tecla *Detener*

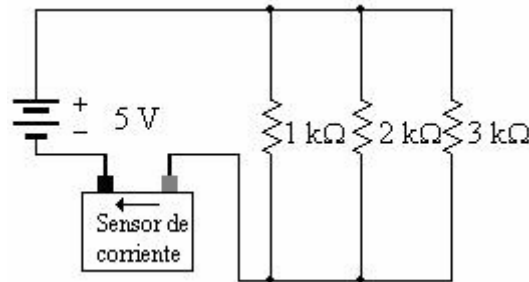


Figura 17 Circuito con tres resistores en paralelo

6. Dados el voltaje de 5.0 V aplicado a las tres resistencias en paralelo y la corriente medida que circula por ellas, calcule el valor de la resistencia equivalente y escríbalo en el informe
7. Calcule la $\Delta \%$ entre el valor calculado de la resistencia equivalente y el medido, y escríbalo en el informe

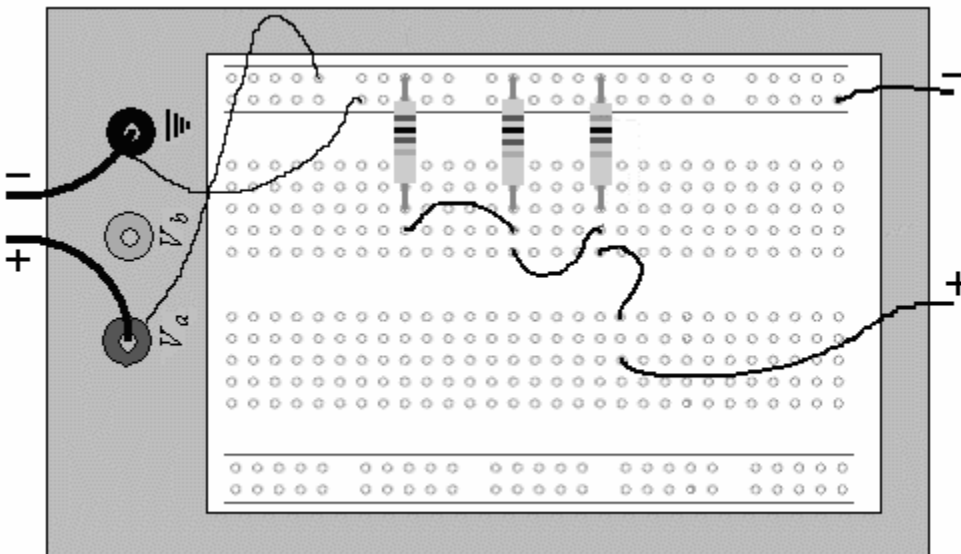


Figura 18 Cómo conectar tres resistores en paralelo usando el múltiple

Resistencias combinadas en serie y paralelo (Primer caso)

1. Use el múltiple para armar el circuito de la figura 19. Esta vez se espera que el estudiante sea capaz de hacer las conexiones en el múltiple, sin ayuda adicional. Si no puede hacerlo, consulte a su instructor
2. Calcule la resistencia equivalente de estos resistores según están conectados y escriba su valor en el informe

3. Pulse la tecla *Inicio* y anote en su informe el valor de la corriente eléctrica que aparece en el medidor digital
4. Pulse la tecla *Detener*
5. Dados el voltaje de 5.0 V aplicado a las tres resistencias y la corriente medida que circula por ellas, calcule el valor de la resistencia equivalente y escríbalo en el informe
6. Calcule la $\Delta \%$ entre el valor calculado de la resistencia equivalente y el medido, y escríbalo en el informe

Resistencias combinadas en serie y paralelo (Segundo caso)

1. Use el múltiple para armar el circuito de la figura 20. Esta vez también se espera que el estudiante sea capaz de hacer las conexiones en el múltiple, sin ayuda adicional. Si no puede hacerlo, consulte a su instructor
2. Calcule la resistencia equivalente de estos resistores según están conectados y escriba su valor en el informe

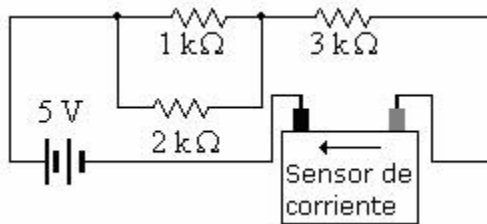


Figura 19 Tres resistores conectados en combinación mixta serie-paralelo

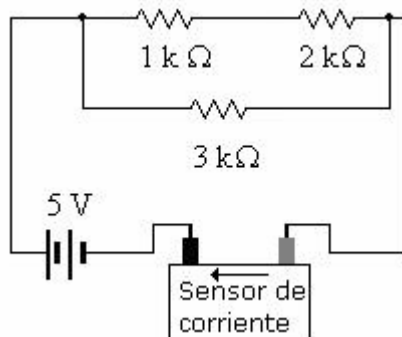


Figura 20 Conexión de resistores en combinación mixta serie-paralelo

3. Pulse la tecla *Inicio* y anote en su informe el valor de la corriente eléctrica que aparece en el medidor digital
4. Pulse la tecla *Detener*
5. Dados el voltaje de 5.0 V aplicado a las tres resistencias y la corriente medida que circula por ellas, calcule el valor de la resistencia equivalente y escríbalo en el informe
6. Calcule la $\Delta \%$ entre el valor calculado de la resistencia equivalente y el medido, y escríbalo en el informe

Preguntas

Conteste correctamente antes de hacer el experimento

1. La resistencia de un material óhmico se define:
 - a. Como la obstrucción del voltaje en un circuito
 - b. Mediante la ley de Ohm
 - c. Como un divisor de voltaje en un circuito
 - d. B y C son correctas
 - e. Como una “contra corriente”
2. Una corriente fluye a través de una bombilla. Suponga que un cable conductor es conectado en paralelo con la bombilla como lo muestra la figura 21. En este caso:

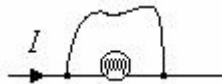


Figura 21 Un cable conductor se conecta en paralelo con una bombilla

- a. La corriente continúa fluyendo por la bombilla
 - b. La mitad de la corriente fluye por el cable y la otra mitad por la bombilla
 - c. La corriente fluye sólo por el cable
 - d. Ninguna de las anteriores
 - e. La corriente deja de fluir por completo
3. Una corriente circula por dos resistores A y B en serie. La que fluye A es:
 - a. Igual a la que fluye por el B
 - b. La mitad de la que fluye por el B
 - c. Menor que la mitad fluyendo por el resistor B
 - d. Mayor que la que fluye por el resistor B
 - e. No se tienen suficientes datos para contestar
 4. Una diferencia de potencial V se aplica a dos resistores iguales R_1 y R_2 en paralelo. La corriente que fluye a través de la resistencia R_1 es:
 - a. Mayor que la que fluye por R_2
 - b. Igual que la que fluye por R_2
 - c. Menor que la que fluye por R_2
 - d. El doble de la que fluye por R_2
 - e. La mitad de la que fluye por R_2
 5. Si las bombillas en la figura 22 fuesen idénticas, ¿Cuáles de ellas brillarían con mayor intensidad?
 - a. Las del circuito I
 - b. Todas igual
 - c. Las del circuito II
 - d. La que está más cerca de la batería en el circuito I
 - e. La que está más cerca del terminal positivo de la batería en el circuito II

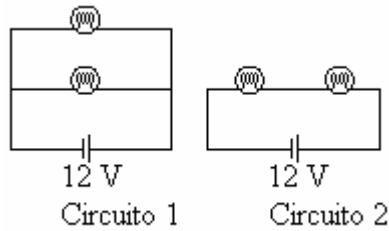


Figura 22 Dos circuitos simples

6. A mayor números de resistores idénticos R , añadidos en un circuito en paralelo, como el de la figura 23, la resistencia total entre los dos terminales de la izquierda:

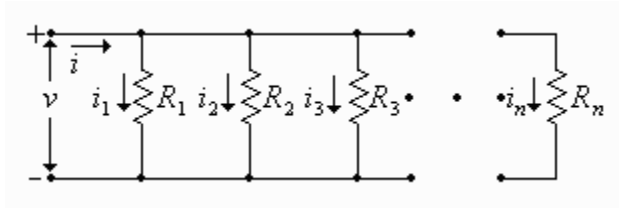


Figura 23 Resistencias idénticas en paralelo

- Aumenta
 - Se mantiene igual
 - Decrece
 - Faltan datos para saber la respuesta
 - Ninguna de las anteriores
7. En el circuito de la figura 24, donde $R_1 = 4.0 \Omega$, $R_2 = 12.0 \Omega$, y $R_3 = 6.0 \Omega$, la resistencia equivalente es:

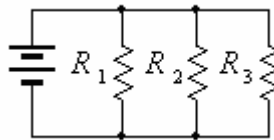


Figura 24 Circuito eléctrico con tres resistencias en paralelo

- 2.0Ω
 - 22.0Ω
 - 0.5Ω
 - Ω
 - Se necesita saber el valor del voltaje de la batería
8. La resistencia equivalente del circuito de la figura 25, donde $R_1 = 2.0 \Omega$, $R_2 = 1.0 \Omega$, $R_3 = 4.0 \Omega$, $R_4 = 0.5 \Omega$ y $R_5 = 3.5 \Omega$, es:

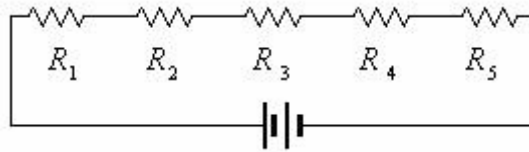


Figura 25 Circuito eléctrico con cinco resistencias en serie

- a. 15Ω
- b. 10.5Ω
- c. 11Ω
- d. 25Ω
- e. 4.04Ω

9. Asumiendo que la corriente i del circuito de la figura 26 es de 2.0 A , el voltaje de la batería es de:

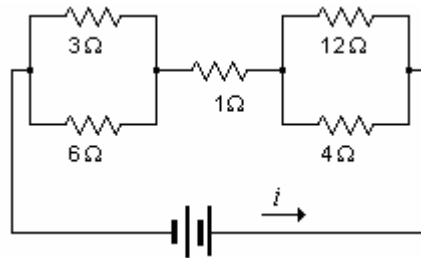


Figura 26 Un circuito eléctrico con varias resistencias

- a. 52 V
- b. 1.7 V
- c. 6.0 V
- d. 12 V
- e. Faltan datos

10. Dado el circuito de la figura 27, el valor de la corriente que entrega la batería es de:

- a. 12.0 A
- b. 0.067 A
- c. 4.51 A
- d. 0.29 A
- e. 1.0 A

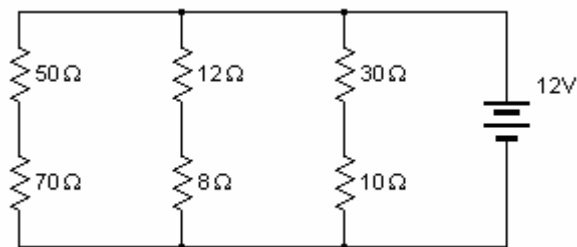


Figura 27 Un circuito eléctrico con seis resistencias

Informe del Experimento 5. Combinaciones de resistencias

Sección _____ Mesa _____

Fecha: _____

Estudiantes:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Resistencias en serie

18. Valores de las resistencias según el código de colores (no olvide incluir las unidades):

$R_1 =$ _____, $R_2 =$ _____, $R_3 =$ _____

19. Valor calculado de la resistencia equivalente (Incluya sus cálculos):

$R_{eq} =$ _____

20. Valor del voltaje de la fuente:

$V =$ _____

21. Valor medido de la corriente:

$I =$ _____

22. Valor medido de la resistencia equivalente:

$$R_{eq} = \frac{V}{I} =$$

23. Valor de la diferencia relativa porcentual entre el valor calculado y el medido:

$$\Delta\% = \frac{|R_{eq, \text{calculado}} - R_{eq, \text{medido}}|}{R_{eq, \text{calculado}}} \times 100 =$$

Resistencias en paralelo

1. Valores de las resistencias según el código de colores (no olvide incluir las unidades):

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}, \quad R_2 = \underline{\hspace{2cm}}, \quad R_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. Valor calculado de la resistencia equivalente (Incluya sus cálculos):

$$R_{eq} = \underline{\hspace{10cm}}$$

3. Valor del voltaje de la fuente:

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Valor medido de la corriente:

$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Valor medido de la resistencia equivalente:

$$R_{eq} = \frac{V}{I} =$$

6. Valor de la diferencia relativa porcentual entre el valor calculado y el medido:

$$\Delta\% = \frac{|R_{eq, \text{calculado}} - R_{eq, \text{medido}}|}{R_{eq, \text{calculado}}} \times 100 =$$

Resistencias combinadas en serie y paralelo (Primer caso)

1. Valores de las resistencias según el código de colores (no olvide incluir las unidades):

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}, \quad R_2 = \underline{\hspace{2cm}}, \quad R_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. Valor calculado de la resistencia equivalente (Incluya sus cálculos):

$$R_{eq} = \underline{\hspace{10cm}}$$

3. Valor del voltaje de la fuente:

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Valor medido de la corriente:

$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Valor medido de la resistencia equivalente:

$$R_{\text{eq}} = \frac{V}{I} =$$

6. Valor de la diferencia relativa porcentual entre el valor calculado y el medido:

$$\Delta\% = \frac{|R_{\text{eq, calculado}} - R_{\text{eq, medido}}|}{R_{\text{eq, calculado}}} \times 100 =$$

Resistencias combinadas en serie y paralelo (Segundo caso)

1. Valores de las resistencias según el código de colores (no olvide incluir las unidades):

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}, \quad R_2 = \underline{\hspace{2cm}}, \quad R_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. Valor calculado de la resistencia equivalente (Incluya sus cálculos):

$$R_{\text{eq}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

3. Valor del voltaje de la fuente:

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Valor medido de la corriente:

$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Valor medido de la resistencia equivalente:

$$R_{\text{eq}} = \frac{V}{I} =$$

6. Valor de la diferencia relativa porcentual entre el valor calculado y el medido:

$$\Delta\% = \frac{|R_{\text{eq, calculado}} - R_{\text{eq, medido}}|}{R_{\text{eq, calculado}}} \times 100 =$$

Conclusiones