

	Facultad de Ingeniería Mexicali	Ciclo Escolar: 2021-2	
	Material Didáctico Electricidad y Magnetismo	Formación Básica	
	Unidad 3, Circuitos de corriente continua	Pág. 1 de 10	

Estado del documento:	Nuevo		Modificación	X	
-----------------------	-------	--	--------------	---	--

ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ
		
Ing. Ana Liduvina López Vargas	Dr. Moises Jesus Castro Toscano	Dra. Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas
Profesor de Asignatura	Profesor-Investigador	Coordinador del área Tronco Común

Control de cambios del documento			
Revisión	Ciclo Escolar	Autor de quien elaboro	Descripción o motivo del cambio
0	2020-2	Ana Liduvina López Vargas	Primera Versión de Paquete Didáctico
1	2021-2	Ana Liduvina López Vargas	Adecuar Material Didáctico al nuevo formato



3.4 Arreglo de resistencias: serie, paralelo y mixto.

3.4.1 Determinación de resistencia equivalente

Un circuito eléctrico consiste en cierto número de ramas unidas entre sí, de modo que al menos una de ellas cierre la trayectoria que se proporciona a la corriente. El circuito más sencillo consta de una sola fuente de fem unida a una sola resistencia como se muestra en la figura 1.

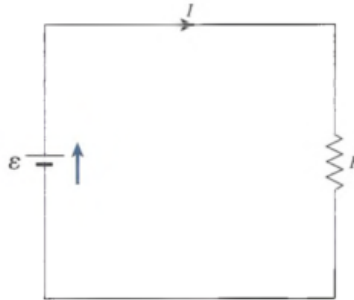


Fig. 1 Circuito eléctrico simple.

3.4.2 Análisis de circuitos simples aplicando el concepto de resistencia equivalente

Con frecuencia, los circuitos eléctricos contienen uno o más resistores agrupados y unidos a una fuente de energía, como una batería. Cuando dos o más resistores están interconectados como los focos de la figura 2a, se dice que están en una combinación en *serie*. La figura 2b representa el diagrama de circuito de los focos, que aparecen como resistores, y la batería.

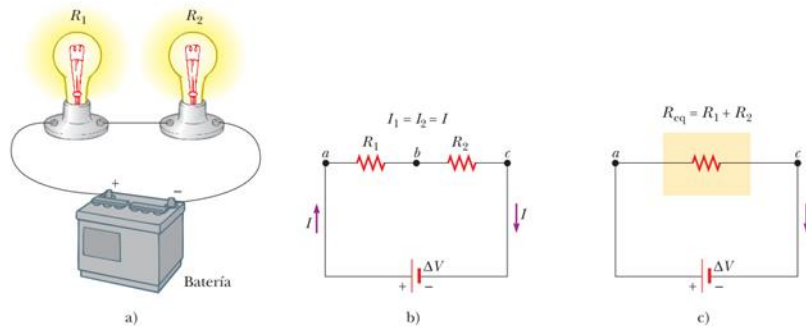


Fig. 2a) Combinación en serie de dos lámparas de resistencias R_1 y R_2 . 2b) Diagrama de circuito para un circuito de dos resistores. La corriente en R_1 es la misma que en R_2 . 2c) Los resistores han sido reemplazados por un solo resistor de resistencia equivalente $R_{eq} = R_1 + R_2$.

En una conexión en serie, si una cantidad de carga Q sale de un resistor R_1 , deberá también entrar en el segundo resistor R_2 . De otra forma, la carga se acumularía en el alambre



Facultad de Ingeniería Mexicali	Ciclo Escolar: 2021-2	 Facultad de Ingeniería Mexicali
Material Didáctico Electricidad y Magnetismo	Formación Básica	
Unidad 3, Circuitos de corriente continua	Pág. 3 de 10	

entre los resistores. Por lo tanto, en un intervalo determinado de tiempo, la misma cantidad de carga pasa a través de ambos resistores.

$$I = I_1 = I_2 \quad (1)$$

Donde I es la corriente de la batería, I_1 es la corriente en el resistor R_1 e I_2 es la corriente en el resistor R_2 .

La diferencia de potencial que se aplica a una combinación en serie de resistores se dividirá entre éstos. En la figura 2b, ya que la caída de voltaje1 de a a b es igual a $I_1 R_1$ y la caída de voltaje2 de b a c es $I_2 R_2$

$$\Delta V = I_1 R_1 + I_2 R_2 \quad (2)$$

La diferencia de potencial entre las terminales de la batería también está aplicada a la resistencia equivalente R_{eq} en la figura 2c:

$$\Delta V = I R_{eq} \quad (3)$$

Donde la resistencia equivalente tiene el mismo efecto en el circuito que en la combinación en serie porque resulta de la misma corriente I en la batería. Al combinar estas ecuaciones para ΔV se sustituyen los dos resistores en serie por una sola resistencia equivalente, cuyo valor es la suma de las resistencias equivalentes:

$$\Delta V = I R_{eq} = I_1 R_1 + I_2 R_2 \quad \longrightarrow \quad R_{eq} = R_1 + R_2$$

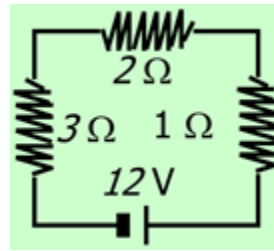
Donde se cancelan las corrientes I , I_1 e I_2 , porque son las mismas. La resistencia equivalente de dos o más resistores conectados en serie es

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (4)$$

Esta correspondencia indica que la resistencia equivalente de una combinación en serie de resistores es la suma numérica de las resistencias individuales y siempre es mayor que cualquier resistencia individual.

Ejemplo: Del siguiente circuito mostrado en la figura 3 encuentre:

- La resistencia equivalente R_{eq} .
- ¿Cuál es la corriente I en el circuito?
- El voltaje que cae en cada resistor



$$\begin{aligned}R_1 &= 1\Omega \\R_2 &= 2\Omega \\R_3 &= 3\Omega \\ \Delta V &= 12V\end{aligned}$$

Fig. 3 Circuito eléctrico con tres resistores conectados en serie con una fuente de voltaje.

Solución: a) Tenemos la ec. (4) para determinar la $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

$$R_{eq} = 1\Omega + 2\Omega + 3\Omega = 6\Omega \quad R_{eq} = 6\Omega$$

b) La corriente se encuentra a partir de la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A \quad I = 2A$$

c) Determinamos el voltaje en cada resistor aplicando ley de Ohm y como tenemos que $I = I_1 = I_2 = I_3$:

$$V_{R1} = IR_1 = (2A)(1\Omega) = 2V \quad V_{R1} = 2V$$

$$V_{R2} = IR_2 = (2A)(2\Omega) = 4V \quad V_{R2} = 4V$$

$$V_{R3} = IR_3 = (2A)(3\Omega) = 6V \quad V_{R3} = 6V$$

Comprueba que: $\Delta V = I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3$

$$12V = I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3$$

$$12V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$$

$$12V = 2V + 4V + 6V$$

Veamos ahora la conexión de dos resistores en una combinación en *paralelo*, como se muestra en la figura 4.

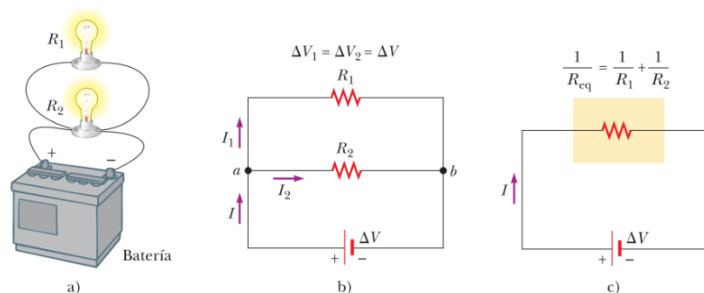


Fig. 4a) Combinación en paralelo de dos lámparas con resistencias R_1 y R_2 . 4b) Diagrama de circuito para dos resistores en paralelo. La diferencia de potencial en las terminales de R_1 es la misma que la aplicada a R_2 . 4c) Los resistores han sido reemplazados por un solo resistor de resistencia equivalente, según la ecuación (9).

Observe que ambos resistores están conectados directamente a través de las terminales de la batería. Por lo tanto, las diferencias de potencial a través de los resistores son las mismas:

$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 \quad (5)$$

donde ΔV es el voltaje entre las terminales de la batería.

Cuando las cargas llegan al punto a en la figura 4b, se dividen en dos; una parte pasa a través de R_1 y el resto a través de R_2 . Una unión es cualquier punto en un circuito donde una corriente puede dividirse. Esta división resulta en menos corriente en cada resistor de la que sale de la batería. Debido a que la carga eléctrica se conserva, la corriente I que entra al punto a debe ser igual a la corriente total que sale del mismo:

$$I = I_1 + I_2 \quad (6)$$

donde I_1 es la corriente en R_1 e I_2 es la corriente en R_2 .

La corriente en la resistencia equivalente R_{eq} en la figura 4c es:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} \quad (7)$$

donde la resistencia equivalente tiene el mismo efecto en el circuito que las dos resistencias en paralelo; es decir, la resistencia equivalente consumirá la misma corriente I de la batería (figura 4c). Por este resultado, vemos que la resistencia equivalente de dos resistores en paralelo se conoce por:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{\Delta V_1}{R_1} + \frac{\Delta V_2}{R_2} \longrightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

donde se han cancelado ΔV , ΔV_1 y ΔV_2 porque todas son iguales.

Una extensión de esta explicación a tres o más resistores en paralelo da:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad (8)$$

De esta expresión se ve que el inverso de la resistencia equivalente de dos o más resistores conectados en una combinación en paralelo es igual a la suma de los inversos de las



resistencias individuales. Además, la resistencia equivalente siempre es menor que la resistencia más pequeña en el grupo.

Ejemplo: Del siguiente circuito mostrado en la figura 5 encuentre:

- La resistencia equivalente R_{eq} para los tres resistores conectados en paralelo.
- ¿Cuál es la corriente total que sale de la fuente?
- Muestre que la corriente que sale de la fuente I es la suma de las corrientes a través de los resistores R_1 , R_2 y R_3 .

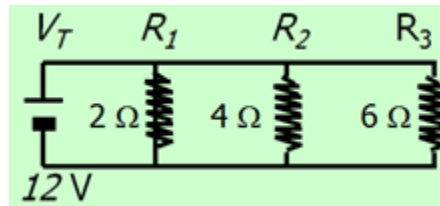


Fig. 5 Circuito eléctrico con tres resistores conectados en paralelo con una fuente de voltaje.

Para encontrar la R_{eq} aplicamos la ecuación (8)

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = 0.916\Omega$$

$$R_{eq} = 1.09\Omega$$

Para encontrar la corriente total que sale de la fuente se aplica la ley de Ohm:

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

$$I = \frac{12V}{1.09\Omega} = 11A$$

$$I = 11A$$

Podemos observar en la figura 6 que la corriente I que sale de la fuente es la suma de las corrientes a través de los resistores R_1 , R_2 y R_3 .

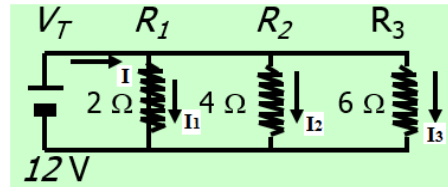


Fig. 6 Circuito eléctrico que muestra como la corriente total entregada por la fuente se divide en cada uno de los resistores conectados en paralelo.

Tenemos que:

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 \quad I = I_1 + I_2 + I_3$$

Aplicando ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{12V}{2\Omega} = 6A \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{12V}{4\Omega} = 3A \quad I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A$$

$$I_1 = 6A \quad I_2 = 3A \quad I_3 = 2A$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 6A + 3A + 2A = 11A$$

En circuitos complejos, los resistores con frecuencia se conectan tanto en serie como en paralelo, conexión mixta. En la figura 7 se aprecia un circuito eléctrico con resistores en conexión mixta.

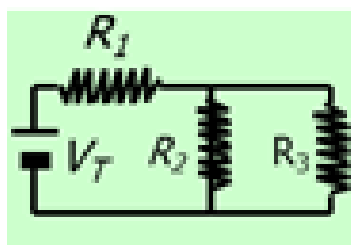


Fig. 7 Circuito eléctrico con conexión mixta.

En tales casos, es mejor usar las reglas para resistencias en conexión serie y paralelo para reducir el circuito a un circuito simple que contenga una fuente y una resistencia equivalente.



Ejemplo: Del circuito de la figura 8 determine:

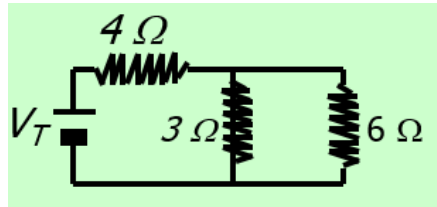


Fig. 8 Circuito eléctrico con 3 resistores en conexión mixta.

- a) La resistencia equivalente (suponga $V_T = 12\text{ V}$).
- b) La corriente total I_T .

Solución: Las resistencias de 3Ω y 6Ω se encuentran conectadas en paralelo, obtenemos su resistencia equivalente y circuito como el mostrado en la figura 9.

$$\frac{1}{R_{e3,6}} = \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = 0.5\Omega$$

$$R_{eq} = 2\Omega$$

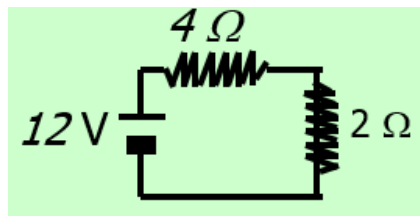


Fig. 9 Circuito eléctrico con 2 resistores en conexión serie.

Las resistencias de 4Ω y 2Ω se encuentran conectadas en serie, obtenemos su resistencia equivalente. El resultado lo podemos observar en la figura 10.

$$R_{e4,2} = 4\Omega + 2\Omega = 6\Omega$$

$$R_{eq} = 6\Omega$$

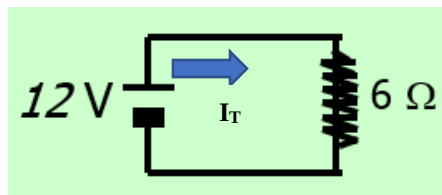


Fig. 10 Circuito eléctrico equivalente.



Aplicamos ley de Ohm para obtener la I_T

$$I_T = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A$$

$$I_T = 2A$$

Ejercicios a realizar:

1. Tres resistores están conectados en serie, como se muestra en la figura 11 y se mantiene una diferencia de potencial de 18.0 V.

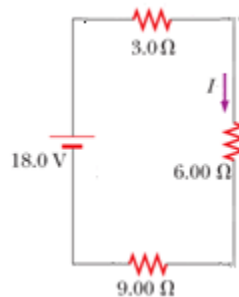


Fig. 11

- A) Calcule la resistencia equivalente del circuito.
 - B) Encuentre la corriente total del circuito.
 - C) Calcule el voltaje en cada resistor.
2. Tres resistores están conectados en paralelo, como se muestra en la figura 12. Entre los puntos a y b se mantiene una diferencia de potencial de 18.0 V.

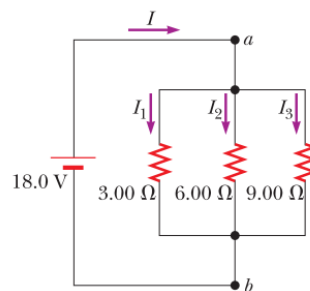


Fig. 12

- A) Calcule la resistencia equivalente del circuito.



B) Encuentre la corriente en cada resistor.

C) Calcule la potencia entregada a cada resistor y la potencia total entregada a la combinación de resistores.

3. Cuatro resistores se conectan como se muestra en la figura 13.

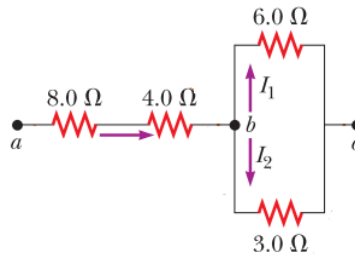


Fig. 13

A) Encuentre la resistencia equivalente entre los puntos a y c.

B) ¿Cuál es la corriente en cada resistor, si entre a y c se mantiene una diferencia de potencial de 42 V?

4. Para el circuito de la figura 14:

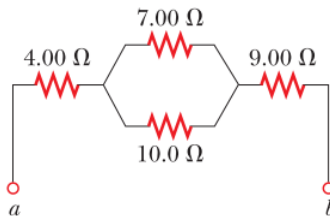


Fig. 14

A) Determine la resistencia equivalente entre los puntos a y b.

B) Si entre los puntos a y b se aplica una diferencia de potencial de 34V, calcule la corriente en cada resistor.