



Unidad Didáctica
Leyes de Kirchhoff

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -742-2001*

Unidad Didáctica Leyes de Kirchhoff

¿Qué es lo primero que hace el técnico de tu trabajo cuando un aparato está estropeado?

Va a buscar el polímetro y realiza unas mediciones de la corriente y la tensión en algunos puntos del aparato.

Dependiendo de los valores que obtenga, detectará la avería.

Lo que hace con esas mediciones es comprobar las leyes de Kirchhoff.

En esta unidad desarrollaremos los siguientes contenidos:

- La primera ley de Kirchhoff.
- La segunda ley de Kirchhoff.

Tus objetivos

Al final de la unidad deberás saber:

- Aplicar correctamente las leyes de Kirchhoff en circuitos simples.
- Detectar averías sencillas.

Consejos de estudio

Ayudarte a adquirir un método de trabajo es otro de los objetivos de este curso. Definir objetivos, planificar tareas, tener una actitud positiva ante el trabajo, tener dificultades, etc., es bueno no sólo para el estudio, sino también para tu actividad profesional como trabajador.

Primera ley de Kirchhoff

Como ya sabes, la corriente* en un circuito en serie* pasa a través de todas las resistencias.

En un circuito en paralelo*, en cambio, la corriente se divide, pasando por más de un camino, reuniéndose nuevamente después de haberlos recorrido.

No importa cómo sean las conexiones del circuito: **la intensidad de corriente que entra en él es exactamente la misma que sale.** Esto constituye una aplicación directa de la primera ley de Kirchhoff, que dice:

La corriente que entra en un nudo es la misma que sale de ese nudo.

Un **nudo** es un punto del circuito donde se unen tres o más conductores.

Por lo tanto, la suma de las corrientes que entran en un nudo tiene que ser igual a la suma de las corrientes que salen de ese nudo.

La figura 1 muestra varios montajes en los que se cumple que:

$I_1 + I_2 = I_3$, como indica la primera ley de Kirchhoff.

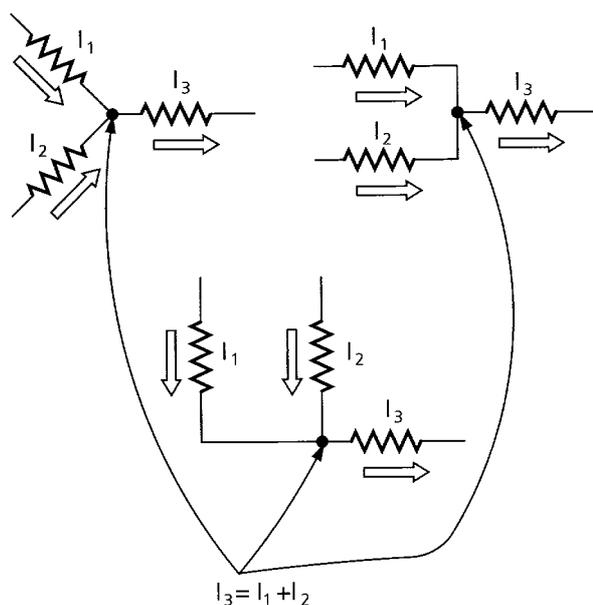


Fig. 1: Primera ley de Kirchhoff.

Esta ley te servirá para determinar el valor de corrientes desconocidas y su sentido de circulación, ya que la **suma de todas las corrientes que avanzan hacia un empalme es igual a la suma de todas las corrientes que salen de ese empalme.**

Por ejemplo en la figura 2 se calcula el valor de la corriente I_1 :

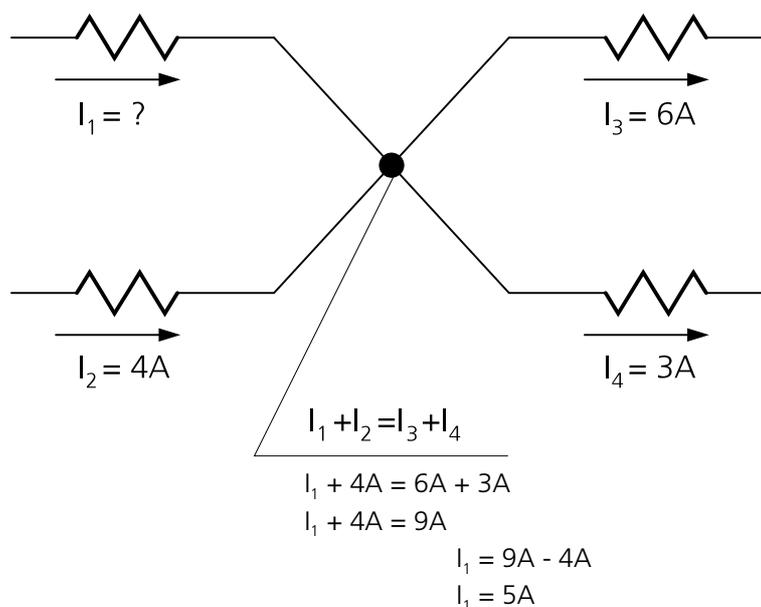


Fig. 2: Aplicación de la primera ley de Kirchhoff.

ACTIVIDAD 1

En la figura 2 se han vuelto a leer los valores de las corrientes y han resultado ser $I_2 = 4\text{ A}$, $I_3 = 1\text{ A}$ y $I_4 = 3\text{ A}$. Calcula el nuevo valor de I_1 . ¿Qué sucede?

En la figura 3 se han representado siete resistencias de las que se conocen las intensidades y sentidos (indicados con una flecha) que circulan por las resistencias R_2 , R_3 y R_5 .

Las intensidades que circulan por las otras resistencias se determinan aplicando la primera ley de Kirchhoff.

Cada nudo está marcado con una letra.

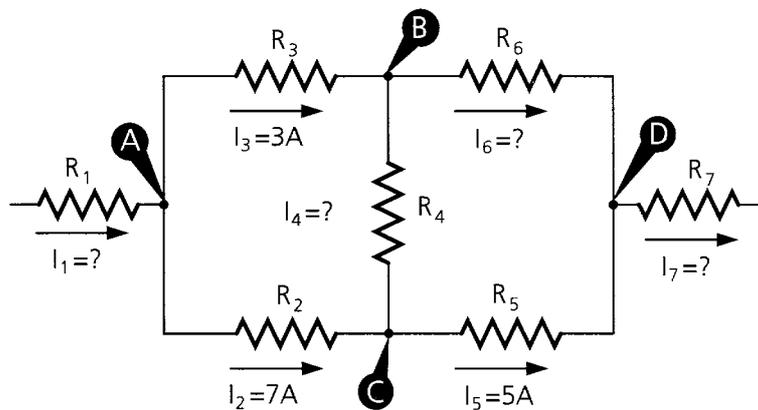


Fig. 3: Otra aplicación de la primera ley de Kirchhoff.

Comienzas el cálculo de las intensidades por el empalme donde haya sólo una corriente desconocida.

En la figura 3, de las tres corrientes en el empalme A (I_1 , I_2 , I_3), conoces I_2 y I_3 que se alejan del empalme; y, por tanto, I_1 , debe dirigirse hacia ese punto y su valor debe ser:

$$I_1 = I_2 + I_3; I_1 = 7 + 3; I_1 = 10 \text{ A}$$

En el empalme C también desconoces el valor de sólo una intensidad, I_4 .

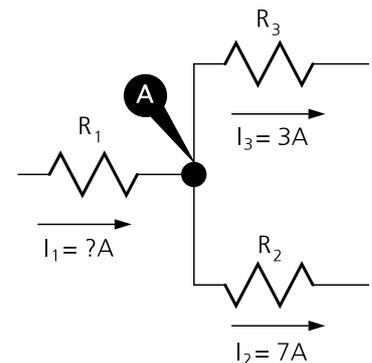


Fig. 4: Detalle del empalme A.

Empalmes del circuito A, B, C y D
Corrientes conocidas I_2 , I_3 e I_5
Corrientes desconocidas: I_1 , I_4 e I_7

Como I_2 , que se dirige a C, es mayor que I_5 , que se aleja de C, la tercera corriente, I_4 , tiene que alejarse también. Además:

$$I_2 = I_5 + I_4; 7 = 5 + I_4; I_4 = 2 \text{ A}$$

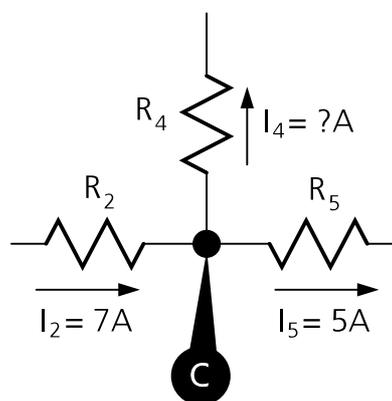


Fig. 5: Detalle del empalme C.

De la misma manera, puede hallarse en el empalme B el valor de I_6 como muestra la figura 6.

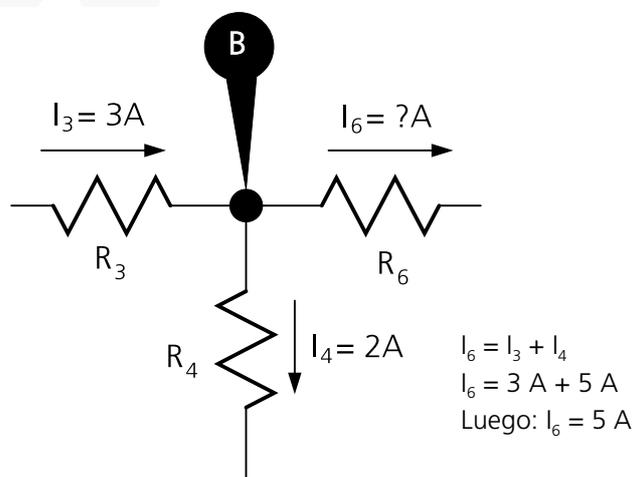


Fig. 6: Detalle del empalme B.

Y solo falta hallar el valor de I_7 en el empalme D como muestra la figura 7.

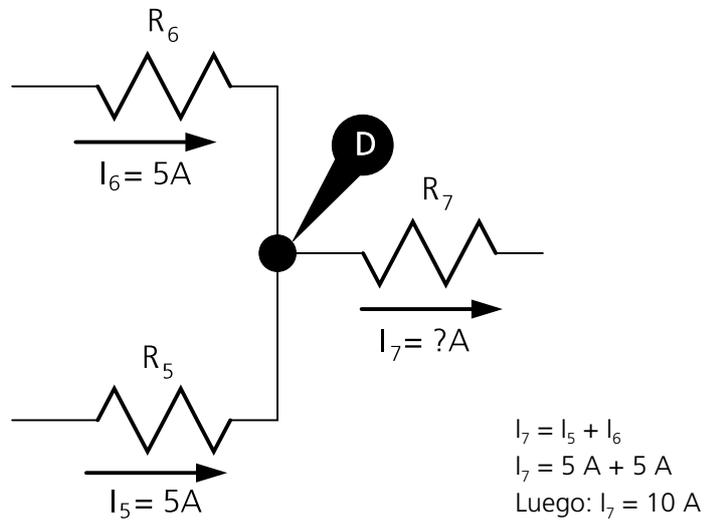


Fig. 7: Detalle del empalme D.

En la figura 8 se muestran todos los valores y sentidos calculados.

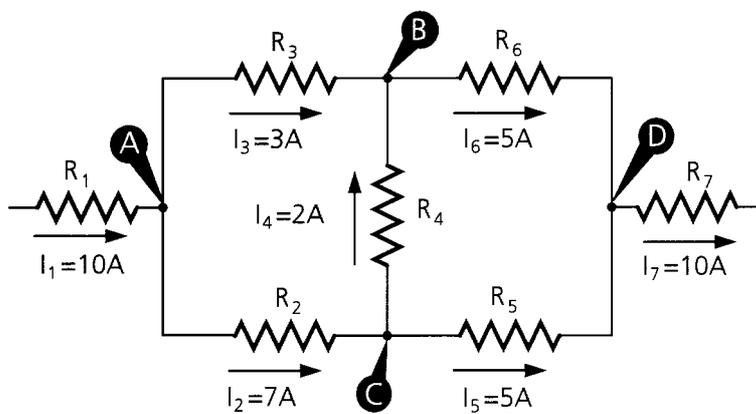


Fig. 8: Resolución final.

Segunda ley de Kirchhoff

Recordarás que, en un circuito en serie, las tensiones en las resistencias son distintas, pero la suma de esas tensiones es igual a la tensión* de la pila, como muestra la figura 9.

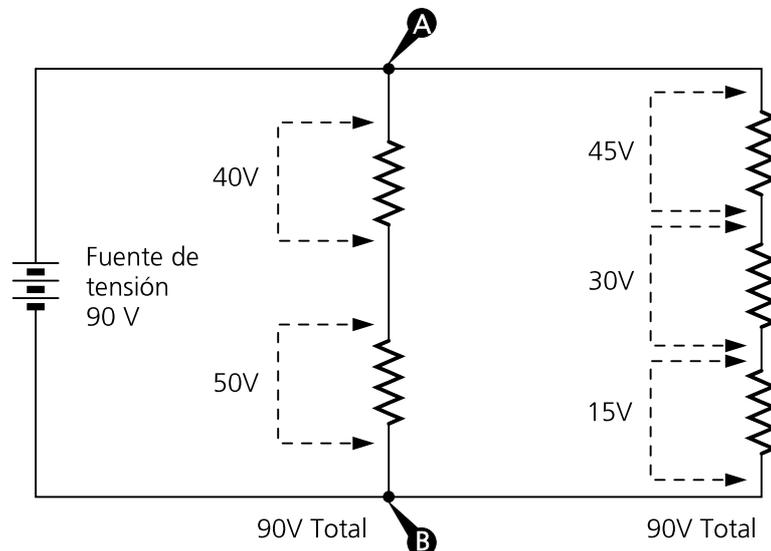


Fig. 9: Segunda ley de Kirchhoff.

Como ves, la suma de las tensiones en las resistencias de la izquierda (40 V y 50 V) es igual a la de la pila (90 V).

Y la suma de las tensiones de las de la derecha (45 V, 30 V y 15 V) también es igual a la de la pila.

También ves, en esta figura, que se han marcado las resistencias que están entre los mismos nudos A y B.

La segunda ley de Kirchhoff dice que:

Cuando sumas las tensiones de las resistencias que están entre dos nudos, obtienes la tensión que hay en esos dos nudos.

Como ves en la figura 9, la pila está entre los nudos A y B. Por lo tanto, la tensión entre A y B es de 90 V.

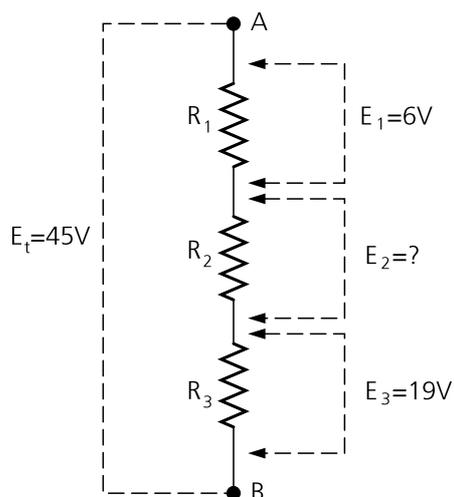
Como el primer grupo de resistencias están entre A y B, al sumar las tensiones, $40 + 50$, también obtienes la tensión que hay entre A y B.

Y como el otro grupo también está entre A y B, también si sumas las tensiones, $45 + 30 + 15$, obtienes la tensión que hay entre esos nudos.

Siempre que en un camino entre dos nudos conozcas todas las tensiones menos una, la podrás calcular aplicando esta segunda ley de Kirchoff, siempre que conozcas la tensión que existe entre esos dos nudos.

En la figura 10 desconoces el valor de la tensión en la resistencia R_3 , pero conoces el valor de las otras tensiones y el de la tensión entre los nudos A y B.

Así que $V_t = V_1 + V_2 + V_3$; $45 = 6 + V_2 + 19$; $V_2 = 20$ V



Para hallar E2:

$$\begin{aligned} E_1 + E_2 + E_3 &= E_t \\ 6 \text{ V} + E_2 + 19 \text{ V} &= 45 \text{ V} \\ E_2 + 25 \text{ V} &= 45 \text{ V} \\ \text{Luego } E_2 &= 20 \text{ V} \end{aligned}$$

Fig. 10: Aplicación de la segunda ley de Kirchoff.

ACTIVIDAD 2

En la figura 10 se han leído unos nuevos valores de las tensiones. Resultando ser: $E_t = 45$ V, $E_1 = 16$ V, $E_3 = 29$ V, calcula el valor de E_2 . ¿Qué sucede?

La siguiente figura muestra el cálculo de un circuito más complejo.

Primero calculas la tensión en R_2 , porque conoces la tensión entre los nudos A y C.

$$V_t = V_1 + V_2; 90 = 35 + V_2; V_2 = 55 \text{ V}$$

Luego calculas la tensión en R_3 , porque conoces la tensión entre los nudos B y C.

$$V_2 = V_3 + V_4; 55 = V_3 + 20; V_3 = 35 \text{ V.}$$

Para hallar dos tensiones desconocidas:

Para hallar E_1 :

$$E_1 + E_2 = E_t$$

$$35 \text{ V} + E_2 = 90 \text{ V}$$

Luego: $E_2 = 55 \text{ V}$

Para hallar E_3 :

$$E_3 + E_4 = E_2$$

$$E_3 + 20 \text{ V} = 55 \text{ V}$$

Luego: $E_3 = 35 \text{ V}$

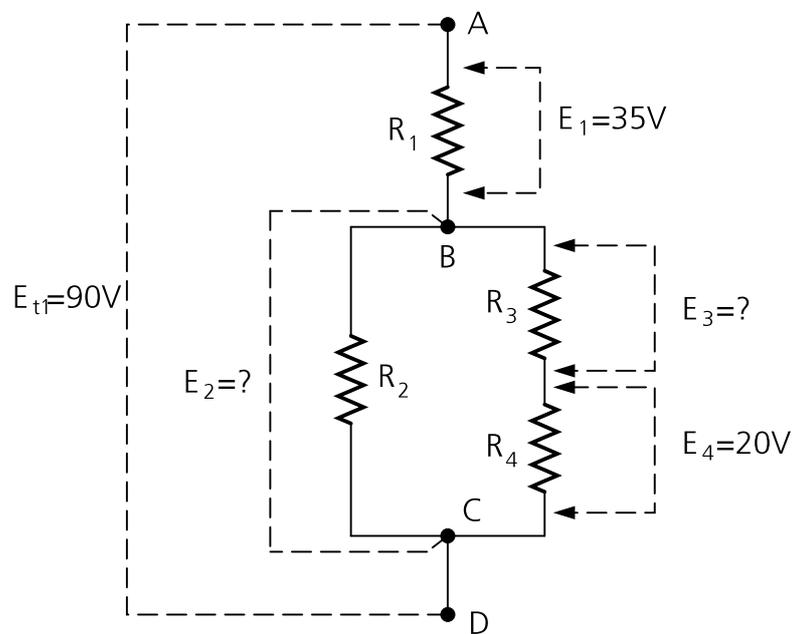


Fig. 11: Otra aplicación de la segunda ley de Kirchhoff.

Comprenderás que la tensión en cualquier camino que esté situado entre los mismos dos nudos es la misma. En la figura 12, se han marcado los caminos que tienen la misma tensión.

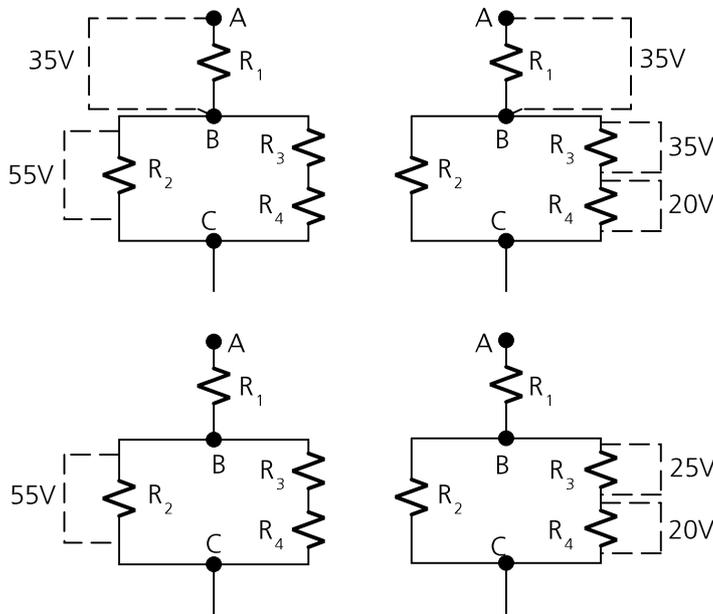


Fig. 12: Resolución final.

ACTIVIDAD 3

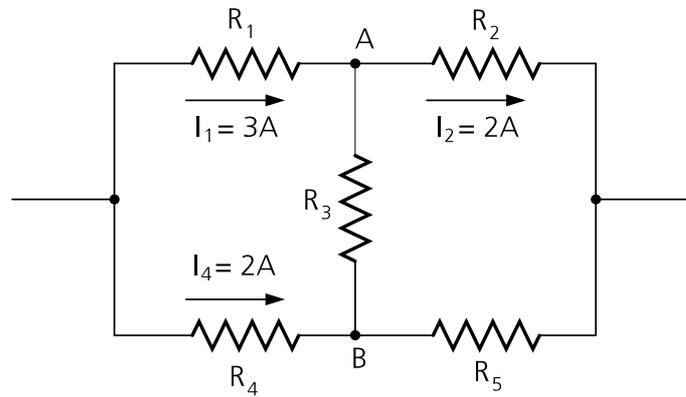
En la figura 12 a comprueba que la tensión entre A y C en cada rama marcada es la misma.

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, contesta a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

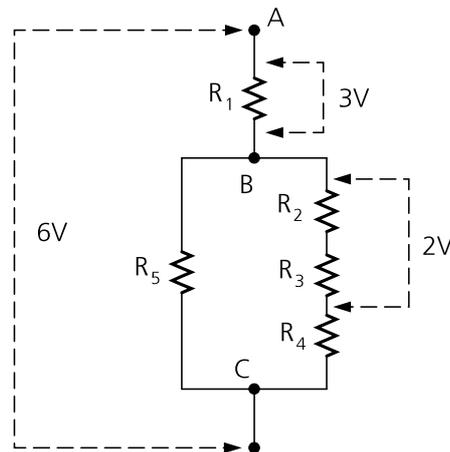
1

En el circuito de la figura, calcula el sentido y las intensidades de corriente que circulan por las resistencias R_3 y R_5 .



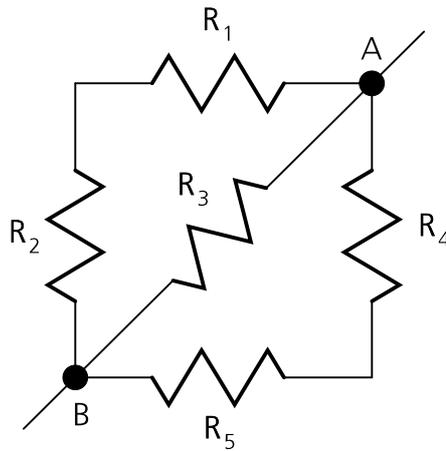
2

En el circuito de la figura calcula la tensión en la resistencia R_5 y en R_4 .



3

En el circuito de la figura, todas las resistencias son del mismo valor. Si la tensión en la resistencia R_3 es de 2 voltios y en R_1 de 1 voltio, ¿qué tensión habrá en cada una de las resistencias restantes?



Respuestas a las actividades

R

ACTIVIDAD 1

Nuevamente: $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

Sustituyendo los nuevos valores: $I_1 + 4 = 1 + 3$

Operando: $I_1 + 4 = 4$

Resultado: $I_1 = 0 \text{ A}$

Si no circula corriente a través de esa resistencia, tal vez sea porque la resistencia está averiada, o no está bien soldada.

R

ACTIVIDAD 2

Nuevamente se verifica que: $E_t = E_1 + E_2 + E_3$

Sustituyendo los nuevos valores: $45 = 16 + E_2 + 29$

Operando: $45 = 45 + E_2$

Resultado: $E_2 = 0 \text{ V}$

La corriente circula por las tres resistencias; si no, no tendrías tensión en R_1 , y en R_3 . No hay tensión en R_2 , pero circula corriente por ella. Algo le ocurre a R_2 (está cortocircuitada*).

R

ACTIVIDAD 3

Fíjate que: $V_t = V_1 + V_3 + V_4$; $90 = 35 + 35 + 20$

Y que: $V_t = V_1 + V_2$; $90 = 35 + 55$

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

En el nudo A, como I_1 es entrante e I_2 saliente, entonces I_3 tiene que ser saliente, es decir, se dirige del nudo A al nudo B.

Su valor es: $I_1 = I_2 + I_3$; sustituyendo valores: $3 = I_3 + 2$; por lo que $I_3 = 3 - 2 = 1$ A.

En el nudo B, como I_4 y I_3 son entrantes, I_5 tiene que ser saliente.

Su valor es: $I_4 + I_3 = I_5$; sustituyendo valores: $2 + 1 = I_5$; por lo que $I_5 = 3$ A.

2

La tensión en R_5 es V_{bd} . Como la tensión entre los nudos A y D es de 6 V, y como la tensión en R_1 es de 3 V, la tensión en R_5 se calculará así:

$V_{ad} = V_{ab} + V_{bd}$; sustituyendo valores: $6 = 3 + V_{bd}$; operando:

$$V_{bd} = 6 - 3 = 3 \text{ V.}$$

La tensión en R_4 es V_{cd} .

Como $V_{bd} = V_{bc} + V_{cd}$, sustituyendo valores: $3 = 2 + V_{cd}$; operando:

$$V_{cd} = 3 - 2 = 1 \text{ V.}$$

3

R_1 y R_2 están en serie, circula por ellas la misma corriente. Como además R_1 y R_2 son iguales, la tensión en cada una de ellas será la misma. Como en R_3 hay 2 V, la tensión en R_1 será de 1 V y la tensión en R_2 será también de 1 V, ya que R_3 está entre los nodos A y B, y R_1 y R_2 también.

Por la misma razón, la tensión en R_4 y R_5 es también de 1 V en cada una de ellas.

Resumen de Unidad

Las leyes de Kirchhoff son dos:

Primera ley de Kirchhoff

La primera ley de Kirchhoff es ésta:

“La corriente total que entra en un punto del circuito es igual a la corriente total que sale de dicho punto.”

Segunda ley de Kirchhoff

La segunda ley de Kirchhoff es ésta:

“Cuando sumas las tensiones de las resistencias que están entre dos nudos, obtienes la tensión que hay entre esos dos nudos.”

Notas

Empty box for notes.

Vocabulario

Cortocircuito: la avería por cortocircuito se produce cuando accidentalmente aparece un atajo por donde pasa la corriente. Una resistencia está en cortocircuito cuando se conectan directamente sus dos terminales.

Intensidad o intensidad de corriente o simplemente **corriente:** las tres palabras significan casi lo mismo. La corriente es el movimiento de los electrones. La intensidad o intensidad de corriente es la cantidad de electricidad que recorre un circuito. Es como el agua que circula por una tubería. Se mide en amperios.

Paralelo: dos o más resistencias están en paralelo cuando se unen todos los terminales de un extremo y todos los del otro. Cuando aparcas un coche en batería, lo pones en paralelo. Cuando una pareja baila, también está en paralelo.

Serie: dos o más resistencias están en serie cuando están una a continuación de otra. Una cadena está formada por aros que están en serie.

Tensión o voltaje o diferencia de potencial: las tres significan lo mismo. Es lo que hace que la corriente se mueva. Es como la diferencia de nivel que existe en dos vasos comunicantes. Mientras exista la diferencia de nivel el agua se moverá del vaso más lleno al más vacío. Se mide en voltios.



FONDO  FORMACION