ANUNCIOS

Primer evaluación corta: desde el jueves 5 de setiembre a la medianoche del sábado 14.
Temas: Los correspondientes a toda la Unidad 1.

Quedaron fijadas las fechas definitivas de los parciales Primer parcial: sábado 5 de octubre hora 14:00.

EJEMPLO: Ejercicio 2.1.3

Un alambre de resistencia R, longitud L y sección transversal constante se estira para formar otro cuya longitud es tres veces la original.
Encuentre la resistencia del nuevo alambre en función de R suponiendo que la resistividad y la densidad del material no cambian durante el estiramiento

Sean L' y A' las nuevas dimensiones del material estirado y R' la nueva resistencia.

$$R = \frac{\rho L}{A} \qquad R' = \frac{\rho L'}{A'}$$

Al estirarse, la masa y por tanto en volumen se mantiene por lo que: L.A = L'A'

$$L' = 3L \qquad A' = A/3$$

$$R' = \frac{\rho 3L}{\frac{A}{3}} = 9\frac{\rho L}{A} = 9R$$

R'= 9R

FUERZA ELECTROMOTRIZ

En un circuito eléctrico debe haber un dispositivo que mueva las cargas desde el lugar donde hay menor potencial eléctrico hacia donde hay más, a pesar de que la fuerza electrostática trate de llevarla de la mayor energía potencial a la menor (como una bomba de agua que eleva la misma a un depósito).
La corriente fluye del potencial menor al mayor debido a lo que se denomina **fuerza electromotriz** (**fem** y se símboliza $\mathcal{E}$), aunque no es una fuerza.
La unidad del SI de la fem es la misma que la del potencial eléctrico, el volt (1 V =1 J/C).

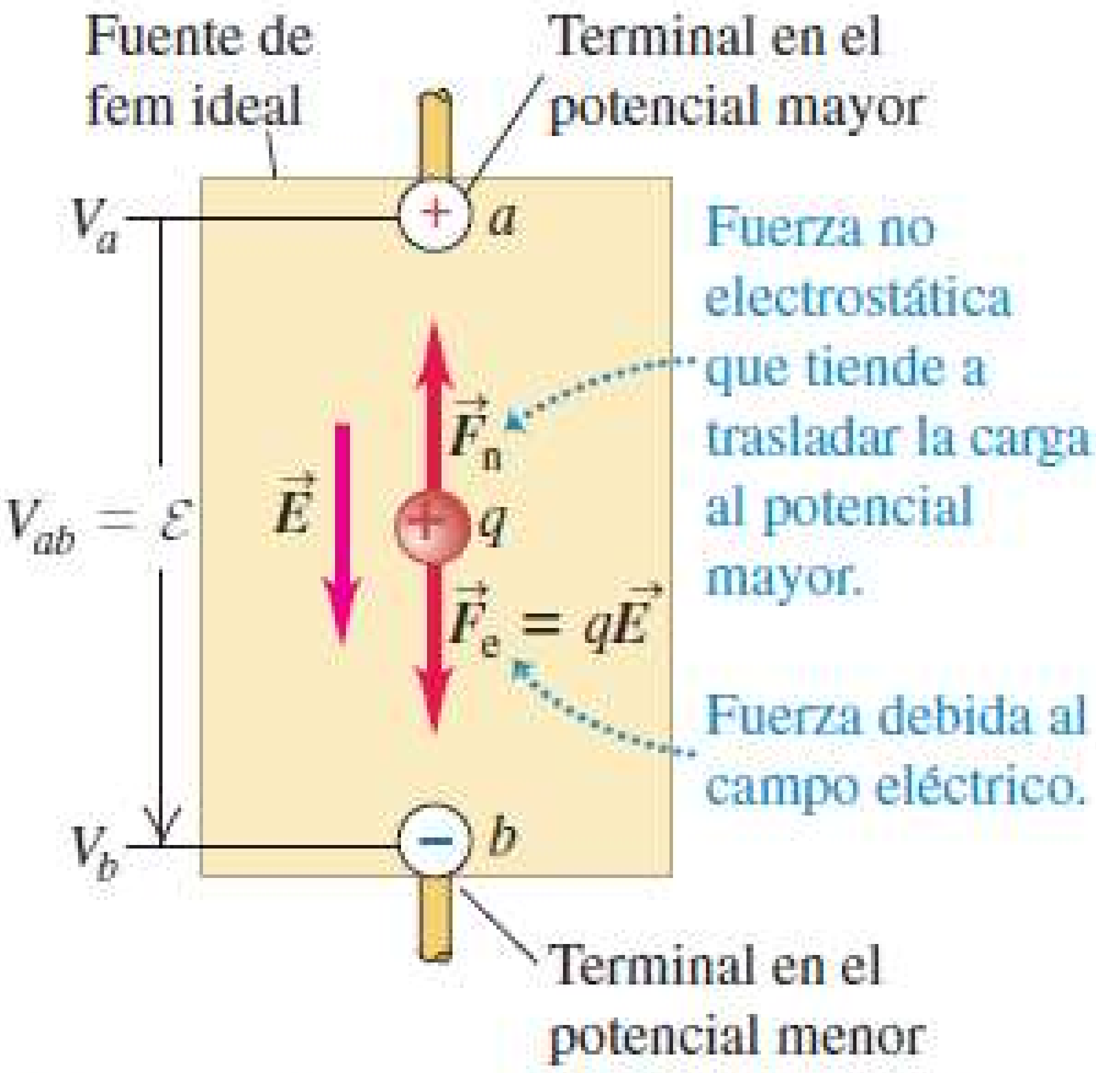
Todo circuito completo con corriente constante debe incluir alguna **fuente de fem**, ejemplos: baterías, generadores eléctricos, celdas solares, etc.

Estos dispositivos convierten energía de algún tipo (mecánica, química, solar, térmica, etc.) en energía potencial eléctrica y la transfieren al circuito al que está conectado el dispositivo.

FUERZA ELECTROMOTRIZ

Modelo de una **fuente *ideal de fem*** mantiene una diferencia de potencial constante entre sus terminales, independientemente de la corriente que pase a través de ella.

Una fuente de fem ideal que mantiene una diferencia de potencial entre los conductores *a y b*, ***llamados terminales del dispositivo***.
La terminal *a, marcada con +, se mantiene a un potencial mayor que la terminal b, marcada* con -.
El incremento en la energía potencial es igual al trabajo no electrostático que realiza la fuente
$V_{ab} = \mathcal{E}$



Cuando la fuente de fem no es parte de un circuito cerrado, $F_n = F_e$ y no hay movimiento neto de carga entre las terminales.

FUERZA ELECTROMOTRIZ

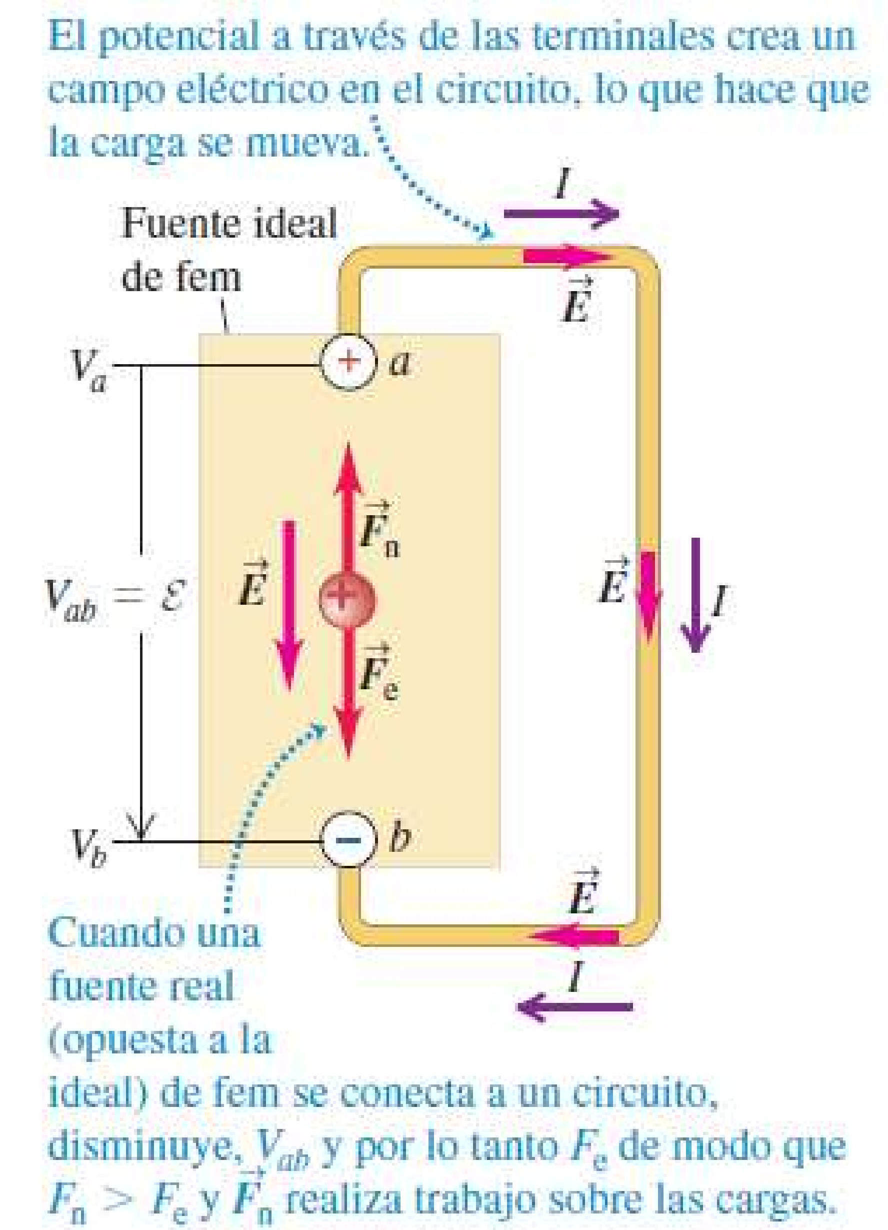
Ahora, consideremos un circuito completo conectando un alambre con resistencia *R* *a las terminales de una fuente.*

La diferencia de potencial entre las terminales *a y b genera un campo eléctrico dentro del alambre; esto hace* que la corriente fluya alrededor del circuito de *a hacia b, del potencial más alto al más* bajo.

La diferencia de potencial entre los extremos del alambre en la figura está dada por $V_{ab} = IR$.

$$\mathcal{E} = V_{ab} = IR$$

Cuando una carga positiva *q fluye alrededor del circuito, el aumento de potencial* $\boldsymbol{\mathcal{E}}$ conforme pasa a través de la fuente ideal, es numéricamente igual a la *caída* de potencial $V_{ab} = IR$ *conforme pasa por el resto del circuito.*



RESISTENCIA INTERNA

Las fuentes reales de fem en un circuito no se comportan exactamente del modo descrito; **la diferencia de potencial a través de una fuente real en un circuito *no es* igual a la fem**.

La razón es que la carga en movimiento a través del material de cualquier fuente real encuentra una *resistencia: la* **resistencia interna de la fuente (*r*).**

Si esta resistencia se comporta de acuerdo con la ley de Ohm, *r es constante e independiente de la corriente I.*

Conforme la corriente avanza a través de *r, experimenta una caída de potencial asociada que es* igual a *Ir.*

Cuando una corriente fluye a través de una fuente de la terminal negativa b a la terminal positiva a, la diferencia de potencial Vab entre las terminales es:

$$V_{ab} = \mathcal{E} - Ir$$

El **potencial V_{ab}**, *llamado* ***voltaje terminal****, es menor que la fem ya que el término Ir representa la caída de potencial a través de la resistencia interna r.*

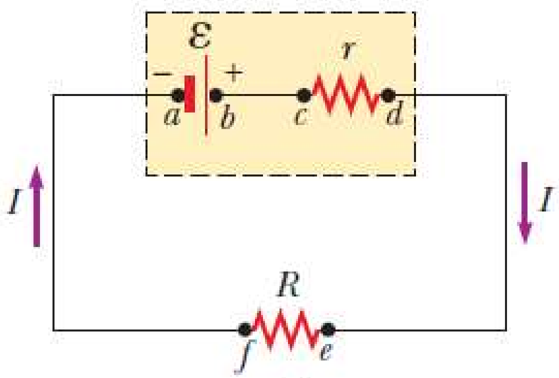
Una batería de 1,5 V tiene una fem de 1,5 V, pero el voltaje terminal V_{ab} *de la* batería es igual a 1,5 V únicamente si no hay corriente que fluya a través de ella.

Si la batería forma parte de un circuito completo a través del cual fluye corriente, el voltaje terminal será menor de 1,5 V.

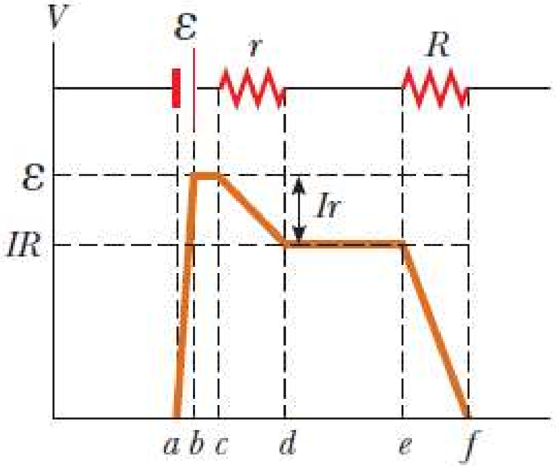
Como: $V_{ab} = \mathcal{E} - Ir$ y además $V_{ab} = IR$ *se tiene que:*

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

FUERZA ELECTROMOTRIZ



a)



a) Diagrama de un circuito de una fuente de fem ε (en este caso, una batería), de resistencia interna *r, conectada a un resistor* externo, de resistencia *R.*

b) Gráfica variación del potencial eléctrico a lo largo del circuito en a) en sentido de las manecillas del reloj.

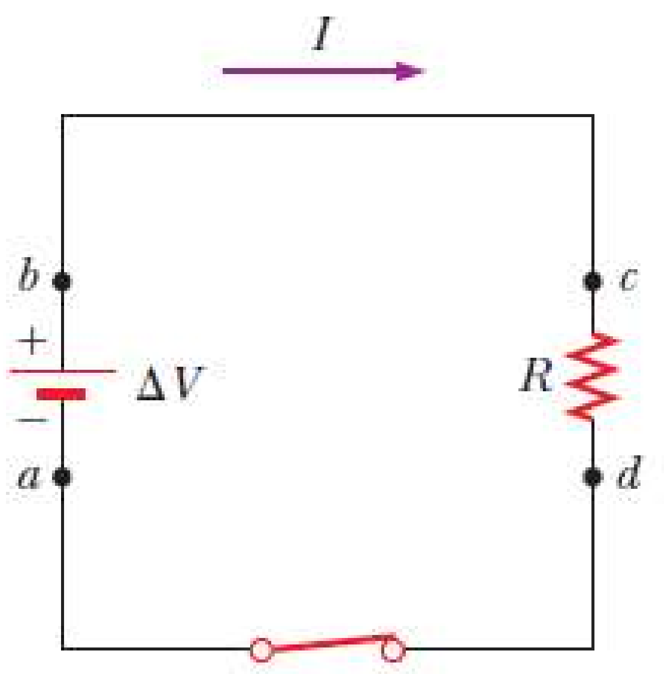
El voltaje entre las terminales de la batería ΔV vale: **$\Delta V = \varepsilon - Ir$**

$$\varepsilon = Ir + IR \qquad I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

IMPORTANTE: La batería no suministra electrones.

Una batería no suministra electrones al circuito, sino que establece el campo eléctrico que ejerce una fuerza sobre los electrones existentes en los alambres y en los elementos del circuito.

POTENCIA ELÉCTRICA



Cuando una carga se mueve de ***a*** *a* ***b*** *a través de la batería, la* ***energía potencial eléctrica del sistema U aumenta*** en *Q.ΔV (a expensas de la energía potencial química de la batería que se reduce en la* misma cantidad).

La rapidez a la cual el sistema pierde energía potencial eléctrica conforme la carga Q *pasa a través del resistor:*

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d(Q.\Delta V)}{dt} = \frac{dQ}{dt}.\Delta V = I.\Delta V$$

Circuito constituido por un resistor de resistencia *R y* una batería con una diferencia de potencial ΔV *entre sus terminales.*
La carga positiva fluye en dirección de las manecillas del reloj.

I es la corriente en el circuito.
El sistema recupera su energía potencial cuando la carga pasa a través de la batería, a expensas de la energía química de la misma.

La potencia $\mathcal{P}$, que representa la rapidez a la cual se entrega energía al resistor, es

$$\mathcal{P} = I.\Delta V$$

POTENCIA ELÉCTRICA

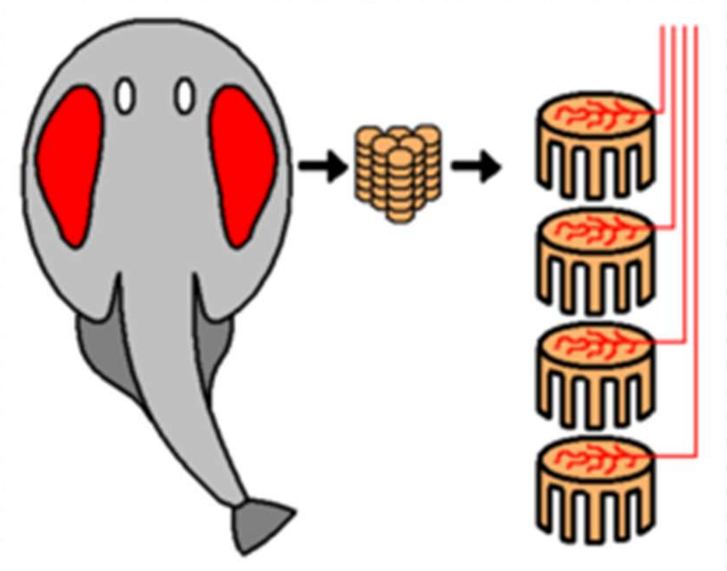
Potencia entregada por una fuente de voltaje a *cualquier dispositivo que tenga una corriente I y esté sujeto a una diferencia* de potencial ΔV *entre sus terminales.*

$$\mathcal{P} = I.\Delta V = I^2 R = \frac{\Delta V^2}{R}$$

Unidad SI de potencia es el watt (W)

El proceso mediante el que se pierde potencia en forma de energía interna en un conductor de resistencia *R,* a menudo se llama **calentamiento Joule**; esta transformación también es conocida como una **pérdida I^2R**.

PECES ELÉCTRICOS



Los peces eléctricos han desarrollado órganos capaces de producir un campo eléctrico, a través de células especializadas denominados **electrocitos.** Los electrocitos son células en forma de discos que están dispuestas en una secuencia de manera similar a una batería eléctrica. Pueden tener miles de esas células, produciendo cada una alrededor de 150 mV. Las células funcionan por bombeo positivo de iones sodio y potasio fuera de la célula

Las mantarrayas eléctricas dan electrochoques para aturdir a sus presas y ahuyentar a sus predadores.
Miles de electrocitos se apilan una sobre otra, de modo que sus fems se suman para producir un total de hasta 200 V.
Estas pilas forman más de la mitad de la masa corporal de las mantarrayas eléctricas.
Una mantarraya puede usar esto para generar una corriente impresionante de hasta 30 A por unos cuantos milisegundos.

EJEMPLO: Ejercicio 2.1.10 a)

2.1.10- a) **Anguilas eléctricas.** Las anguilas eléctricas generan pulsos eléctricos, a lo largo de su piel, que usan para aturdir un enemigo cuando entran en contacto con él. Las pruebas han demostrado que tales pulsos pueden ser hasta de 500 V y producir corrientes de 80 mA (o incluso mayores). Un pulso normal dura 10 ms. ¿Qué potencia y cuánta energía se transmite al infortunado enemigo en un solo pulso, suponiendo una corriente constante?

$P = I.\Delta V = (80\times10^{-3}\ A) \times (500\ V) = 40\ W$

$U = P.\ \Delta t = (40\ W) \times (10\times10^{-3}\ s) = 0{,}40\ J$

P = 40 W
U= 0,40 J = 400 mJ

EJEMPLO: Ejercicio 2.1.8

Un calefactor eléctrico está alimentado con una tensión de 220 V y consume una corriente de 10 A.
Calcular la potencia y la energía consumidas si está funcionando durante 5,0 horas.

$$\mathcal{P} = I.\Delta V = I^2 R = \frac{\Delta V^2}{R}$$

P = I.ΔV= (10 A) × (220 V) = 2.200 W

U = P. Δt= (2.200 W) × (5,0 × 3600 s) = 39. 600.000 J

P = $2{,}2 \times 10^3$ W= 2,2 KW

U= 4.0×10^7 J = 11 KWH

EJEMPLO: Ejercicio 2.1.9

Considere un conductor de sección 2,00 mm^2 y longitud 5,00 cm, hecho de un material desconocido. Al conectar los extremos de dicho conductor a una batería ideal de 5,00 mV, se observa que el conductor disipa una potencia de 40,0 mW. ¿Cuánto vale la resistividad del material de dicho conductor?

Datos: L= 5,00 cm = 5,00×10^{-2} m; A= 2,00 mm^2 = 2,00×10^{-6} m^2;

ΔV=5,00 mV= 5,00×10^{-3} V; P= de 40,0 mW = 4,00×10^{-2} W

$$R = \rho\frac{L}{A} \qquad \rho = \frac{R.A}{L} \qquad P = \frac{(\Delta V)^2}{R} \qquad R = \frac{(\Delta V)^2}{P}$$

$$R = \frac{(\Delta V)^2}{P} = \frac{(5{,}00 \times 10^{-3})^2}{4{,}00 \times 10^{-2}} = 6{,}25 \times 10^{-4}\ \Omega$$

$$\rho = \frac{R.A}{L} = \frac{(6{,}25 \times 10^{-4}).(2{,}00 \times 10^{-6})}{5{,}00 \times 10^{-2}} = 2{,}50 \times 10^{-8}\ \Omega.\mathrm{m}$$

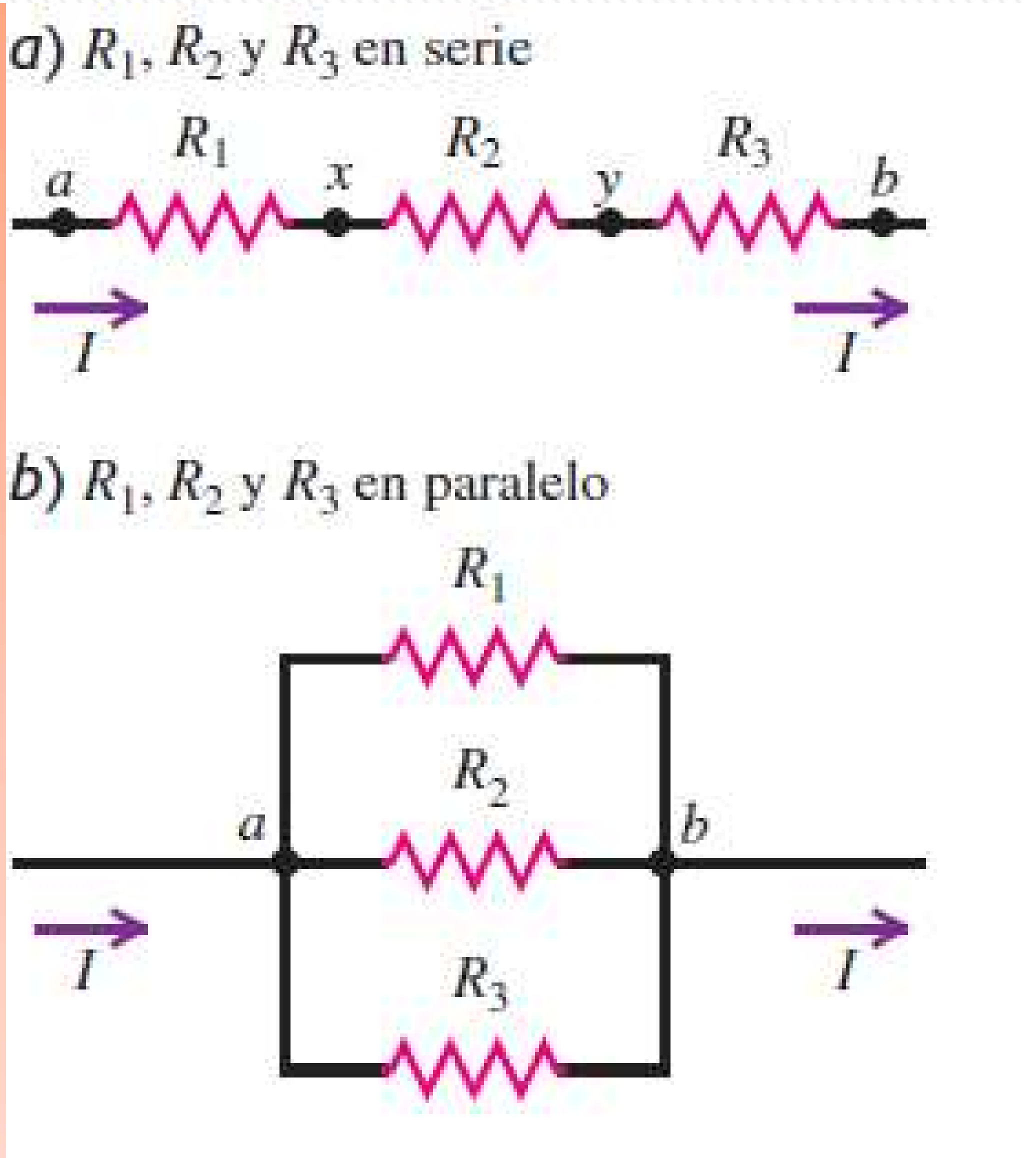
ρ = 2,50×10^{-8} Ω.m

RESISTORES EN SERIE Y EN PARALELO

Es frecuente que los circuitos tengan varios resistores, lo que constituye *combinaciones de resistores.*

Cuando se conectan en secuencia varios elementos de circuito, como resistores, baterías y motores, como en la **figura *a***, *con una sola trayectoria de corriente entre* los puntos, se dice que están conectados en **serie**.

Se dice que los resistores de la **figura *b*** *están conectados en* ***paralelo entre los puntos a y b****.* *Cada resistor ofrece una trayectoria alternativa entre los puntos. Para* los elementos de circuito conectados en paralelo, la *diferencia de potencial es la misma* a través de cada elemento.



RESISTORES EN SERIE Y EN PARALELO

Para cualquier combinación de resistores, **es posible encontrar un resistor *único que podría reemplazar la combinación y dar como resultado la misma corriente* y diferencia de potencial totales**.

Por ejemplo, una serie de lamparitas navideñas podría reemplazarse por una sola bombilla, elegida de manera adecuada, que tome la misma corriente y tenga la misma diferencia de potencial entre sus terminales que la serie original.

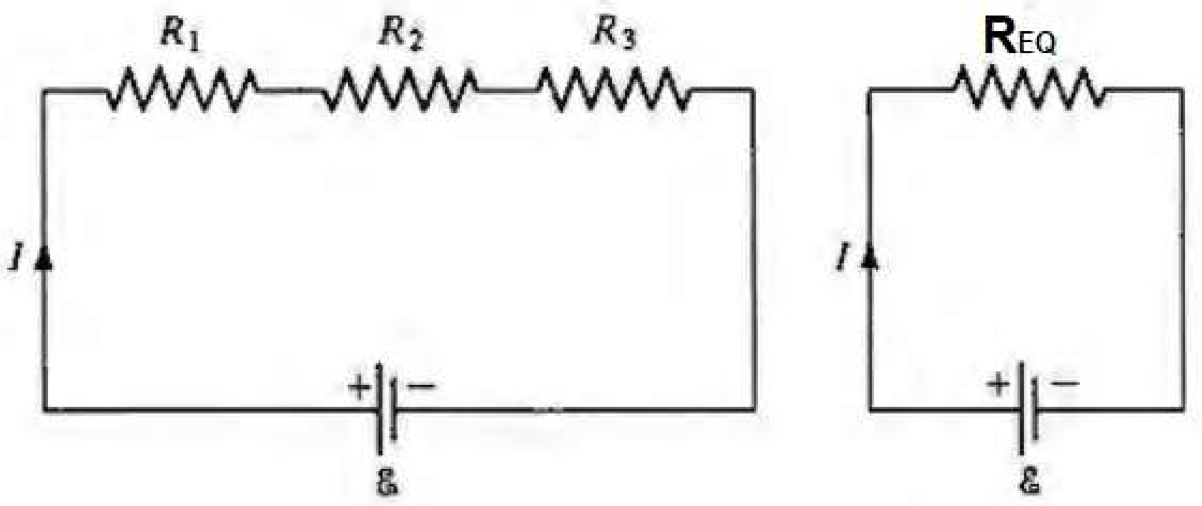
La resistencia de este resistor único se llama **resistencia equivalente R_{eq}** de la combinación.

Si se reemplazara cualquiera de las redes de la figura anterior por su resistencia equivalente R_{eq}, *se podría escribir :* $V_{ab} = R_{eq}.I$ *ó* $R_{eq} = V_{ab}/I$

donde V_{ab} *es la diferencia de potencial entre las terminales a y b de la red, e I es la* corriente en el punto *a o b.*

***Para calcular una resistencia equivalente, se supone una* diferencia de potencial V_{ab} *a través de la red real, se calcula la corriente I correspondiente* y se obtiene la razón V_{ab}/I.**

RESISTORES EN SERIE



La corriente I es la misma en todos los resistores.

La fem que entrega la batería es igual a la suma de las caídas de potencial en c/u de los resistores:

$\mathcal{E} = IR_1 + IR_2 + IR_3 = I\,(R_1+R_2+R_3)$

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

Una sola *resistencia equivalente* R_{EQ}, conectada a la batería producirá la misma corriente si ***$I = \mathcal{E}/R_{EQ}$*** :

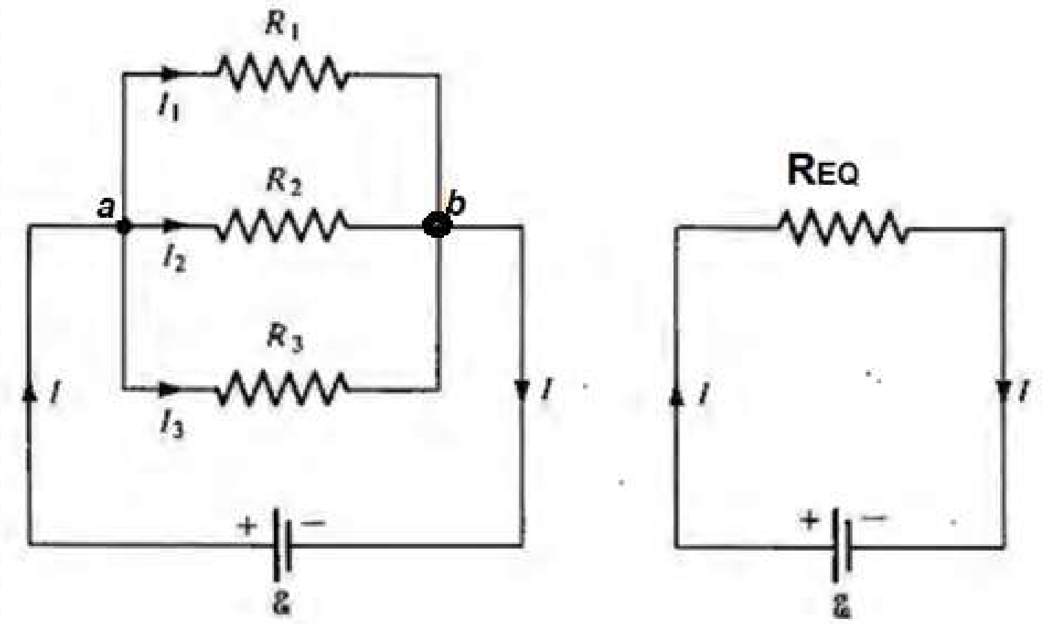
$$R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3$$

Se puede generalizar para más resistores:

$$R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3 \ldots = \sum_{i=1}^{n} R_i$$

La resistencia equivalente de *cualquier número de resistores en serie es igual a la suma* de sus resistencias individuales.

RESISTORES EN PARALELO



La diferencia de potencial entre las terminales de cada resistor debe ser la misma e igual a V_{ab}:

$$I_1 = \frac{V_{ab}}{R_1} \qquad I_2 = \frac{V_{ab}}{R_2} \qquad I_3 = \frac{V_{ab}}{R_3}$$

La corriente total que sale de la batería se divide en 3 corrientes que pasan por c/u de los resistores de modo que:

I =I₁ + I₂ + I₃

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = V_{ab}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$$\frac{I}{V_{ab}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \qquad \frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Para *cualquier número de resistores en paralelo, el recíproco de la resistencia equivalente* es igual a la *suma de los recíprocos de sus resistencias individuales*.

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

Para el caso especial de *dos resistores en paralelo*

$$R_{EQ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

REGLAS O LEYES DE KIRCHHOFF

Desarrolladas por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887).

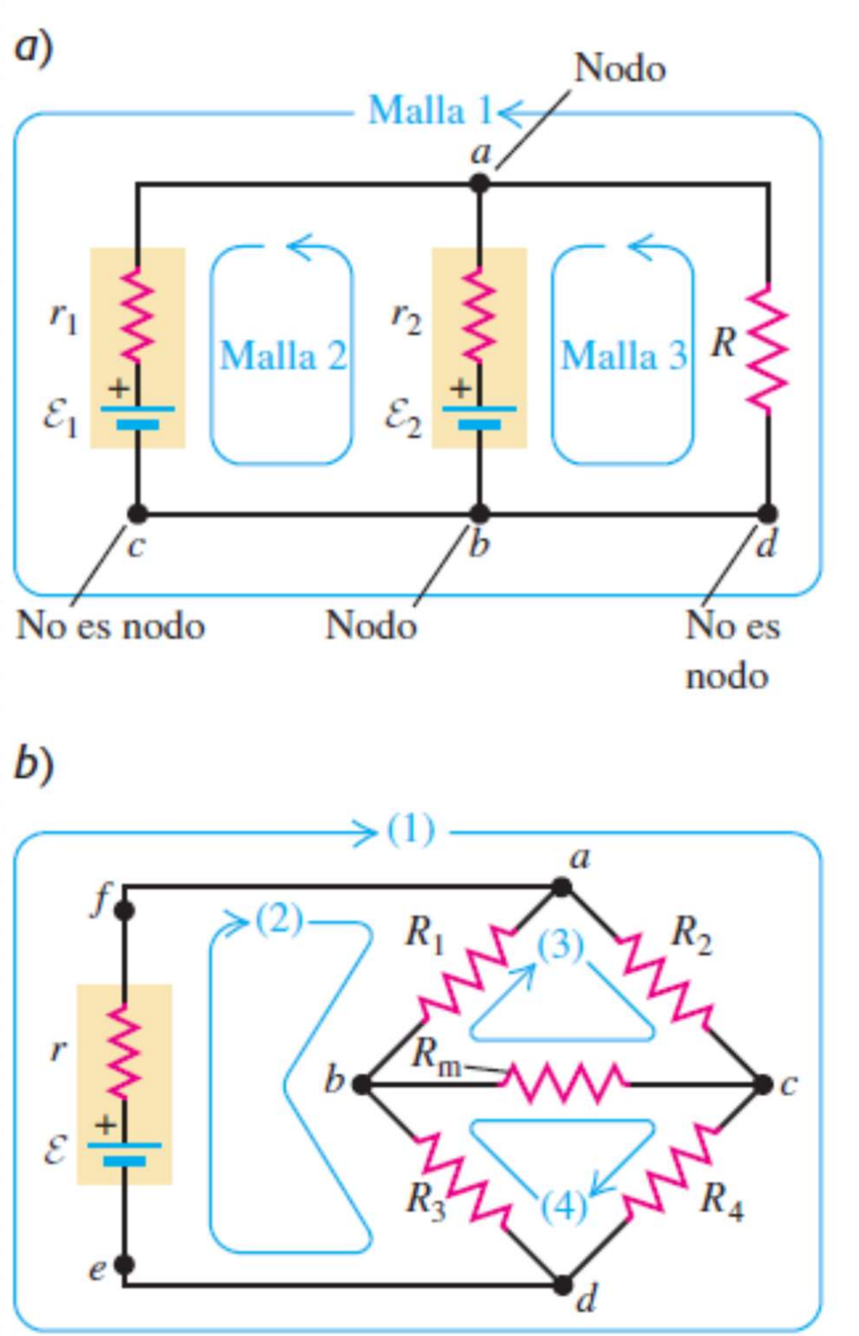
Un **nodo** (o **unión**) en un circuito es el punto en que se unen tres o más conductores.

Una **espira** (o **malla**) es cualquier trayectoria cerrada de conducción.

Figura *a:* los puntos *a* y *b* son nodos, pero los puntos *c* y *d* no lo son;

Figura *b:* los puntos *a*, *b*, *c* y *d* son nodos, pero los puntos *e* y *f* no lo son .

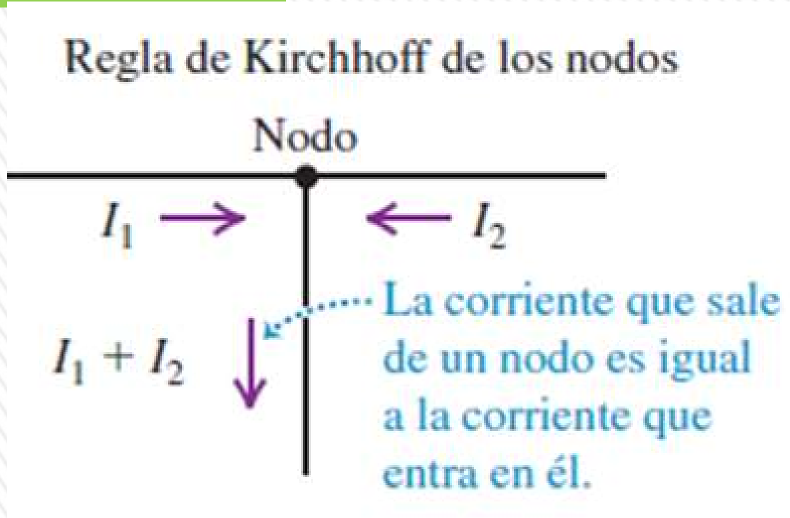
Las líneas en color azul de las figuras *a* y *b* ilustran algunas espiras posibles en estos circuitos.



REGLAS O LEYES DE KIRCHHOFF

Consisten en los dos siguientes enunciados:

Regla de Kirchhoff de los nodos: *La suma algebraica de las corrientes en cualquier nodo es igual a cero:* $\sum I = 0$



Regla de Kirchhoff de las mallas: *La suma algebraica de las diferencias de potencial en cualquier malla*, incluso las asociadas con las fem y las de elementos con resistencia, *debe ser igual a cero:* $\sum V = 0$.

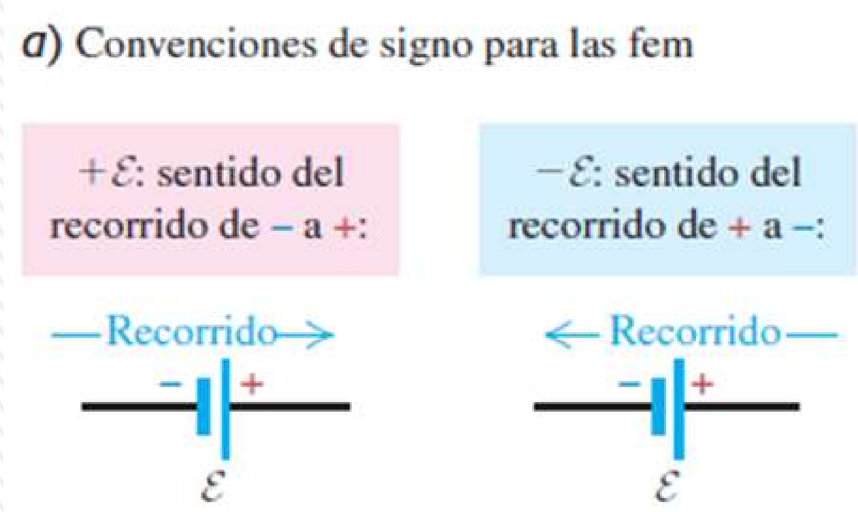
La **regla de los nodos** se basa en la ***conservación de la carga eléctrica***.
En un nodo no se puede acumular carga eléctrica: la carga total que entra a éste por unidad de tiempo (corriente entrante) debe ser igual a la carga total que sale por unidad de tiempo (corriente saliente).
Si consideramos como positivas las corrientes que entran a un nodo y negativas las que salen, la suma algebraica de las corrientes en el nodo debe ser igual a cero.

La **regla de las mallas** establece que la fuerza electrostática es *conservativa*.
Si recorro una malla y mido las diferencias de potencial entre los extremos de los elementos sucesivos del circuito, al regresar al punto de partida, debe encontrar que la *suma algebraica* de esas diferencias es igual a cero; de lo contrario, no se podría afirmar que el potencial en ese punto tiene un valor determinado.

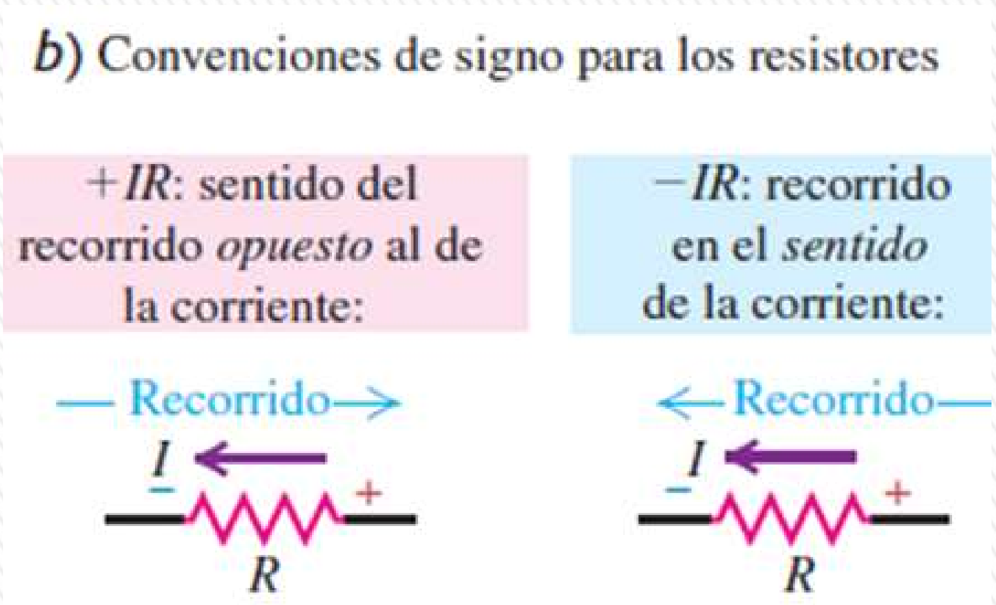
Convenciones de signo para la regla de la mallas

Para aplicar la regla de las mallas, se necesitan algunas convenciones de signos. Primero suponemos un sentido de la corriente en cada ramal del circuito y se indica en el diagrama correspondiente. A partir de cualquier punto del circuito, se realiza un recorrido imaginario alrededor de la espira sumando las fem y los *IR* conforme los encuentre.

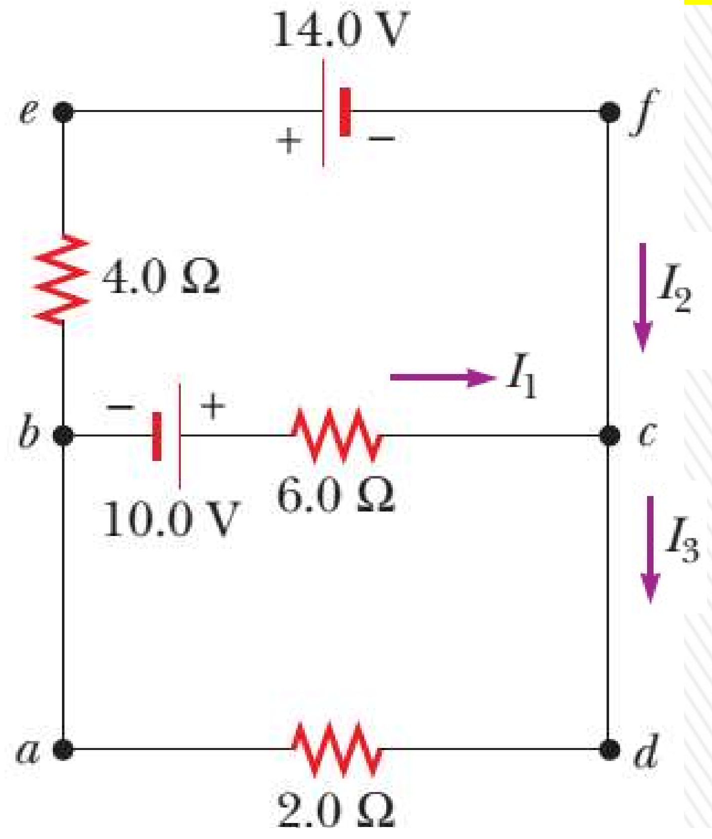
Cuando se pasa a través de una fuente en la dirección de - a +, la fem se considera *positiva*; cuando se va de + a - , la fem se considera *negativa* (figura *a*).



Cuando **se va a través de un resistor en el *mismo* sentido que el que se supuso para la corriente, el término *IR* es *negativo*** porque la corriente avanza en el sentido del potencial decreciente.
Cuando se **pasa a través de un resistor en el sentido que se supuso *opuesto* a la corriente, el término *IR* es *positivo*** porque representa un aumento de potencial (figura *b*).



LEYES DE KIRCHHOFF - Ejemplo



Encuentre las corrientes que circulan por c/u de las resistencia.

1era. Ley: $\quad 1) \quad I_1 + I_2 - I_3 = 0$

$abcda$: $\quad 2) \quad 10.0\ \text{V} - (6.0\ \Omega)I_1 - (2.0\ \Omega)I_3 = 0$

$befcb$: $\quad -(4.0\ \Omega)I_2 - 14.0\ \text{V} + (6.0\ \Omega)I_1 - 10.0\ \text{V} = 0$

$3) \quad -24.0\ \text{V} + (6.0\ \Omega)I_1 - (4.0\ \Omega)I_2 = 0$

De la 1era. Ley: $I_3 = I_1 + I_2$ y sustituyendo en 2)

$$10.0\ \text{V} - (6.0\ \Omega)I_1 - (2.0\ \Omega)(I_1 + I_2) = 0$$

$4) \quad 10.0\ \text{V} - (8.0\ \Omega)I_1 - (2.0\ \Omega)I_2 = 0$

ec. 3) ×3: $\quad 5) \quad -96.0\ \text{V} + (24.0\ \Omega)I_1 - (16.0\ \Omega)I_2 = 0$

ec. 4) ×3: $\quad 6) \quad 30.0\ \text{V} - (24.0\ \Omega)I_1 - (6.0\ \Omega)I_2 = 0$

ec. 5) + 6): $\quad -66.0\ \text{V} - (22.0\ \Omega)I_2 = 0$

$$I_2 = \boxed{-3.0\ \text{A}}$$

$$-24.0\ \text{V} + (6.0\ \Omega)I_1 - (4.0\ \Omega)(-3.0\ \text{A}) = 0$$

$$-24.0\ \text{V} + (6.0\ \Omega)I_1 + 12.0\ \text{V} = 0$$

$$I_1 = \boxed{2.0\ \text{A}}$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = 2.0\ \text{A} - 3.0\ \text{A} = \boxed{-1.0\ \text{A}}$$