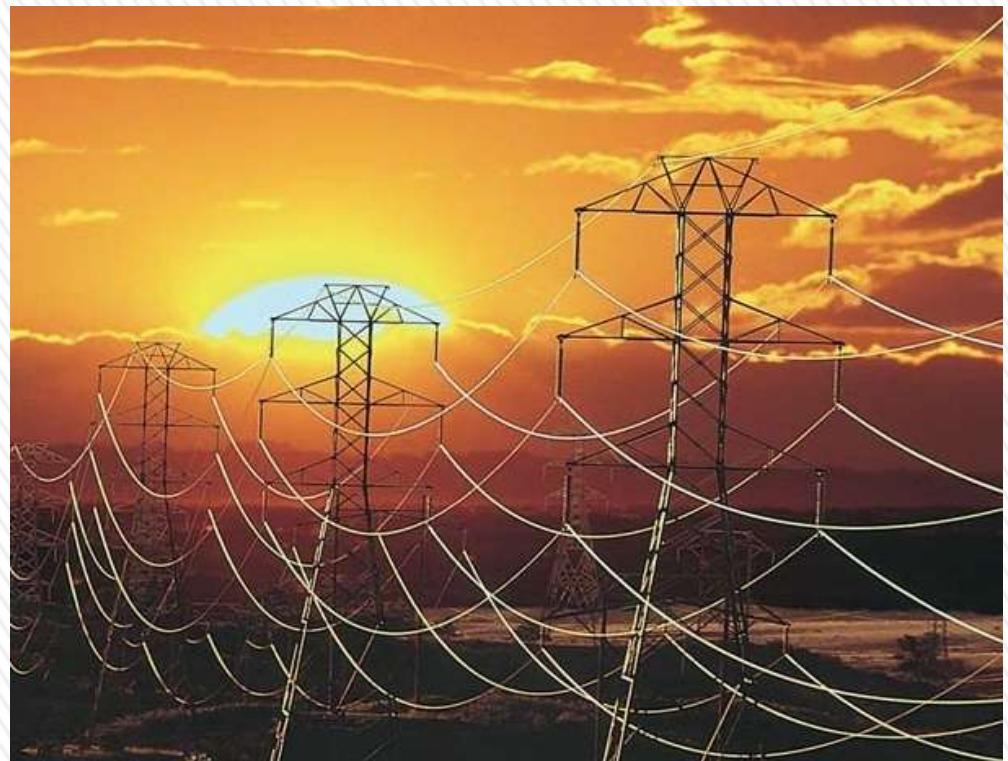


ANUNCIOS

Clase de consultas: por zoom los lunes a las 17:30 (antes de la clase del teórico virtual que empieza a las 18:00).
Enlace el mismo que para el teórico virtual.



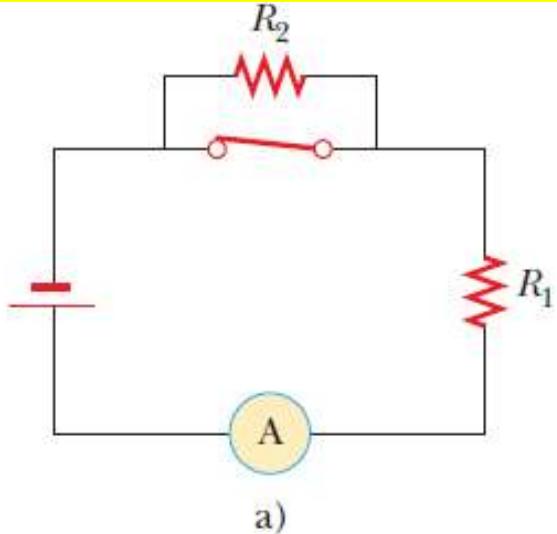
8-CORRIENTE, RESISTENCIA Y FUERZA ELECTROMOTRIZ



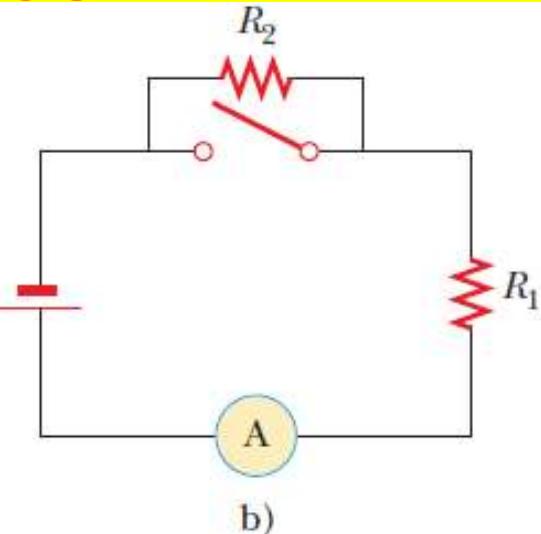
Dos lámparas de luz: de igual potencia de salida lumínica, pero la lámpara fluorescente de la izquierda, produce esta iluminación con mucho menos potencia eléctrica que la incandescente de la derecha. Las lámparas fluorescentes (“de bajo consumo”), es menos costosa de operar , pues consume menos potencia y resulta más económica.

Líneas de transmisión eléctrica transportan energía a hogares e industrias. La energía se transfiere a un voltaje muy elevado, hasta de cientos de miles de volts. Si bien es peligroso, el elevado voltaje origina una menor pérdida de energía, debido a la resistencia en los alambres.

1-PREGUNTA RÁPIDA (QUICK QUIZ)



a)



b)

Cuando se cierra el interruptor del circuito de la figura a, no hay corriente en R_2 , porque la corriente encuentra una trayectoria alterna de resistencia cero a través del interruptor. Existe corriente en R_1 , la cual se mide con un amperímetro (dispositivo para la medición de corriente) en la parte baja del circuito.

Si se abre el interruptor (figura b), existe corriente en R_2 .

¿Qué sucede con la lectura del amperímetro cuando se abre el interruptor?

- a) La lectura asciende,
- b) la lectura desciende, o
- c) la lectura no cambia.

Respuesta: b) la lectura desciende

Cuando se abre el interruptor, los resistores R_1 y R_2 están en serie, así que la resistencia total del circuito es mayor que cuando el interruptor estaba cerrado. Como resultado, la corriente disminuye.

2- PREGUNTA RÁPIDA (QUICK QUIZ)

Con el interruptor abierto del circuito de la figura a, no hay corriente en R_2 . No obstante, hay corriente en R_1 , y se mide con el amperímetro que está del lado derecho del circuito.

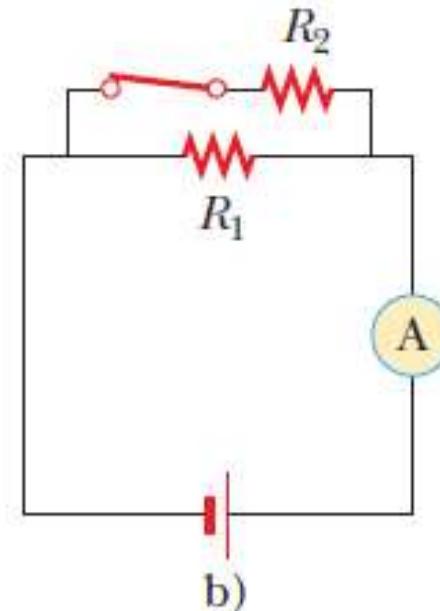
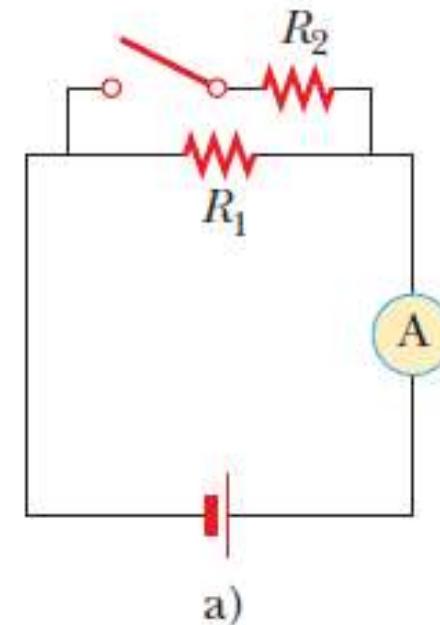
Si se cierra el interruptor (figura b), existe corriente en R_2 .

¿Qué ocurre con la lectura del amperímetro cuando el interruptor se cierra?

- a) La lectura asciende,
- b) la lectura desciende, o
- c) la lectura no cambia.

Respuesta: a) La lectura asciende.

Cuando se cierra el interruptor, los resistores R_1 y R_2 están en paralelo, así que la resistencia total del circuito es menor que cuando el interruptor estaba abierto. Como resultado, la corriente aumenta.



PREGUNTA RÁPIDA (QUICK QUIZ)

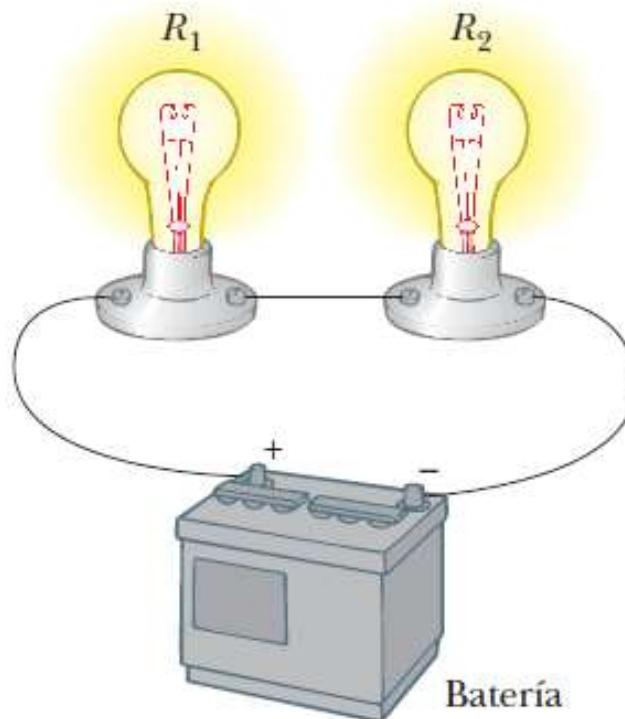
Considere las siguientes opciones:

- a) aumenta,
- b) disminuye,
- c) permanece igual.

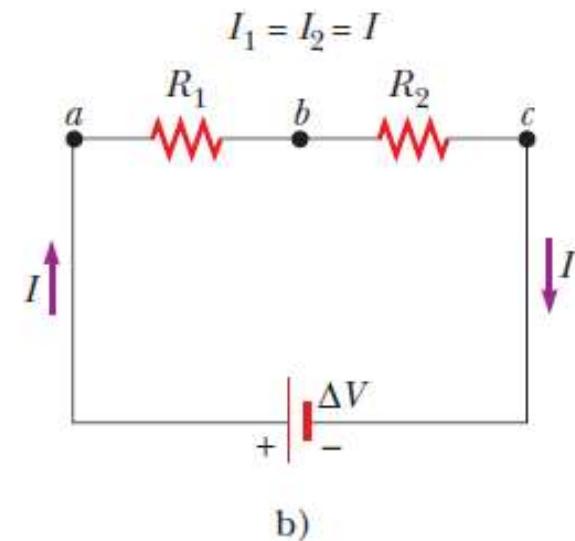
A partir de estas opciones, elija la mejor respuesta para las siguientes situaciones.

En la figura **se agrega un tercer resistor en serie con los primeros dos**.

- i) ¿Qué ocurre con la corriente en la batería?
- ii) ¿Qué ocurre con el voltaje entre las terminales de la batería?



a)



b)

Respuesta: i) –b) disminuye; y ii) a) aumenta
i), b) Agregar otro resistor en serie aumenta la resistencia total del circuito y por tanto reduce la corriente en el circuito.
ii), a). La diferencia de potencial a través de las terminales de la batería aumenta porque la corriente reducida resulta en una menor disminución de voltaje a través de la resistencia interna.

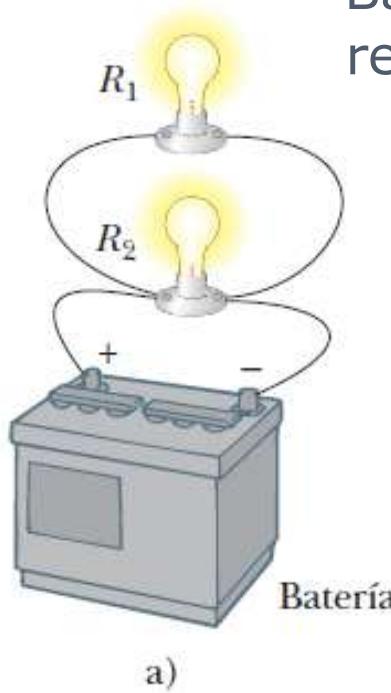
PREGUNTA RÁPIDA (QUICK QUIZ)

Considere las siguientes opciones:

- a) aumenta,
- b) disminuye,
- c) permanece igual.

A partir de estas opciones, elija la mejor respuesta para las siguientes situaciones.

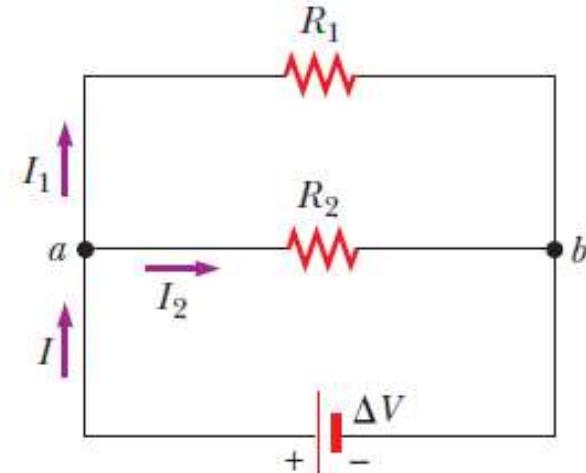
- i) En la figura se agrega un tercer resistor en paralelo con los dos primeros. ¿Qué ocurre con la corriente en la batería?
- ii) ¿Qué ocurre con el voltaje entre las terminales de la batería?



a)

Batería de fem \mathcal{E} y resistencia interna r

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$$



b)

Respuesta: i), a – aumenta; ii) b) disminuye.

a). Si se conectara en paralelo un tercer resistor, la resistencia total del circuito disminuiría y la corriente en la batería aumentaría.

ii), b). La diferencia de las terminales disminuiría porque la corriente aumentada resulta en una mayor caída de voltaje a través de la resistencia interna de potencial a través.

EVALUACIÓN CORTA N°1

1) Si F es la fuerza que experimentan dos cargas puntuales q_1 y q_2 separadas una distancia d . ¿Cuánto vale la fuerza F' si duplicamos la carga de c/u de las partículas y a la vez disminuimos la distancia a la mitad?

a) $F' = F$

b) $F' = 2F$

c) $F' = 4F$

d) $F' = 8F$

e) $F' = 16F$

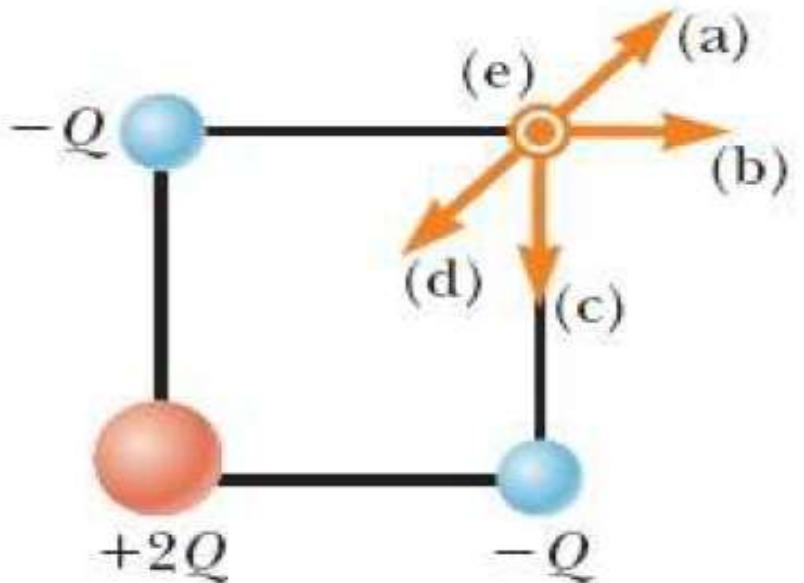
f) $F' = F/8$



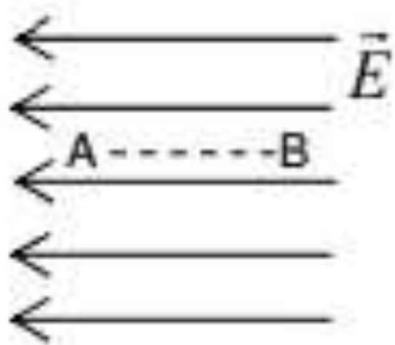
EVALUACIÓN CORTA N°1

2) Tres partículas cargadas se colocan en las esquinas de un cuadrado, como se muestra en la figura. ¿Cuál es la dirección del campo eléctrico en la esquina superior derecha, que es un punto en el espacio vacío?

- a) hacia arriba y a la derecha,
- b) hacia la derecha,
- c) hacia abajo,
- d) hacia abajo y a la izquierda,
- e) el campo es exactamente cero en dicho punto.



EVALUACIÓN CORTA N°1



3) En la figura se muestra un campo eléctrico uniforme. Una partícula de masa m se desplaza en este campo eléctrico desde el punto A hasta el punto B. Se sabe que la rapidez en el punto B es tres veces mayor que la rapidez velocidad en el punto A. Entonces (seleccione la opción correcta):

- a) La partícula tiene carga positiva.
- b) La partícula tiene carga negativa.
- c) Es una partícula cargada, puede ser tanto positiva como negativa.
- d) La partícula se mueve en una equipotencial.
- e) No se tiene suficiente información para asegurar algunas de las aseveraciones anteriores.



EVALUACIÓN CORTA N°1

4) Un electrón se mueve desde el punto A hasta el punto B , en la misma dirección y sentido que un campo eléctrico externo uniforme. Indique la aseveración correcta. Durante este desplazamiento:

- a) El trabajo realizado por el campo eléctrico es positivo y la energía potencial del sistema campo eléctrico-electrón aumenta.
- b) El trabajo realizado por el campo eléctrico es negativo y la energía potencial del sistema campo eléctrico-electrón aumenta.
- c) El trabajo realizado por el campo eléctrico es positivo y la energía potencial del sistema campo eléctrico-electrón disminuye.
- d) El trabajo realizado por el campo eléctrico es negativo y la energía potencial del sistema campo eléctrico-electrón disminuye.
- e) El trabajo realizado por el campo eléctrico es positivo y la energía potencial del sistema campo eléctrico-electrón no cambia.
- f) El trabajo realizado por el campo eléctrico es negativo y la energía potencial del sistema campo eléctrico-electrón no cambia.

EVALUACIÓN CORTA N°1

5) ¿Verdadero (V) o Falso (F)? Analice las siguientes aseveraciones y determine si son verdaderas o falsas.

- a) En condiciones electrostáticas, la carga eléctrica de un conductor se distribuye solamente en su superficie. **Verdadero**
- b) El campo eléctrico que crea un dipolo eléctrico para distancias r , mucho mayores que el tamaño del dipolo decrece más rápidamente que el campo de una carga puntual. **Verdadero**
- c) Si una carga negativa se mueve en el sentido del campo eléctrico, su energía potencial eléctrica disminuye. **Falso**
- d) Si el potencial en un punto es mayor que en otro, una carga positiva se moverá espontáneamente hacia el punto de mayor potencial. **Falso**
- e) Si duplicamos la diferencia de potencial entre las placas, entonces tanto la capacitancia como la carga de cada una de las placas se duplican. **Falso**



REGLAS O LEYES DE KIRCHHOFF

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

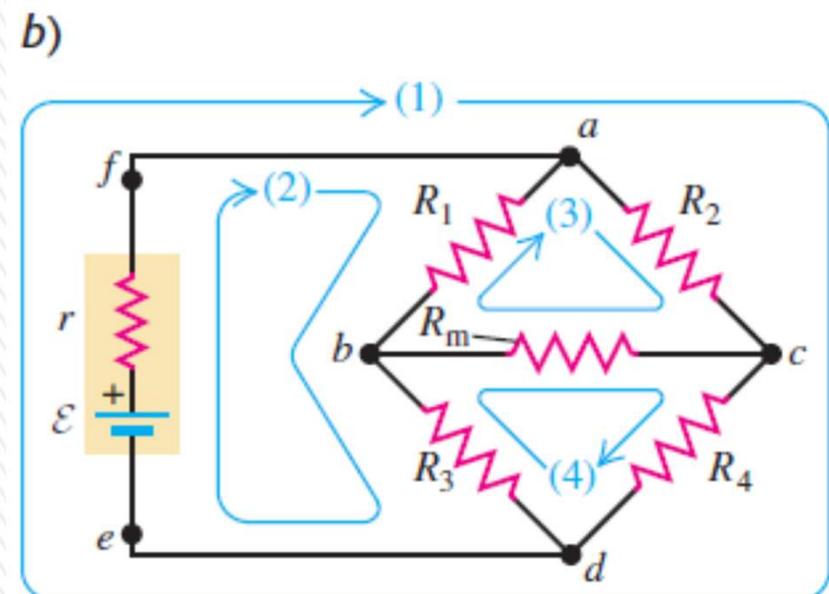
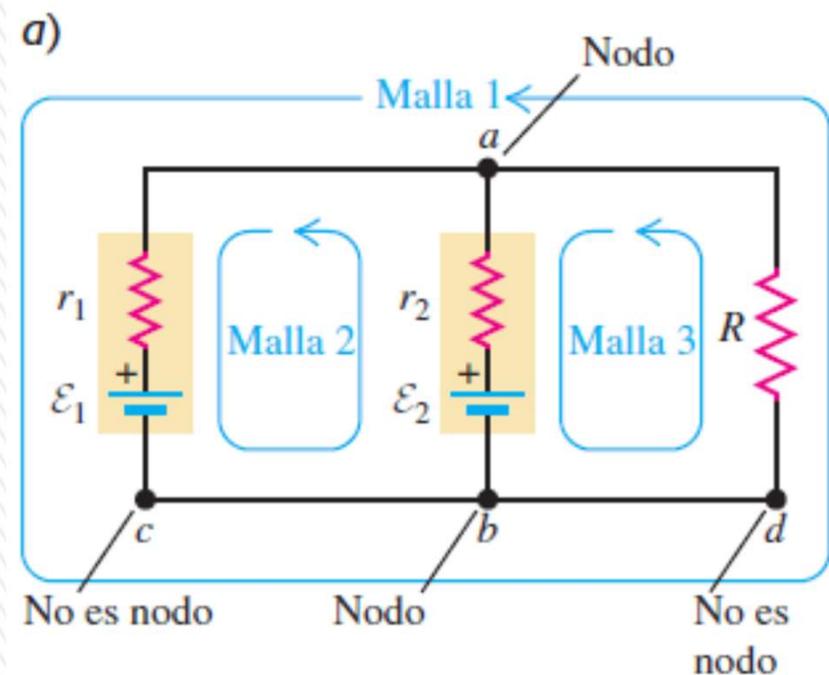
Un **nodo** (o **unión**) en un circuito es el punto en que se unen tres o más conductores.

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**.

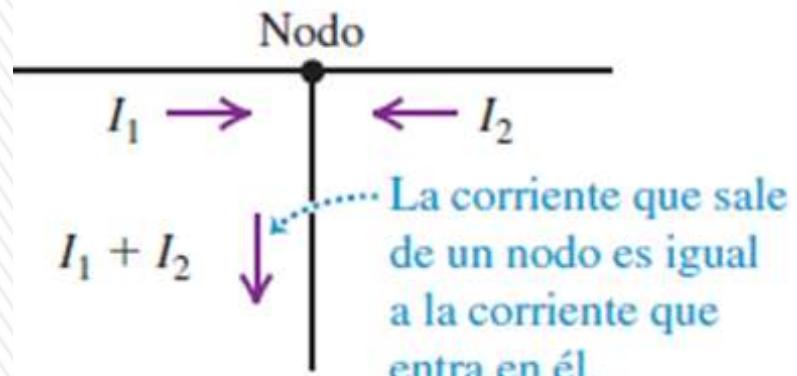
En un nodo no se puede acumular carga eléctrica: la carga total que entra a éste por unidad de tiempo (corriente entrante) debe ser igual a la carga total que sale por unidad de tiempo (corriente saliente).

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.

Regla de Kirchhoff de los nodos



La corriente que sale de un nodo es igual a la corriente que entra en él.

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.

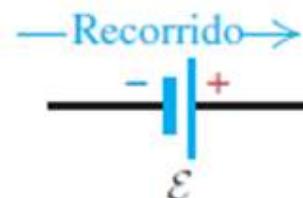
Cuando se pasa a través de una fuente en la dirección de - a +, la fem se considera *positiva*; cuando se va de + a -, la fem se considera *negativa* (figura a).

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.

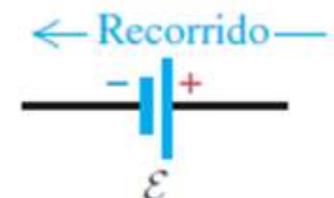
Cuando **se pasa a través de un resistor en el sentido que se supuso opuesto a la corriente, el término IR es positivo** porque representa un aumento de potencial (figura b).

a) Convenciones de signo para las fem

+ \mathcal{E} : sentido del recorrido de - a +:

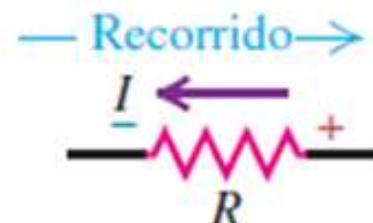


- \mathcal{E} : sentido del recorrido de + a -:

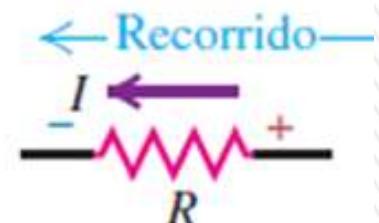


b) Convenciones de signo para los resistores

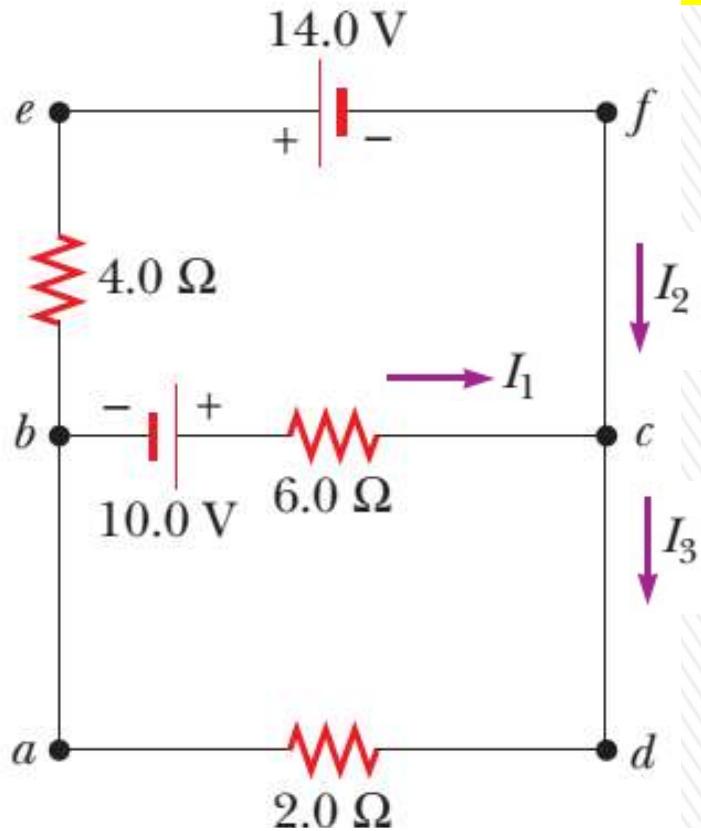
+ IR : sentido del recorrido *opuesto* al de la corriente:



- IR : recorrido en el *sentido* de la corriente:



LEYES DE KIRCHHOFF - Ejemplo



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

1era. Ley:

$$1) \quad I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MEDICIÓN DE CORRIENTE Y VOLTAJE EN CIRCUITOS

La fig. a) muestra el circuito real necesario para medir la corriente en el foco de una linterna y la diferencia de potencial a través de él.

La fig. b) muestra el diagrama del circuito que representa el circuito real anterior. Este circuito sólo consiste en una batería y un foco (resistencia).

Las cantidades más importantes que caracterizan cómo funciona el foco en diferentes situaciones son la **corriente I** en el foco y la **diferencia de potencial ΔV** a través del foco.

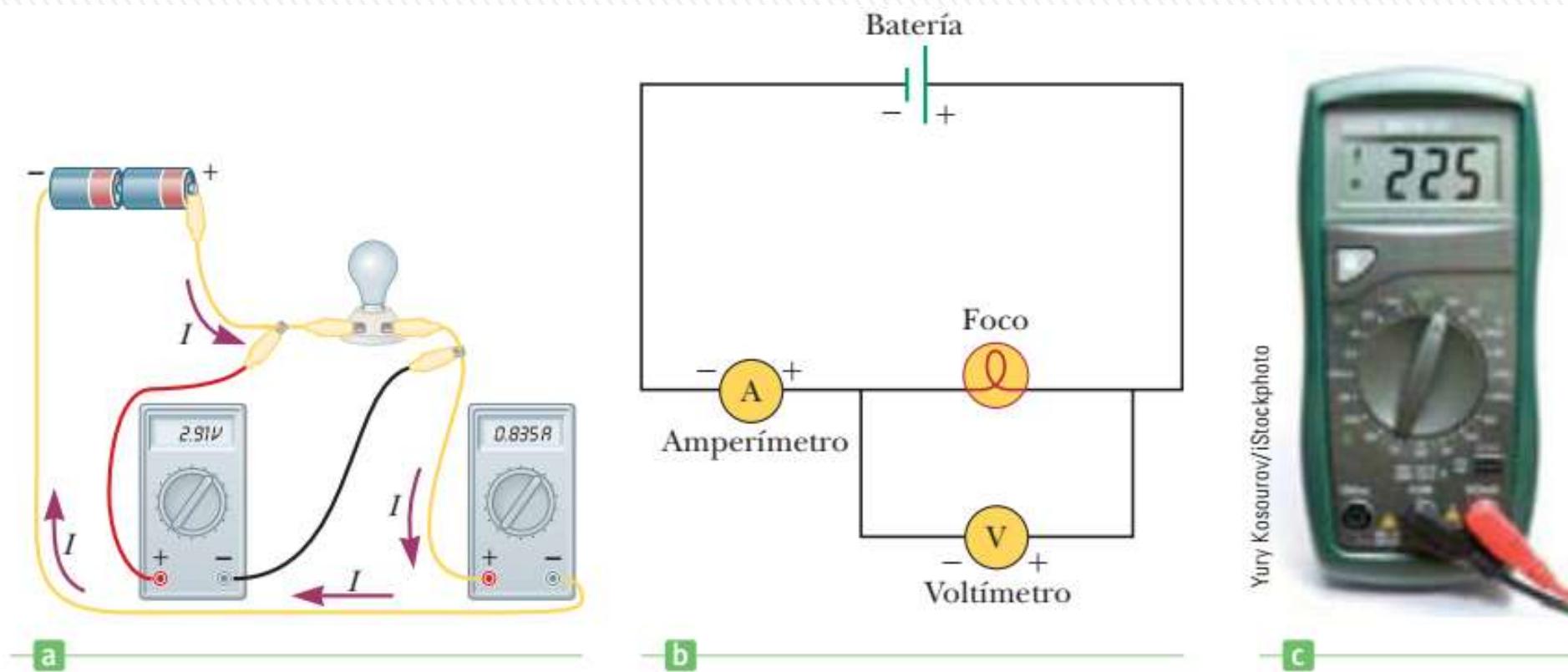


Figura 17.5 a) Bosquejo de un circuito real que se utiliza para medir la corriente en el foco de una linterna y la diferencia de potencial a través de él. b) Diagrama esquemático del circuito que se muestra en a). c) Se puede usar un multímetro digital para medir tanto corriente como diferencia de potencial.

MEDICIÓN DE CORRIENTE Y VOLTAJE EN CIRCUITOS

Para medir la **corriente** debo colocar un **amperímetro** en la línea con el foco (se dice que se **conecta en serie**), de modo que toda la corriente que pasa a través del foco también debe pasar a través del amperímetro.

El **voltímetro** mide la **diferencia de potencial, o voltaje**, entre las dos terminales del foco (se dice que se **conecta en paralelo**).

La fig. c) muestra un **multímetro digital**, un dispositivo conveniente, con una lectura digital, que se puede usar para medir voltaje, corriente o resistencia.

Un ventaja de usar un multímetro digital como voltímetro es que por lo general no afecta la corriente porque un medidor digital tiene una enorme resistencia al flujo de carga en el modo voltímetro.

Para que las medidas no afecten significativamente los resultados de las mediciones, un amperímetro debe tener la resistencia interna lo menor posible (idealmente $R_{amp} = 0$), mientras que el voltímetro debería tener una resistencia lo mayor posible (idealmente $R_{volt} = \infty$) ,

Para comenzar las mediciones se deben usar las escalas más altas del multímetro (por decir, 10 A y 1000 V) y aumentar la sensibilidad una escala a la vez para obtener la máxima precisión sin sobrecargar los medidores.

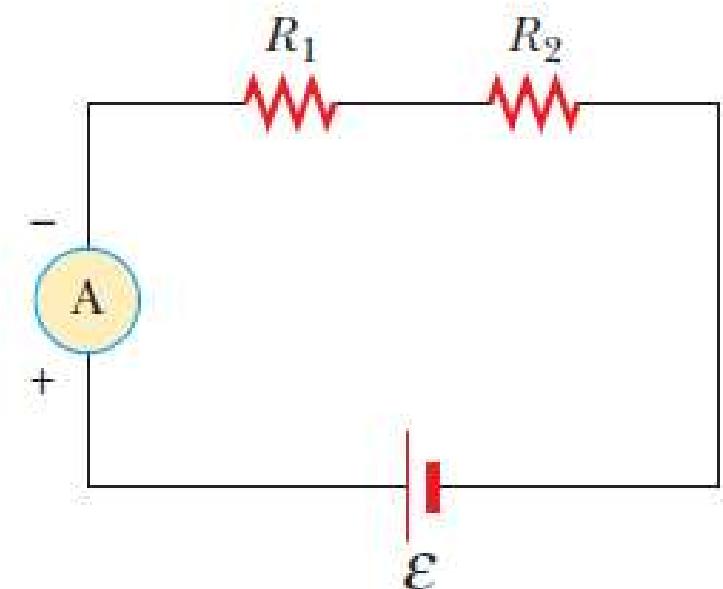
Aumentar la sensibilidad significa bajar la corriente o voltaje máximos que lee la escala.



AMPERÍMETRO

Es un instrumento que mide la corriente. Las cargas que constituyen la corriente a medir deben pasar directamente a través del **amperímetro, por lo que éste debe estar conectado en serie con los otros elementos del circuito.**

De manera ideal, **un amperímetro debe tener una resistencia cero para que la corriente a medir no sea alterada.**



En el circuito que se muestra en la figura, esta condición requiere que la resistencia del amperímetro sea mucho menor que $R_1 + R_2$.

Porque cualquier amperímetro siempre tiene algo de resistencia interna, su presencia en un circuito hace que la corriente sea ligeramente menor a la que tendría en ausencia del medidor.

Los amperímetros reales siempre tienen una resistencia finita, pero es deseable que sea tan pequeña como sea posible.



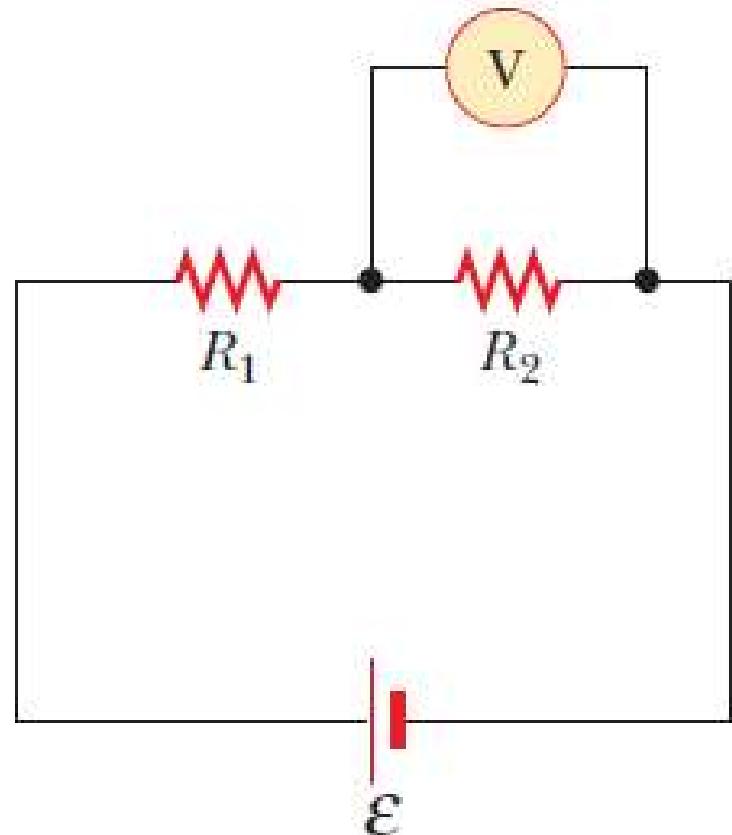
VOLTÍMETRO

Al aparato que mide la diferencia de potencial se le llama **voltímetro**.

La diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera en un circuito se mide al unir las terminales del voltímetro entre estos puntos sin abrir el circuito, como se muestra en la figura.

La diferencia de potencial aplicada al resistor R_2 **se mide al conectar el voltímetro en paralelo** con R_2 .

Un **voltímetro ideal tiene una resistencia infinita**.

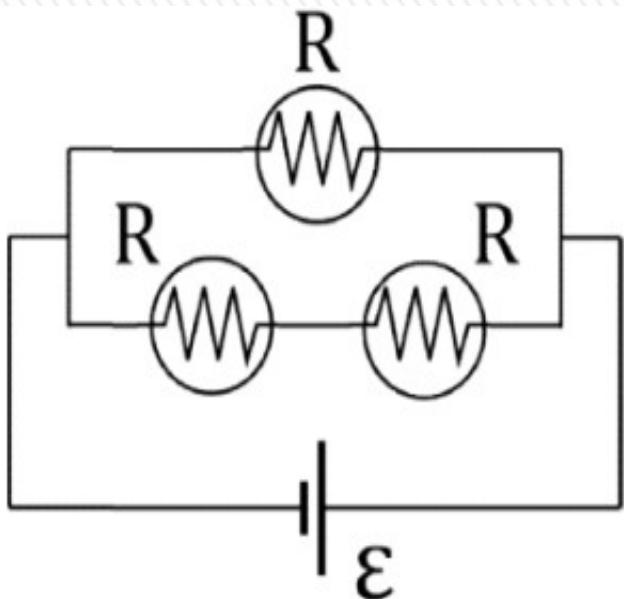


Un voltímetro ideal tiene una resistencia infinita, así que no existe corriente en él.

En la figura, este estado requiere que el voltímetro tenga una resistencia mucho mayor a R_2 .

En la práctica, si no se cumple esta condición, deberán hacerse correcciones en función de la resistencia del voltímetro.

EJEMPLO: Ejercicio 2.1.16



2.1.16- Primer parcial 2021- Se conectan tres lámparas incandescentes idénticas a una fuente de potencial ideal que proporciona una diferencia de potencial de 120 V.
Los filamentos de las lámparas están fabricados con tungsteno, $\rho = 5,60 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ y tienen una sección transversal circular de radio $2,50 \times 10^{-5} \text{ m}$. Si la potencia entregada por la fuente vale $1,30 \times 10^3 \text{ W}$, ¿cuál es el largo del filamento que compone a las lámparas?

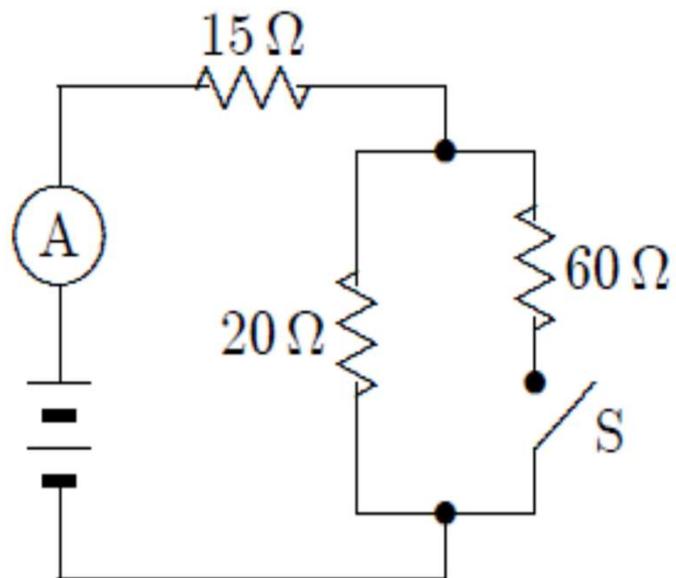
Nos dan la potencia P que entrega la fuente, como para un circuito con una resistencia $P = V^2/R_{eq}$ debo calcular la resistencia equivalente del circuito, constituido por un acoplamiento en paralelo de una resistencia R con otras dos resistencias R colocadas en serie (de valor total $2R$).

$$R_{eq} = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R \quad R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi r^2} \quad P = \frac{V^2}{R_{eq}}$$

$$P = \frac{V^2}{\frac{2}{3}R} = \frac{3V^2}{2R} = \frac{3}{2} \left(\rho \frac{L}{\pi r^2} \right) = \frac{3}{2} V^2 \frac{\pi r^2}{\rho L}$$

$$L = \frac{3}{2} (120)^2 \frac{\pi (2,50 \times 10^{-5})^2}{(5,60 \times 10^{-8})(1,30 \times 10^3)} = 0,58258 \text{ m} \quad \boxed{L = 0,583 \text{ m} = 58,3 \text{ cm}}$$

EJEMPLO: Ejercicio 2.1.10



Cuando el interruptor S está abierto, el amperímetro del circuito mostrado en la figura indica 2,00 A, y la potencia que entrega la batería vale P_0 .

Si se cierra el interruptor S, la potencia que entrega la batería vale P_f . ¿Cuánto vale el cociente entre la potencia final y la potencia inicial: P_f / P_0 ?

Considerando los datos de la situación inicial, podemos averiguar el potencial entregado por la fuente: $\Delta V = R \cdot I = (15 + 20)\Omega \cdot 2.00\text{ A} = 70\text{ V}$. Con este dato, podemos hallar la potencia disipada inicialmente,

$$P_0 = \Delta V \cdot I = 140\text{ W}.$$

Cuando se cierra el interruptor, debemos hallar la resistencia equivalente en paralelo, que nos queda:

$$R_{eq} = \frac{20\Omega \cdot 60\Omega}{20\Omega + 60\Omega} = 15\Omega$$

Con este valor, y suponiendo que la tensión entre los bornes de la fuente no varía, tenemos así:

$$P_f = \frac{(\Delta V)^2}{R} = \frac{(70\text{ V})^2}{30\Omega}.$$

Podemos entonces concluir que:

$$\frac{P_f}{P_0} = \frac{163,333...}{140} = \frac{7}{6} = 1,2$$

Seguridad Eléctrica

Peligros de la Electricidad

Sufrir una descarga eléctrica (electrocución): flujo de corriente que pasa a través del cuerpo de la persona.

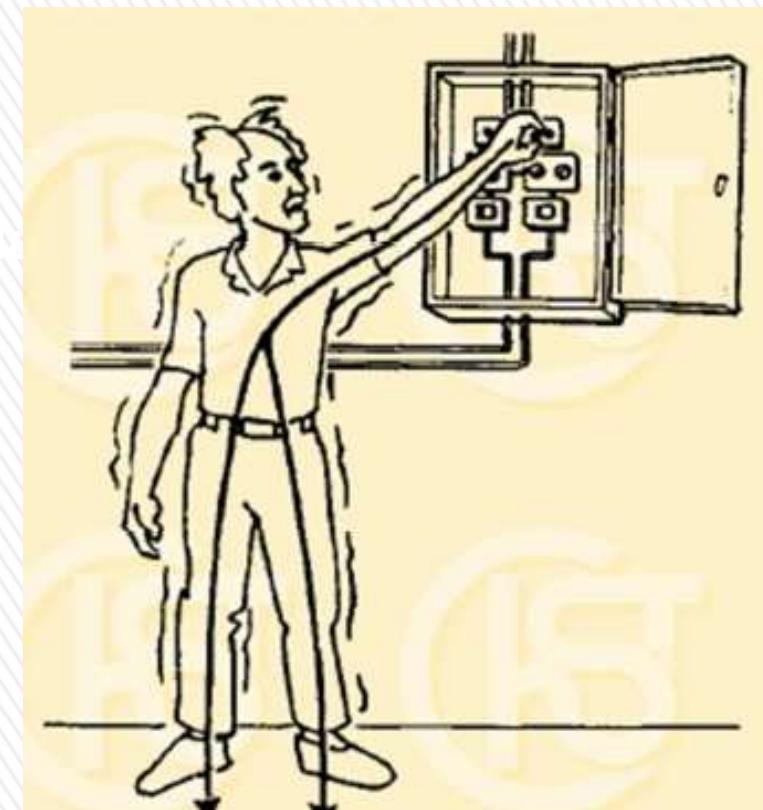
Ocurrir un arco eléctrico: descarga de corriente entre dos elementos a través de un espacio compuesto por partículas ionizadas (plasma).

Factores que determinan el riesgo en un shock eléctrico:

1. Intensidad de la corriente
2. Tiempo de contacto
3. Trayectoria de la corriente por el cuerpo
4. Resistencia del cuerpo
5. Tipo de corriente y frecuencia
6. Capacidad de reacción del organismo.

Piel seca: $100 \text{ K}\Omega/\text{cm}^2$

Piel húmeda: $1000 \text{ }\Omega/\text{cm}^2$



Seguridad Eléctrica

Efectos de una descarga eléctrica a través del cuerpo humano

Corriente	Efectos
1 – 5 mA (1 mA umbral-Kane)	Sensación de hormigueo
>3 mA	Descarga (dolor)
>10 mA (18 mA –Kane)	Contracciones musculares (no se despega)
>30 mA	Parálisis respiratoria (puede ser fatal)
>60 mA (100 mA umbral-Kane)	Fibrilación ventricular (por lo general fatal)
> 4 A	Parálisis cardiaca (fatal)
>5 A	Quemadura del tejido (fatal, destruye órganos vitales)

Seguridad Eléctrica

Umbral de no soltar:

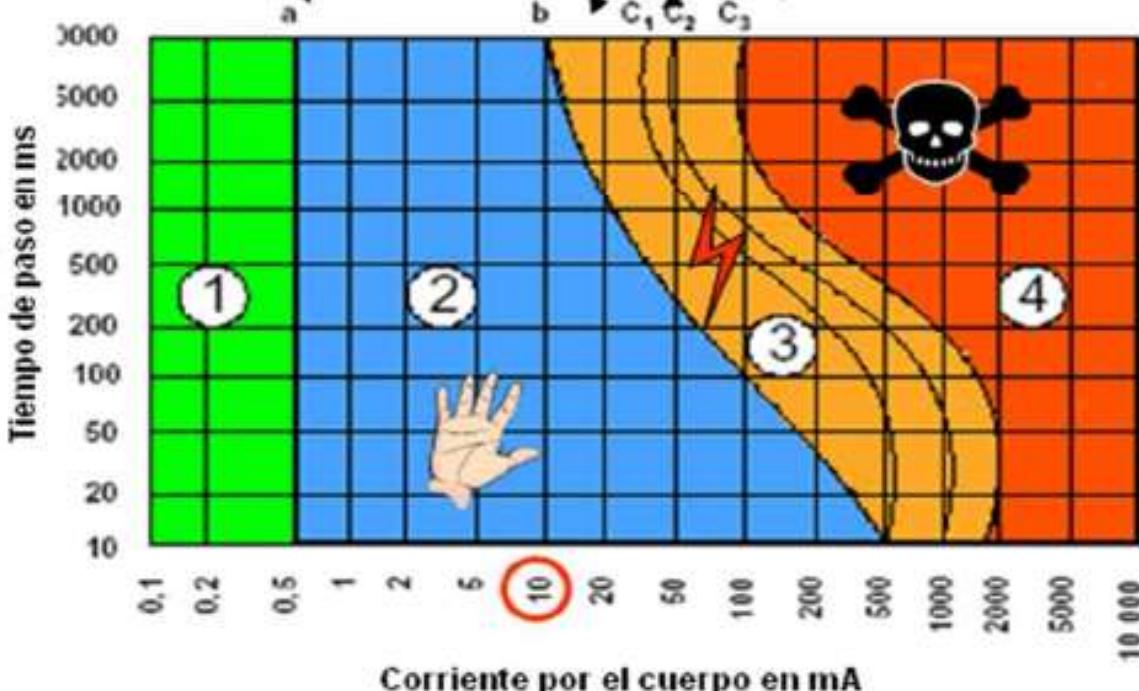
Cuando una persona tiene sujetos unos electrodos, es el valor máximo de la corriente que permite a esa persona soltarlos. En corriente alterna se considera un valor máximo de 10 mA, cualquiera que sea el tiempo de exposición

Umbral de percepción:

Es el valor mínimo de la corriente que provoca una sensación en una persona, a través de la que pasa esta corriente. Se considera un valor de 0,5 mA en corriente alterna cualquiera que sea el tiempo de exposición

Umbral de fibrilación ventricular:

Es el valor mínimo de la corriente que puede provocar la fibrilación ventricular. La fibrilación ventricular está considerada como la causa principal de muerte por choque eléctrico.



Muerte



Contrac. Muscular
Dific. respiratoria



Percepción.
No hay peligro



Seguridad Eléctrica –Cableado doméstico

En una instalación convencional, UTE distribuye energía eléctrica a los hogares por medio de **corriente alterna mediante dos o tres cables que conectan cada casa en paralelo**.

El sistema convencional consiste en dos **cables de corriente activa**. Diferencia de potencial entre los alambres de corriente es aprox. de 220-230 V. Este voltaje es de corriente alterna, es decir que varía sinusoidalmente con el tiempo. Gran parte de lo visto hasta ahora sobre el estado fem constante (corriente continua) puede aplicarse también a la corriente alterna que se suministra a industrias y hogares.

A fin de registrar el consumo de energía de la casa, un medidor (“contador”) se conecta en serie con los cables de corriente que entran en ella.

Después del contador, los cables se dividen para que existan varios circuitos separados en paralelo distribuidos por toda la casa.

Cada circuito debe contener **una llave térmica cortacircuitos** (o, en instalaciones más antiguas, un **fusible**). El cable y la llave cortacircuitos correspondiente a cada circuito deben ser cuidadosamente seleccionados para que cubran las necesidades de corriente de dicho circuito.

Si éste debe soportar una corriente tan grande como 30 A, deberán seleccionarse un alambre grueso y un cortacircuitos apropiado para manejar esta corriente.

Un circuito que se utiliza para alimentar sólo lámparas y pequeños artefactos domésticos a menudo sólo requiere 20 A.

Cada circuito tiene su propio cortacircuitos para proteger esta parte del sistema²⁵ eléctrico de la casa.

Seguridad Eléctrica –Cableado doméstico

UTE suministra **energía eléctrica alterna de 50Hz**, con baja tensión (< 1000V).

- Sistema trifásico de 220V con neutro aislado, 3 conductores (3 fases).
- Sistema trifásico de 400V con neutro aterrado, 4 conductores (3 fases y neutro).

UTE suministra energía eléctrica alterna 50Hz en tensiones:

- Monofásica 220V entre fases.
- Monofásica 230V entre fase y neutro.
- Trifásica 220V neutro aislado (3 conductores).
- Trifásica 400V con neutro aterrado (4 conductores).

Suministro de UTE monofásico residencial: CA - 220 V 50 Hz

Rango de potencias de suministro residencial (KW): 3,7; 4,6; 7,4; 9,2.

Potencia (KW)	Voltaje (V)	Corriente (A)
3,7	220	17
4,6	220	21
7,4	220	34
9,2	220	42

