

## LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y “EL CORTO CIRCUITO”



### INDICADORES DE LOGRO

- Diferencia circuitos en serie y en paralelo y reduce circuitos en paralelo a circuitos en serie
- Identifica las fuerzas electromotriz y contraelectromotriz, sus expresiones matemáticas y su aplicación en la resolución de problemas
- Relaciona la potencia eléctrica con la fuerza electromotriz y contra electromotriz para obtener fórmulas de aplicación
- Aplica las relaciones matemáticas del Efecto Joule y la Ecuación del Circuito en Serie en la solución de problemas
- Incorpora a sus actividades las herramientas informáticas (**MANEJO TECNOLÓGICO**)
- Interpreta y aplica las instrucciones y maneja efectivamente los principales instrumentos y ayudas que ofrecen las tecnologías aplicables a su entorno
- Realiza manejo preventivo y reparación básica de las herramientas usadas en sus procesos
- Utiliza las herramientas en forma adecuada, procurando su seguridad personal

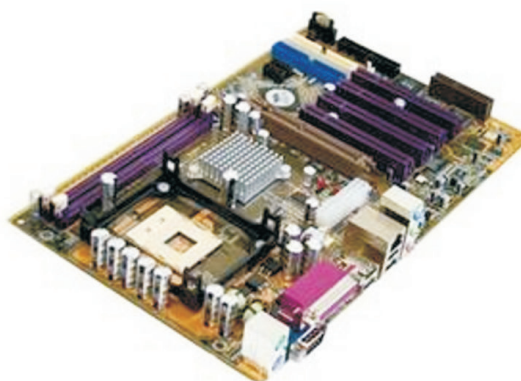
## MANEJO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Cada día que pasa aparecen nuevas tecnologías y si no queremos quedarnos atrás debemos apropiarnos de las mismas y si es posible incorporarlas en nuestras actividades diarias.

Con mis compañeros de subgrupo analizamos la siguiente información y respondemos oralmente las preguntas.

**LA ELECTRÓNICA Y LOS SEMICONDUCTORES.** Últimamente nuestra sociedad se ha visto invadida por aparatos tales como computadores, equipos de compact-disc, telefax, celulares, cámaras digitales, electrodomésticos, etc., cada vez más potentes y perfeccionados. Esto ha sido posible gracias a la utilización de unos materiales denominados **semiconductores** y a la evolución de una disciplina de la física denominada **electrónica**.

Los **semiconductores** son materiales cuya **resistividad** tiene un valor intermedio entre la de los conductores y la de los aislantes, siendo la **electrónica** la parte de la física que estudia la conducción de electrones a través de semiconductores.



Las características de los semiconductores hacen que estos materiales sean los idóneos para ser utilizados en la fabricación de transistores, que son los dispositivos esenciales en los computadores y, en general, de todos los instrumentos utilizados en informática.

Con los materiales semiconductores también se construye los llamados **diodos**, que son elementos que funcionan como válvulas, es decir, permiten el paso de corriente en una dirección y lo bloquean cuando se invierte la **diferencia de potencial** aplicada entre sus extremos.

Actualmente son también de gran utilidad los **circuitos integrados**, que son arreglos planos de varios componentes de un circuito interconectados sobre una lámina, por ejemplo, de silicio. Tienen la ventaja sobre los circuitos en los cuales se utiliza cada uno de los elementos por separado, del tamaño, el costo y la no utilización de demasiados cables conductores, además de la mayor fidelidad que con ellos se obtiene.



## PREGUNTAS

1. ¿Qué son los semiconductores?
2. ¿Qué estudia la electrónica?
3. ¿Qué son los transistores?
4. ¿Qué son los diodos?
5. ¿Qué son circuitos integrados?
6. ¿Por qué los semiconductores y circuitos integrados son importantes en el avance tecnológico de los últimos años?

Compartimos las respuestas con el Profesor y pedimos las aclaraciones de caso.



## LA ENERGÍA EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Con mis compañeros de subgrupo realizamos las siguientes prácticas y respondemos las preguntas.

### A. EXPERIMENTO 1

Las bombillas que se muestran en la figura 1 son exactamente iguales (se puede utilizar corriente alterna y bombillas de 60 W). Haga las conexiones mostradas en la figura.

- a. ¿En cuál de los dos montajes se iluminan más las bombillas?
- b. ¿Las dos bombillas del segundo montaje están igualmente iluminadas? ¿Qué sucede si se quita una de las bombillas?

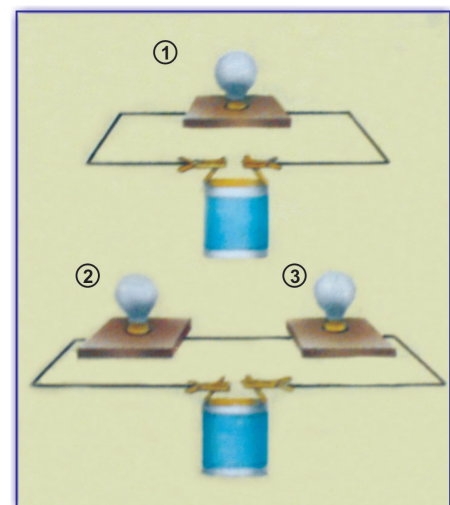


Fig. 1

- c. De acuerdo a lo estudiado en esta unidad, ¿Qué puede concluir?

## EXPERIMENTO 2

Haga la conexión mostrada en la figura 2.

- a. ¿Las bombillas están igualmente iluminadas que en cada una de las situaciones del experimento 1?

Ahora, desconecte la bombilla 2.

- b. ¿Se ha alterado la luminosidad de la bombilla que quedó conectada?

- c. De acuerdo a lo estudiado en esta unidad, ¿Qué puede concluir?

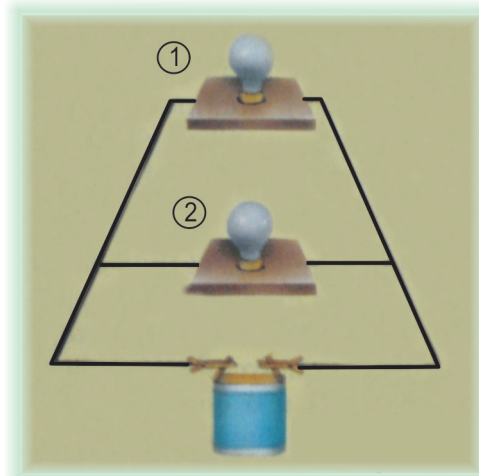


Fig. 2

B. Con mis compañeros de subgrupo, analizamos el siguiente ejemplo de repaso y exploramos los ejercicios propuestos.

**EJEMPLO 1.** En una lámpara común encontramos las siguientes especificaciones del fabricante: 60 W, 120 V.

- a. ¿Cuál es el significado de estos valores indicados?

La especificación 120 V indica que el aparato deberá usarse en un sistema de este voltaje. En estas condiciones, la lámpara disipará una potencia de 60 W como indica la otra especificación.

Si la lámpara se conecta a un voltaje superior a 120 V (por ejemplo, un enchufe de 220 V), disiparía una potencia mayor que 60 W y probablemente, se “quemaría”. Por otro lado, si el voltaje aplicado a la lámpara fuera inferior a 120 V, produciría un brillo inferior al normal, pues estaría disipando una potencia menor de 60 W.

- b. Si la lámpara está conectada al voltaje correcto (120 V), determine la intensidad de la corriente que pasa por su filamento.

De la expresión  $P = IV_{AB}$ , obtenemos el valor de I:

$$I = \frac{P}{V_{AB}} \quad \left\{ \begin{array}{l} P = 60 \text{ W} \\ V_{AB} = 120 \text{ V} \end{array} \right. \quad I = \frac{60\text{W}}{120\text{V}} = 0.5\text{A} \quad ; \quad I = 0.5 \text{ Amperios.}$$



c. ¿Cuál es la resistencia del filamento de esta lámpara?

Aplicando la definición de resistencia:

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Tensión}}{\text{Intensidad}} ; R = \frac{V_{AB}}{I} = \frac{120V}{0.5A} \quad \text{Por lo tanto, } \mathbf{R = 240 \Omega} \text{ (Ohmios).}$$

d. Si la lámpara se conecta a un voltaje tal que la corriente que pasa por su filamento es de  $I = 0.25$  Amperios. ¿Cuál será la potencia que disipe?

$$\text{Si } P = IV_{AB} \quad \text{y} \quad V_{AB} = IR, \text{ entonces } P = I^2R.$$

$$P = (0.25A)^2 \cdot 240 \Omega. \text{ De donde } P = 15 \text{ W (Vatios).}$$

Observe que el hecho de que la corriente del filamento se redujera a la mitad (de 0.50A a 0.25A) hizo que la potencia de la lámpara se volviera 4 veces menor (de 60 W a 15 W).

## EJERCICIOS

1. En un calentador eléctrico se encuentran las siguientes especificaciones del fabricante: 960W, 120 V.

a. Explique el significado de estos valores.

b. Suponiendo que el calentador está conectado al voltaje adecuado, ¿Qué corriente pasará a través de él?

8A.

c. ¿Cuánto vale la resistencia eléctrica de este calentador?

15W.

2. En el circuito mostrado en la figura 3, el fusible instalado es de 30A, es decir, se “quema o funde” si por él pasa una corriente superior a 30A. Suponga que la corriente que pasa por las lámparas es de 2.0A cada una, por la regadera es de 25A y por el refrigerador es de 2.5A.

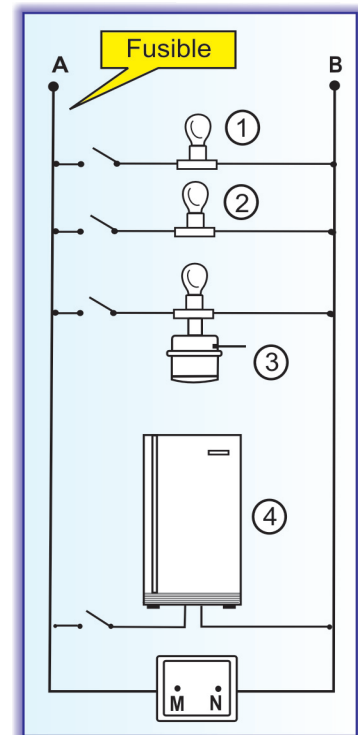


Fig. 3



- a. A medida que aumenta el número de aparatos conectados a la instalación, ¿La resistencia total del circuito aumenta o disminuye?
- b. En estas condiciones, ¿La corriente que pasa por el fusible aumenta o disminuye?
- c. Si la diferencia de potencial entre los puntos A y B es  $V_{AB} = 120$  Voltios y el fusible es de 30 Amperios, ¿Cuál es el menor valor que puede adquirir la resistencia total de los aparatos conectados sin que se “queme” el fusible?  
 $4\Omega$ .
- d. Si conectamos únicamente la regadera y una de las lámparas, ¿El fusible se quemará?
- e. ¿El fusible se quemará si todos los aparatos se conectan en forma simultánea?

Compartimos las respuestas con el Profesor, resaltando la importancia de conocer las especificaciones de los aparatos eléctricos para poderlos utilizar adecuadamente y con las precauciones del caso.



## ENERGÍA ELÉCTRICA

El manejo tecnológico lo posee una persona que utiliza las herramientas en forma adecuada, procurando su seguridad personal. Esto se puede manifestar en el uso de la energía eléctrica.

Con mis compañeros de subgrupo, analizamos algunos casos y consignamos en el cuaderno el resumen correspondiente.

### 1. CORTO CIRCUITO

Se produce cuando se reúnen dos puntos, entre los cuales existe una diferencia de potencial, por medio de un conductor de resistencia despreciable. Por



Fig. 4



ejemplo, si se reúnen las dos salidas de un tomacorriente de 110 voltios por un alambre de resistencia muy pequeña ( $R = 0.001 \Omega$ ), la intensidad que pasará por el circuito será:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{110\text{voltios}}{0.001\text{ohmios}} = 110000\text{Amperios.}$$

Evidentemente, si no hay dispositivos de seguridad, la elevada intensidad puede provocar incendios. Para su seguridad personal y de los que lo rodean, estos peligros se pueden evitar conectando **fusibles** en serie, que al fundirse interrumpen el circuito.

## 2. FUSIBLE

Si una corriente eléctrica sobrepasa la intensidad límite, la temperatura de equilibrio se hace más alta y puede llegar a la temperatura de fusión del conductor. Este hecho se utiliza para interrumpir una corriente cuando su intensidad pasa de ciertos límites. Se emplean fusibles hechos de una aleación plomo-estaño o aluminio, calibrados para que se fundan cuando las intensidades sean superiores a 2A, 5A, 10A, 50A,...



## 3. APARATOS DE CALENTAMIENTO

En las planchas eléctricas el conductor está colocado entre láminas de mica o de asbesto (Fig. 6).

En los reverberos, hornos, estufas, calentadores de agua, el conductor es generalmente de ferro-niquel en forma de espiral y colocado, por lo general, en las ranuras de un material refractario (Fig. 7).

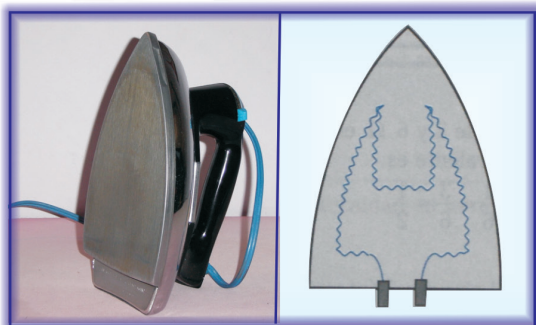


Fig. 6

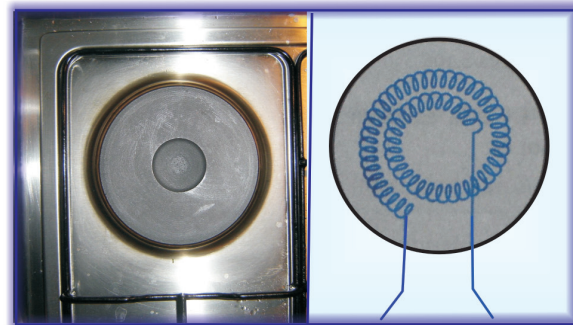


Fig. 7

De los casos analizados podemos sacar las siguientes conclusiones:



- En los tres casos la energía eléctrica se transforma en energía térmica (calor) en una resistencia recorrida por un corriente.
- Los electrones que constituyen la corriente, al pasar por la resistencia, chocan sucesivamente con los átomos o moléculas del material del cual está construida. Estos choquen provocan un aumento en la energía de vibración de dichos átomos, lo cual ocasiona un aumento en la temperatura de la sustancia. Así pues, la energía de los electrones de la corriente se transmite a la resistencia, y aparece como **energía térmica**.
- Este fenómeno se denomina **Efecto Joule** en honor al científico James P. Joule quien lo estudió.
- Siendo **R** el valor de la resistencia, **V<sub>AB</sub>** la tensión aplicada en ella, e **I** la corriente que circula, la potencia desarrollado por **Efecto Joule** en dicha resistencia, se puede calcular por las expresiones:

$$P = IV_{AB} \quad P = RI^2 \quad P = \frac{V_{AB}^2}{R}$$

Estas expresiones proporcionan la potencia desarrollada en el dispositivo, o sea, la cantidad de energía transformada por unidad de tiempo.

**El manejo tecnológico forma personas versátiles, con gran capacidad para capturar, aplicar y utilizar la información disponible.**

Con mis compañeros de subgrupo, analizamos los siguientes ejemplos y resolvemos los problemas propuestos.

**EJEMPLO 2.** Sobre una lámpara se lee “100 W, 120 V” ¿Cuál es la resistencia de esta lámpara?

Lo que se lee significa que si la lámpara se conecta a 120 V, ella consumirá una potencia de 100 W (vatios).

Por la ley de Joule:

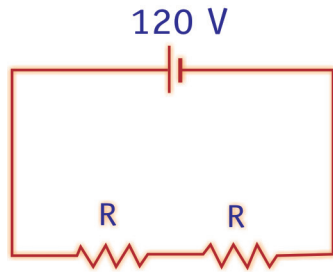
$$P = \frac{V_{AB}^2}{R} ; \text{ Por lo tanto } R = \frac{V_{AB}^2}{P} = \frac{(120V)^2}{100W} = 144\Omega$$

La resistencia de la lámpara es de 144 ohmios.

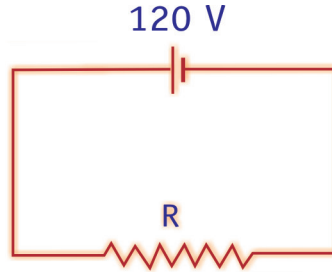




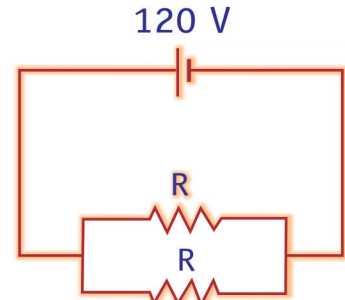
**EJEMPLO 3.** En las estufas eléctricas, una perilla indica "BAJO", "MEDIO", "ALTO", según la potencia que desee. Esto es debido a la forma como se hacen las conexiones de las resistencias.



BAJO  
Fig. 8



MEDIO  
Fig. 9



ALTO  
Fig.10

Sea  $R = 24 \Omega$ .

En la figura 8, "BAJO", las dos resistencias están en serie:  $R_{eq} = 2R$ .

$$P = \frac{V_{AB}^2}{R_{eq}} = \frac{(120V)^2}{2R} = \frac{(120V)^2}{48\Omega} = 300W. \quad \text{Potencia en "BAJO"} = 300 \text{ vatios.}$$

En la figura 9, "MEDIO", hay una resistencia conectada:  $R_{eq} = 24 \Omega$ .

$$P = \frac{V_{AB}^2}{R} = \frac{(120V)^2}{24\Omega} = 600W. \quad \text{Potencia en "MEDIO"} = 600 \text{ vatios.}$$

En la figura 10, "ALTO", las dos resistencias están en paralelo; la resistencia equivalente es:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{24} + \frac{1}{24} = \frac{1}{12} \quad \text{es decir } R_{eq} = 12 \Omega.$$

$$P = \frac{V_{AB}^2}{R_{eq}} = \frac{(120V)^2}{12\Omega} = 1200W. \quad \text{Potencia en "ALTO"} = 1200 \text{ vatios.}$$

**EJEMPLO 4.** De las figuras 11 a 14 a) ¿Cuál es la resistencia entre **a** y **b** del circuito? b) Si  $V_{ab} = 36$  voltios, ¿Cuál es la intensidad que pasa por **a**. c) ¿Cuál es la intensidad en la resistencia de 12 ohmios? d) ¿Cuál es la intensidad en la resistencia de 4 ohmios? e) ¿Cuál es la intensidad en la resistencia de 3 ohmios?

Se analizarán el circuito de la figura 11 partiendo de la resistencia en paralelo y consecutivamente se analizarán las demás resistencias de las figuras 12 a 14

- a) Las resistencias de  $3\Omega$  y  $6\Omega$  están en paralelo (Fig. 11); la resistencia equivalente es:

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

$R = 2$  Ohmios.

Tenemos ahora el circuito 2 (Fig. 12). Las resistencias de  $4\Omega$  y  $2\Omega$  están en serie; la resistencia equivalente es:  $R = 4\Omega + 2\Omega = 6$  ohmios (Fig. 13). Las resistencias de  $6\Omega$  y  $12\Omega$  están en paralelo; la resistencia equivalente es:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+1}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$R = 4$  Ohmios. (Fig. 14).

La resistencia equivalente entre a y b es de  $4\Omega$ .

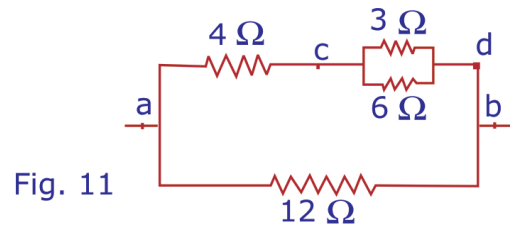


Fig. 11

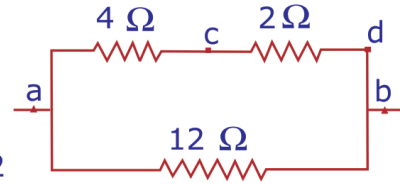


Fig. 12

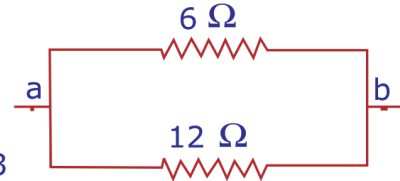


Fig. 13



Fig. 14

- b) Aplicando la Ley de Ohm en el último circuito, tenemos:

$$I = \frac{V_{ab}}{R} = \frac{36\text{voltios}}{4\text{ohmios}} = 9A \quad \mathbf{I = 9 \text{ Amperios.}}$$

- c) Aplicando la Ley de Ohm en cualquiera de los circuitos, se obtiene:

$$I = \frac{V_{ab}}{R} = \frac{36V}{12\Omega} = 3A \quad \mathbf{I = 3 \text{ Amperios.}}$$

- d) Aplicando la Ley de Ohm en el circuito de la figura 12, tenemos:

$$I = \frac{V_{ab}}{R} = \frac{36V}{4\Omega + 2\Omega} = \frac{36V}{6\Omega} = 6A \quad \mathbf{I = 6 \text{ Amperios.}}$$

- e) Necesitamos saber la diferencia de potencial entre c y d del circuito de la figura 11:

$$V_{cd} = IR = 6A \times 2\Omega = 12 \text{ voltios. Aplicando la Ley de Ohm } I = \frac{V_{cd}}{R} = \frac{12V}{6\Omega} = \mathbf{4 \text{ Amperios.}}$$



## EJERCICIOS

1. Una bombilla conectada a un voltaje de 120 voltios, consume una potencia de 60 W. a) ¿Cuál es su resistencia? b) Si la bombilla se conecta a un voltaje doble del anterior, ¿Cuál será la potencia consumida?

240 W, 240 W.

2. Sobre una bombilla se lee "100 V - 50 W". Calcule la resistencia que se debe conectar en serie con esta bombilla, para poder utilizarla correctamente con un voltaje de 120 voltios.

40 W.

3. En la figura 15,  $V_{ab} = 60$  voltios.

- a. Encuentre la resistencia equivalente entre a y b.

6W.

- b. ¿Cuál es la intensidad que atraviesa la resistencia de  $4\Omega$ ?

9A.

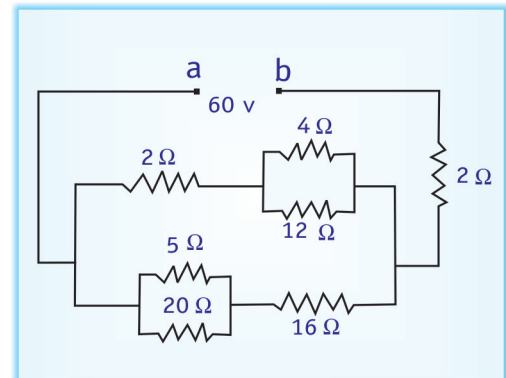


Fig. 15

4. En el circuito de la figura 16,  $V_{ab} = 35$  V. Encuentre la potencia consumida en la resistencia de  $15\Omega$ .

15 Ω.

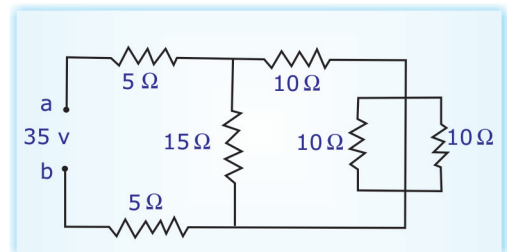


Fig. 16

5. En la figura 17, la resistencia entre a y b es  $11\Omega$ . ¿Cuál es el valor de R?

8Ω.

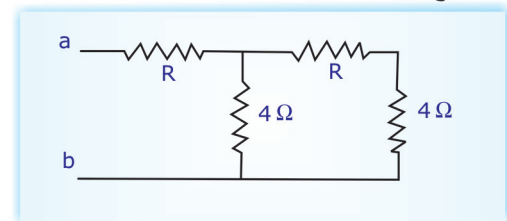


Fig. 17

Compartimos las soluciones con el Profesor y solicitamos asesoría para resolver las dudas que se hayan presentado. Luego continuamos analizando el siguiente tema y respondemos las preguntas planteadas al final.

## GENERADOR - FUERZA ELECTROMOTRIZ

Con el fin de tener una corriente eléctrica en un estado estacionario, es necesario que exista un **dispositivo** que mantenga una diferencia de potencial constante y que transporte las cargas que llegaron al potencial más bajo hacia el potencial más alto, dándole una mayor energía potencial eléctrica. Este dispositivo es el **generador eléctrico**.

El generador debe tomar la energía que comunica a las cargas, de su energía química almacenada (pila) o de su energía mecánica (dínamo) o de cualquier otra fuente de energía.

**Fuerza electromotriz** o simplemente **fem** es la cantidad de energía química, mecánica u otra, que se transforma en energía potencial eléctrica por unidad de carga que atraviesa el generador. Es decir:

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta Q} (\text{voltios}) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon = \text{Fuerza Electromotriz} \\ W = \text{Energía (trabajo)} \\ Q = \text{Carga Eléctrica} \end{array} \right.$$

La unidad de **fem** es el voltio, igual que la unidad de diferencia de potencial, pero la diferencia está en que fem es una energía convertida en otra energía por unidad de carga, mientras que **diferencia de potencial** es un trabajo que se efectúa sobre cargas, por unidad de carga.

La expresión **fuerza electromotriz** no es muy acertada, ya que el concepto a que se refiere no es una fuerza expresada en newtons.

El símbolo de un generador será  $\overleftarrow{\text{I}} \begin{array}{|c} \text{+} \\ \hline \end{array} \text{---}$ . El trazo más largo representa el borne de potencial más alto, o sea el positivo (+); el trazo más corto representa el borne de potencial más bajo, o sea el negativo (-).

Conociendo la **fem** de un generador, podemos encontrar otra expresión para calcular la potencia:

$$\text{Si } \varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta Q}, \text{ entonces } \Delta W = \varepsilon \Delta Q.$$

$$\text{Dividiendo por } \Delta t: \frac{\Delta W}{\Delta t} = \varepsilon \frac{\Delta Q}{\Delta t}. \text{ Como } \frac{\Delta W}{\Delta t} = P \text{ y } \frac{\Delta Q}{\Delta t} = I,$$

$$\text{Concluimos que: } P = \varepsilon I.$$



Si una batería de 12 voltios ( $\epsilon$ ) produce, a través de una resistencia, una intensidad de 2 amperios ( $I$ ), entonces  $P = \epsilon I = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$ . Esto significa que 24 vatios o 24 julios por segundo se están transformando de energía química en energía potencial eléctrica. Esta energía está disponible para transformarse en calor, en la resistencia.

## RECEPTOR - FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ

En los motores o en las pilas con conexiones invertidas (cuando la corriente pasa de (+) a (-) dentro de la pila), la energía potencial eléctrica de las cargas se transforma en energía mecánica o energía química.

**Fuerza contraelectromotriz** o simplemente **fcem** es la cantidad de energía potencial eléctrica que se transforma en energía mecánica o química u otra por unidad de carga que atraviesa el receptor. Es decir:

$$\epsilon' = \frac{\Delta W}{\Delta Q} (\text{voltios}) \quad \left\{ \begin{array}{l} \epsilon' = \text{Fuerza Contraelectromotriz} \\ W = \text{Energía (trabajo)} \\ Q = \text{Carga Eléctrica} \end{array} \right.$$

Conociendo la **fcem** de un receptor, se puede deducir la cantidad de energía transformada en su interior cuando lo atraviesa una carga  $Q$ :

$\Delta W = \epsilon' \Delta Q$ . Dividiendo por  $\Delta t$ , obtenemos la potencia mecánica o química disponible:

$$\frac{\Delta W}{\Delta t} = \epsilon' \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad P = \epsilon' I. \text{ Concluimos que: } P = \epsilon' I.$$

El símbolo de un receptor es  $\text{---}(\text{M})\text{---}$  para el caso del motor, y  $\text{---}\rightarrow\text{---}| \text{---}$  para el caso de una pila invertida.

Un motor de **fcem** de 100 voltios atravesado por una corriente de 5 amperios transforma 500 Julios por segundo de energía potencial eléctrica en energía mecánica. En efecto:  $P = \epsilon' I = 100 \text{ voltios} \times 5 \text{ amperios} = 500 \text{ voltios (Julios/seg.)}$ .

## CIRCUITO SENCILLO

Un circuito sencillo está formado por una sola malla; puede comprender generadores, receptores y resistencias. Como los generadores y los receptores se calientan, podemos considerar que los generadores y receptores poseen una resistencia que llamaremos resistencia interna  $r$ . analicemos dos casos:



a) **Generador + Resistencia.** (Fig. 18).

El generador de **fem** produce por segundo una energía  $\epsilon I$  que se transforma en calor en la resistencia externa **R** y en la resistencia interna **r**. Por la Ley de Joule,  $P = RI^2$ . Como la resistencia total es de  $R + r$  y  $P = \epsilon I$ , tenemos,  $\epsilon I = (R + r)I^2$ . Simplificando y despejando  $I$ , obtenemos la intensidad.

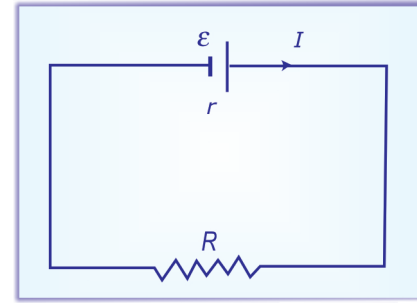


Fig. 18

$$I = \frac{\epsilon}{R + r} \left\{ \begin{array}{l} I = \text{Intensidad de la corriente eléctrica.} \\ \epsilon = \text{Fuerza Electromotriz del generador.} \\ R = \text{Resistencia externa.} \\ r = \text{Resistencia interna del generador.} \end{array} \right.$$

b) **Generador + Receptor + Resistencia.** (Fig. 19).

El generador  $\epsilon$  produce por segundo una energía potencial  $\epsilon I$  que se transforma en calor en las resistencias **R**, **r** y **r'** y en energía mecánica  $\epsilon' I$  en el **receptor** de **fcm**  $\epsilon'$ , o sea:

$$\epsilon I = RI^2 + r I^2 + r' I^2 + \epsilon' I.$$

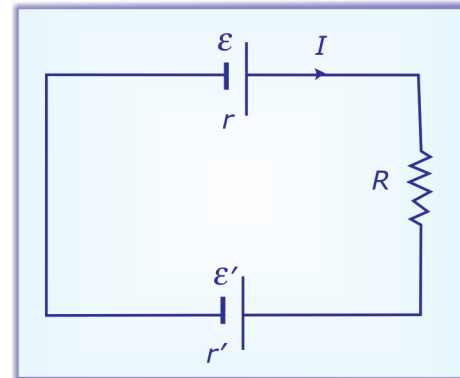


Fig. 19

Transponiendo  $\epsilon' I$  y factorizando  $I$ :

$$\epsilon I - \epsilon' I = I^2 (R + r + r')$$

Simplificando y despejando  $I$ , obtenemos la Intensidad:

$$I = \frac{\epsilon - \epsilon'}{R + r + r'} \left\{ \begin{array}{l} I = \text{Intensidad de la corriente eléctrica.} \\ \epsilon = \text{Fuerza Electromotriz.} \\ \epsilon' = \text{Fuerza Contraelectromotriz.} \\ R = \text{Resistencia externa.} \\ r = \text{Resistencia interna del generador.} \\ r' = \text{Resistencia interna del receptor.} \end{array} \right.$$

El numerador de esta expresión representa la suma algebraica de la **fem** (+) y la **fcm** (-) y el denominador, la suma de todas las resistencias (internas y externas) de dicho circuito. Por lo tanto, podemos generalizar la expresión anterior, así:



$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R} \left\{ \begin{array}{l} I = \text{Intensidad de la corriente eléctrica.} \\ \sum \varepsilon = \text{Suma algebraica de las } \mathbf{fem} \text{ y } \mathbf{fcem} \text{ del circuito} \\ \text{(estas últimas se toman con signo negativo).} \\ \sum R = \text{Suma de todas las resistencias internas y externas en} \\ \text{dicho circuito.} \end{array} \right.$$

La ecuación  $I = \sum \varepsilon / \sum R$  se denomina "**ecuación del circuito en serie**".

Con mis compañeros de subgrupo respondemos las siguientes preguntas y consignamos las respuestas en el cuaderno.

1. ¿Cuál es la función de un generador eléctrico?
2. ¿Qué significa fem y como se explica?
3. Explique la expresión matemática de fem ¿Qué fórmula para potencia se deriva?
4. ¿Qué significa fcem y como se define?
5. Explique las fórmulas para calcular la fcem y la potencia eléctrica en función de  $\varepsilon'$ .
6. Explique la expresión matemática para calcular la Intensidad que circula por un circuito, teniendo en cuenta la resistencia interna del generador.
7. Explique las expresiones para calcular la Intensidad de la corriente eléctrica que circula por un circuito teniendo en cuenta las resistencias internas del generador y receptor.

Presentamos el resumen al Profesor, quien dará el visto bueno y luego continuamos analizando los ejemplos para poder resolver los ejercicios propuestos. En algunos ejercicios es necesario utilizar la tecnología reflejada en una calculadora, una regla, algún aparato eléctrico o elementos caseros. **No olvide utilizar las herramientas tecnológicas en forma adecuada, para su seguridad personal.**

**EJEMPLO 5.** El circuito de la figura 20 representa un generador G que establece una corriente en un circuito donde existe una resistencia R y una batería que recibe carga. (El generador puede ser un dínamo que accionado por el motor del carro, produce una corriente que carga la batería en forma constante).



- a) Indique, en la figura, el sentido de la corriente en el circuito.

**La corriente sigue el sentido de las agujas del reloj (BCDA).**

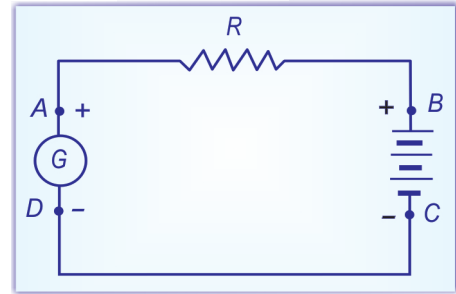


Fig. 20

- b) Al pasar por el interior del generador, ¿Las cargas eléctricas pierden o ganan energía?

**Las cargas ganan energía potencial.**

- c) ¿Y cuando circulan por el interior de la batería?

**Pierden energía que se transforma en energía química.**

- d) Si la fem del dinamo es  $\varepsilon = 15$  voltios y la fem de la batería es  $\varepsilon' = 12$  V, ¿Qué cantidad de energía recibe una carga de 1 Culombio al pasar por el generador?

$$\Delta W = \varepsilon \Delta Q = 15 \text{ voltios} \times 1 \text{ Culombio} = 15 \text{ Julios.}$$

- e) ¿Qué cantidad de energía pierde esa carga (1C) cuando pasa por la batería?

$$\Delta W = \varepsilon' \Delta Q = 12 \text{ voltios} \times 1 \text{ Culombio} = 12 \text{ Julios.}$$

- f) ¿Cuál es la cantidad de energía que esta carga (1C) pierde al pasar por la resistencia (motor)?

De acuerdo al principio de Conservación de la Energía, la cantidad de energía que la carga (1C) recibe del dinamo debe ser igual a la cantidad de energía que pierde al pasar por la batería más energía que pierde al pasar por el motor.

$$\text{Si } 15 \text{ Julios} = 12 \text{ Julios} + \Delta W, \text{ entonces } \Delta W = 15 \text{ Julios} - 12 \text{ Julios} = 3 \text{ Julios.}$$

**EJEMPLO 6.** Use los símbolos que representan los diferentes elementos que constituyen el circuito para trazar un diagrama que corresponda al circuito representado en la figura 21a.





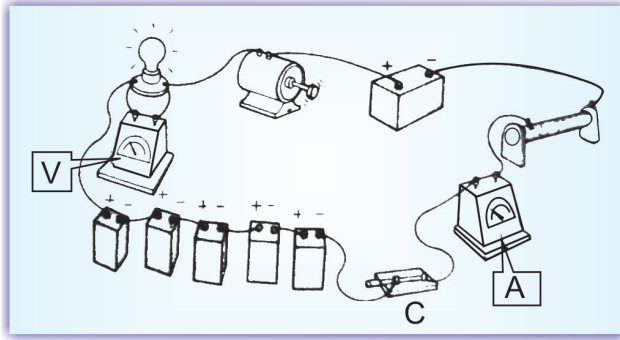


Fig. 21a

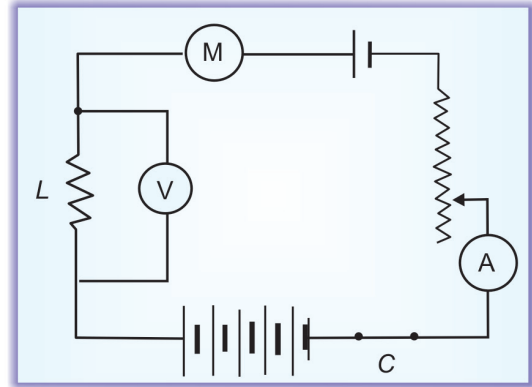


Fig. 21b

Identifique cada símbolo con su elemento

## EJERCICIOS

1. En el circuito de la figura 22, una batería con fem  $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$  establece una corriente  $I = 0.40 \text{ A}$ , que pasa a través de una resistencia  $R = 10 \Omega$  y pone en movimiento a un motor cuya fem es  $\mathcal{E}' = 8.0 \Omega$ .

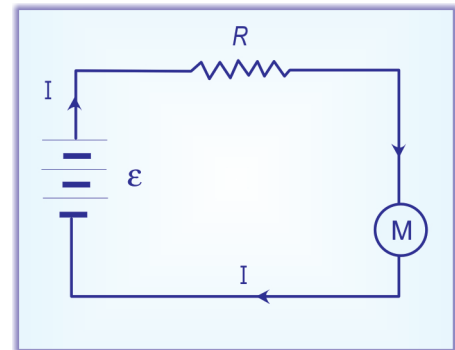


Fig. 22

- a. ¿Qué energía transfiere la batería a una carga de 20 culombios?

240 J.

- b. Cuando la carga  $\Delta Q = 20$  culombios pasa por el motor, ¿Qué cantidad de energía eléctrica se transforma en energía mecánica?

160 J.

- c. ¿Cuál es la cantidad de energía que esta carga ( $\Delta Q = 20\text{C}$ ) pierde al pasar por la resistencia R?

80 J.

- d. Calcule la potencia  $P$  desarrollada por la batería y la potencia  $P'$  del motor.

4.8 W; 3.2 W.

2. En el circuito de la figura 23:

a. ¿Cuál es el valor de la resistencia  $R_{12}$ , equivalente a las resistencias  $R_1$  y  $R_2$ ?

15  $\Omega$ .

b. ¿Cuál es la intensidad de la corriente establecida por la batería en el sistema?

0.60 A.

c. ¿Cuál es la corriente que pasa por  $R_1$  y por  $R_2$ ?

0.15 A; 0.45 A.

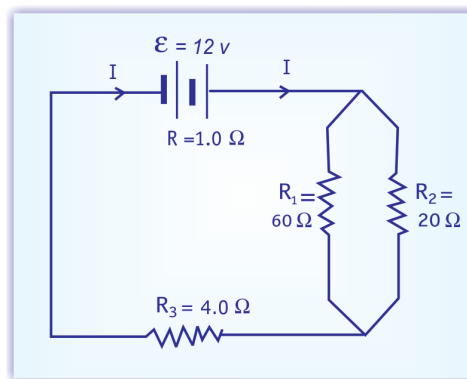


Fig. 23

3. La figura 24 muestra un circuito en el cual una batería se encuentra conectada en serie con dos resistencias  $R_1$  y  $R_2$  y con un motor eléctrico M. Observando los valores, determine:

a. La lectura del amperímetro.

0.5 A.

b. Las lecturas de cada uno de los voltímetros.

3.5 V; 4.5 V

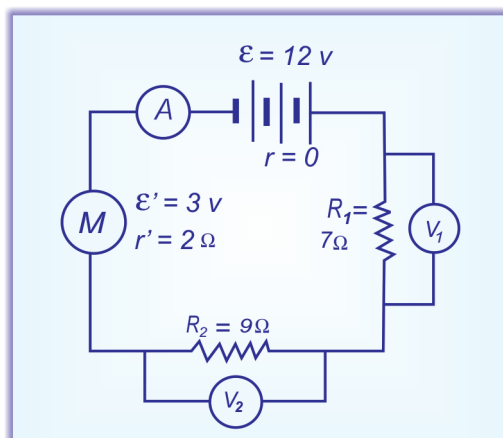


Fig. 24

4. Una linterna mostraba cierta intensidad luminosa. Con el transcurso del tiempo se observó que la intensidad de la luz disminuyó en forma gradual. Diga si cada una de las siguientes cantidades aumentó, disminuyó o permaneció igual en el transcurso del tiempo.

a. La fem de la pila.

b. La resistencia interna de la pila.

c. El voltaje aplicado por la pila.

d. La corriente que la pila proporcionó a la lámpara.

Compartimos las soluciones con el Profesor y solicitamos asesoría para corregir las respuestas incorrectas.



## PONGAMOS EN PRÁCTICA LO APRENDIDO

El manejo tecnológico busca formar personas con destrezas para procesar textos e información, amigables con la tecnología disponible y con alta motivación hacia el uso de las herramientas tecnológicas.

Con mis compañeros de subgrupo, procesaremos la siguiente información y con los elementos tecnológicos disponibles, realizaremos las experiencias sugeridas y los problemas propuestos.

### EXPERIMENTO 1: Construcción de celdas similares a la pila voltaica

La celda electroquímica, inventada en 1800 por el científico italiano Alessandro Volta, está constituida por dos placas, una de Zinc y otra de cobre, sumergidas en una solución de ácido sulfúrico.

Como el ácido sulfúrico exige cierto cuidado en su manejo, puede sustituirse por el ácido que existe en el jugo de limón.

Coloque una pequeña placa de cobre y otra de zinc en un limón partido, como se muestra en la figura 25. Use el voltímetro, mida y anote la fem de esta pila.

Para comprobar que dicha fem depende de la solución en la cual están sumergidas las láminas, introduzca las placas de cobre y zinc en una solución acuosa de sal de cocina (Fig. 26). Mida con el voltímetro la fem de esta **celda de sal**, y vea si en realidad es diferente de la fem de la **celda de limón**.

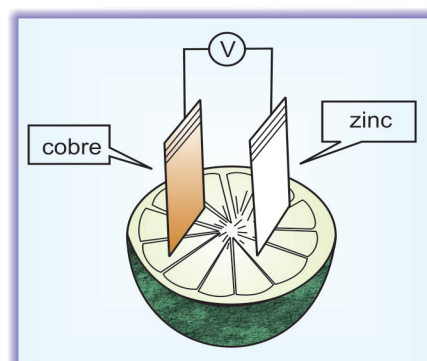


Fig. 25

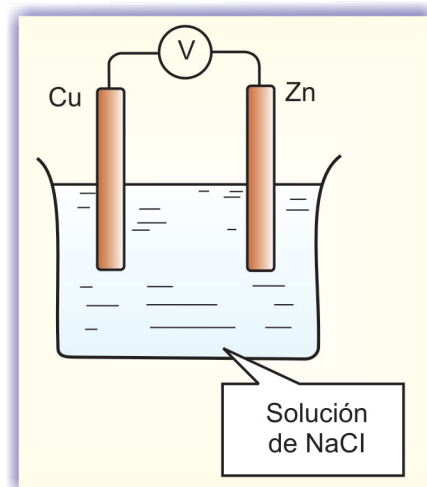


Fig. 26

## EXPERIMENTO 2

La fem de una pila depende únicamente de las sustancias que la constituyen. O sea que la pila seca grande y otra pequeña, que se fabrican con las mismas sustancias, deben presentar la misma fem.



Compruebe este hecho midiendo con un voltímetro (de gran resistencia interna), la fem de pilas secas de diversos tamaños. ¿Qué puede concluir?

## EXPERIMENTO 3

Mida con el voltímetro la fem de cada elemento o celda de una batería de automóvil. Con base en las medidas hechas, calcule analíticamente la fem de la batería. Mida directamente esta fem con el voltímetro y compruebe si el resultado concuerda con el cálculo que hizo.



## PROBLEMAS

1. Señale las afirmaciones correctas relacionadas con el circuito de la figura 27.
  - a. La resistencia equivalente del circuito externo es igual a  $5.0 \Omega$ .
  - b. La corriente que pasa por la batería vale  $9.0 \text{ A}$ .
  - c. El voltaje  $V_{AB}$  es igual al voltaje  $V_{BC}$ .
  - d. La corriente en  $R_1$  es igual a la corriente en  $R_4$ .
  - e. La corriente en  $R_3$  es cuatro veces mayor que la corriente en  $R_1$ .

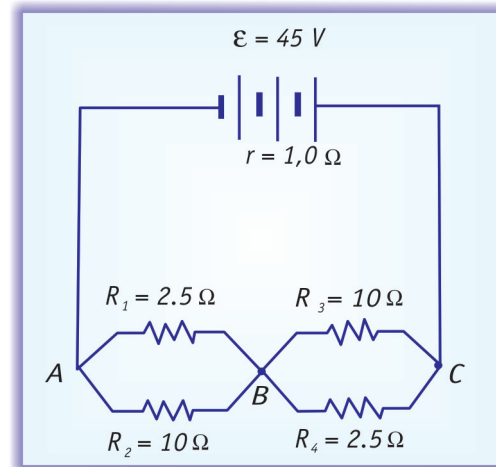


Fig. 27



2. En el circuito de la figura 28,  $r = 100 \Omega$  es la resistencia interna de la fuente cuya fuerza electromotriz es de 6 V. Determine:

a. La diferencia de potencial en cada una de las resistencias.

V; 4V; 1.8V

b. La corriente que circula por cada resistencia.

0.00133A; 0.00067A; 0.002A

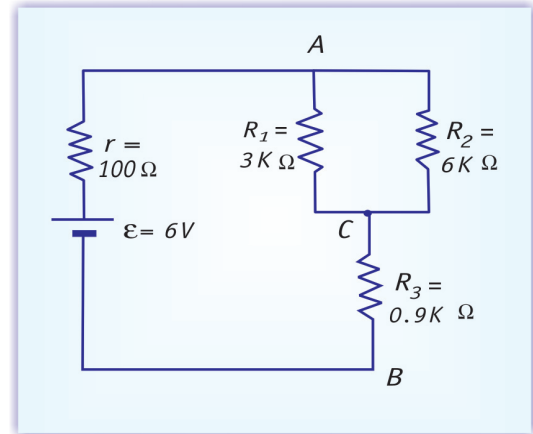


Fig. 28

c. La potencia suministrada por la fuente.

0.012W

Compartimos las experiencias y las soluciones de los problemas con el Profesor y continuamos analizando otras aplicaciones de los circuitos eléctricos en la vida cotidiana y laboral.

## APARATOS ELÉCTRICOS DE MEDICIÓN

La tecnología ha invadido, poco a poco, muchos campos laborales.

Los aparatos eléctricos de medición son de uso muy frecuente en talleres eléctricos, donde trabajan con electrodomésticos o con carros en la parte eléctrica. La tecnología está dejando resagados muchos lugares de trabajo que no la utilizan.

1. **GALVANÓMETRO.** Es un aparato muy sensible que nos indica **si pasa o no** una corriente en una rama de un circuito; por esto se dice que es un aparato de cero; se conecta **en serie**.
2. **AMPERÍMETRO.** Sirve para medir la intensidad de la corriente que debe atravesarlo. Por tanto, se conecta **en serie**, es decir que es necesario abrir el circuito e intercalar el amperímetro (Ver figuras 21a y 21b).
3. **VOLTÍMETRO.** Mide directamente la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de un circuito. Por tanto, se conecta en paralelo; es decir, los dos bornes del voltímetro se unen a los dos puntos en referencia (Ver figuras 21a y 21b).
4. **PUNTE DE WHEATSTONE.** Se utiliza para efectuar medidas muy precisas de resistencias. Se dice que el puente está equilibrado cuando no pasa corriente en

el galvanómetro G. En este momento, la corriente  $i_1$ , que pasa por  $R_1$ , fluye a través de  $R_4$  y la corriente  $i_2$  que pasa por  $R_2$ , fluye por  $R_3$  (Fig. 29).

Se cumple la relación  $R_1/R_4 = R_2/R_3$ , por consiguiente, si se conocen tres resistencias, esta relación permite hallar la cuarta.

- CONTADOR ELÉCTRICO.** Para medir la energía eléctrica consumida en una instalación se utiliza el contador de kilovatios-hora. Este es un pequeño motor cuya velocidad angular es proporcional a la potencia absorbida. El motor arrastra, por engranajes, agujas que se desplazan sobre cuadrantes graduados directamente en kilovatios-hora (KW-h).

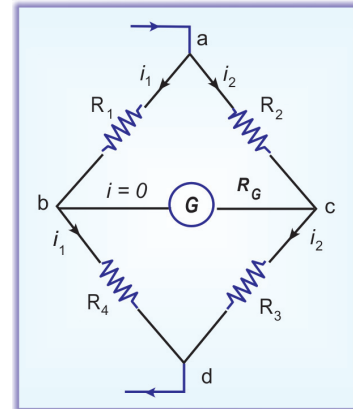


Fig. 29

## EFFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO HUMANO

El cuerpo humano es conductor de la electricidad. Los tejidos musculares contienen gran cantidad de aguas con sales disueltas; por tanto, se comportan como medios electrolíticos. Los tejidos nerviosos son verdaderos conductores eléctricos. La piel seca es muy mala conductora.

La resistencia de la mano a la otra varía para una persona y se estima de 10,000 á 100,000  $\Omega$ . Si las manos están mojadas o húmedas por la transpiración, esta resistencia puede bajar hasta 100  $\Omega$ .

Se estima que una corriente de 50 mA es mortal, porque la corriente produce la electrólisis de los líquidos de las células y por tanto, las destruyen. Además, la corriente que contrarresta el flujo nervioso produce la parálisis de los centros nerviosos, del corazón y de los centros respiratorios. También, el Efecto Joule produce quemaduras internas.





El hecho de tocar un alambre de alta tensión cuando se está completamente aislado del suelo **no es peligroso**, pero si la persona está en contacto con el suelo, **el peligro es muy grande**. ¿Por qué?



## APROVECHE LA TECNOLOGÍA PARA SABER MÁS

Desde las diferentes áreas del conocimiento se utiliza el computador como herramienta que dinamiza los aprendizajes, haciendo uso de software educativo, los procesadores de texto y gráfico o el acceso a Internet.

Un estudio de la Cámara Colombiana de la Informática y Telecomunicaciones (CCIT) señala que en el 2004 había un millón 758 mil computadores registrados en el país, lo que indica que la tasa de penetración de estos equipos es sólo del 3.9%, una de las más bajas de Latinoamérica (Ver artículo siguiente).

**Colombia**, muy lejos del desarrollo en **computadores**. Consulte La Patria de Octubre 18 de 2005, 1b.

EN EL PAÍS HAY UN MILLÓN 758 MIL EQUIPOS

# Colombia, muy lejos del desarrollo en computadores

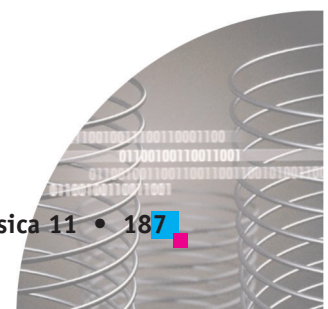
Los niveles de penetración son de los más bajos de la región. Los altos costos y la falta de una política estatal, razones para el atraso. Programas como *Computador para todos* busca mejorar las cifras. Informática.


**REDACCION NACIONAL**  
MANGUILLAS

Al tiempo que el Vicepresidente de Microsoft, Orlando Ayala anunció en Bogotá el lanzamiento del programa *Computador para todos*, el Massachusetts Institute of Technology (MIT) hizo lo propio al indicar que fabricará el *laptop* de 100 dólares (unos 230 mil pesos) (ver recuadro).

Ambas medidas buscan masificar una de las principales herramientas de trabajo y estudio del siglo XXI.

De acuerdo con la Cámara Colombiana de la Informática y Telecomunicaciones, mientras la inversión per cápita en tecnología en Chile, es de 73.21 dólares, en Colombia esa cifra sólo asciende a 35,50 dólares, lo que refleja el rezago que presenta el país en esta materia.



Es posible que usted disponga de uno de esos equipos; si es así debe aprovechar esa tecnología para consultar los siguientes temas:

1. Las leyes de Kirchhoff
  - a. De los nodos
  - b. De las mallas
2. La electricidad en Biología:
  - a. Transmisión eléctrica en los nervios
  - b. Electrocardiograma
  - c. Electroencefalograma
  - d. Electroanestesia
3. El tubo electrónico y el transistor

Compartimos las consultas con el Profesor y le sugerimos tener listos, en el CRA o en el Laboratorio los siguientes elementos:

- Imanes
- Brújula
- Limaduras de hierro
- Elementos de un circuito electrónico
- Elementos caseros sugeridos por el Profesor





# ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE LA GUÍA



