

*iade*Argentina



Introducción a la Electricidad

CONSIDERACIONES PREVIAS

Quien comienza a dar sus primeros pasos en electricidad, puede imaginar que en la mayoría de los casos los conceptos teóricos no tienen aplicación en la práctica. Aceptar esta premisa es un error lamentable, ya que en Electricidad, los fenómenos están relacionados entre sí, de modo que el conocimiento de lo simple resulta muchas veces imprescindible para interpretar las cosas más complicadas. Suele argumentarse que tal o cual persona soluciona problemas eléctricos del automóvil sin poseer conocimientos teóricos. Lamentablemente puede ser verdad.

Pero lo que muchos olvidan decir es la considerable cantidad de años que dicha persona lleva en ese trabajo, además de no tomarse en cuenta que, el aprendizaje seguramente fue realizado a través de innumerables y costosos errores que llevaron al desprestigio profesional.

Aunque se trate de un individuo que cuida su prestigio profesional, la solución de muchas averías representa un derroche de tiempo tal que económicamente hablando, la profesión no le rinde.

Estas consideraciones tienen por finalidad orientar al lector hacia el estudio de los fundamentos de la electricidad, haciéndole notar que se hace necesario un relativo esfuerzo para interpretar los conceptos y una buena dosis de paciencia para no dejar de lado ninguno de ellos.

CONSTITUCION DE LA MATERIA

El estudio de la electricidad está ligado a la constitución de la materia. La finalidad de esta lección es lograr que el lector interprete sin dificultar que es **la tensión y la corriente eléctrica**.

Estos fenómenos de importancia fundamental en el estudio de nuestra especialidad, únicamente se interpretan conociendo la estructura íntima de la materia.

Sobre este tema mucho se ha escrito y mucho falta por saber, pero nuestras necesidades no son tantas, por lo tanto encaramos su estudio dando importancia únicamente a aquellos conceptos que servirán para entender cabalmente el funcionamiento de los circuitos eléctricos del automóvil y su reparación.

Materia es todo lo que nos rodea y ocupa un lugar en el espacio, por lo tanto, el suelo que pi-

samos es materia, al igual que el líquido que bebemos y el aire que respiramos. Debe suponerse que la materia debe estar formada por algo, es decir, estructuras muy pequeñas, relacionadas entre ellas o no.

Aclaremos esto. Estas estructuras muy pequeñas son llamadas de **moléculas** y todo lo que existe está formado por ellas. Por eso nos interesa conocer sus características. Supongamos que se divide una gota de agua en forma sucesiva, o sea, en dos partes, luego en cuatro y así sucesivamente. Llegaríamos así a obtener una microscópica gotita de agua, que no soporta una nueva división, pues dejaría de ser **agua**.

Esta microscópica gotita constituye una molécula, ya que representa la porción más pequeña de agua que aún conserva las propiedades de la misma.

Ahora bien, renglones arriba se dijo que las moléculas guardan, o no, una cierta relación entre ellas y así es en efecto.

Por ejemplo, las moléculas que forman la madera están firmemente ligadas, por eso decimos que la madera es un cuerpo sólido. En el caso del agua, la fuerza que liga a las moléculas es débil. Entonces decimos que se trata de un líquido. Finalmente, un gas como el aire, no tiene a sus moléculas ligadas entre sí.

Estos sencillos ejemplos nos permiten entender con claridad la tan famosa división de los estados de la materia, en sólido, líquido y gaseoso.

EL ATOMO

Se dijo anteriormente que al dividir una molécula de agua, sus partes componentes dejan de tener las propiedades del agua. Es sabido que en este caso, se obtiene dos gases, conocidos como hidrógeno y oxígeno.

Estas partes que forman la molécula, son llamadas **átomos**. En el caso del agua, una molécula puede representarse, básicamente, como lo indica la figura 1 en la siguiente página, es decir, está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Por tratarse de elementos diferentes, se dice que el agua es un compuesto.

No ocurre lo mismo con otras sustancias, como por ejemplo el cobre. En este caso, todos sus átomos son iguales, siendo así considerado como un cuerpo simple.

Resumiendo podemos decir que los átomos son la base usada por la naturaleza para construir la materia que forma el universo.

Una curiosidad natural nos hace formular la siguiente pregunta: ¿Cómo son los átomos?

El átomo es de los más complejo que existe en la naturaleza, siendo que aún en la actualidad, no se conocen todas sus propiedades. Naturalmente que nunca se ha podido ver un átomo, porque su tamaño escapa a la imaginación, debido a que es increíblemente pequeño. Experiencias de laboratorio y técnicas actuales han permitido formar lo que se llama un **modelo atómico**, para poder permitir interpretar sus propiedades fundamentales.

En realidad, un modelo atómico facilita la manera de describir las propiedades de los átomos para interpretar determinada característica. Por ejemplo, un experto de física nuclear necesita de un modelo de átomo diferente al de un químico y éste, a su vez, distinto al de un técnico electricista.

Por ese motivo, describiremos el modelo atómico que más favorece a la interpretación de la práctica de nuestra profesión.

El átomo es algo así como un sistema planetario en miniatura, donde existe un núcleo central, a modo de Sol, con una órbita formada por los electrones, de la misma manera que giran los planetas alrededor del sol.

Vea la figura 2.

Los electrones pueden ser considerados como partículas infinitamente pequeñas girando alrededor del núcleo.

Antes de continuar con nuestra explicación, queremos dejar aclarado que existen 92 elementos o tipos de átomos y por supuesto que no necesitamos describirlos a todos para interpretar los fundamentos de la electricidad. Por eso, tomaremos como referencia el átomo del litio, que es lo que ilustra la referida figura 2.

En ella podemos ver una serie de circunferencias, llamadas órbitas, concéntricas a un centro, llamado núcleo. Cada una de esas órbitas puede contener como máximo una determinada cantidad de electrones.

Los electrones tienen la propiedad de rechazarse entre sí y esa fuerza de repulsión tiene un origen que aún hoy se desconoce. Ella es conocida como **fuerza eléctrica**, siendo que se ha convenido en determinar que los electrones tienen una **carga eléctrica negativa**.

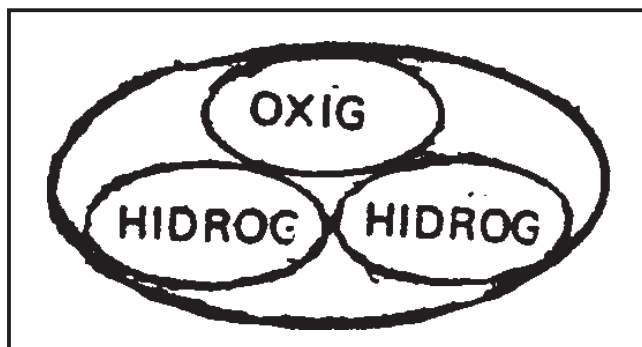


Fig.1: Molécula de agua.

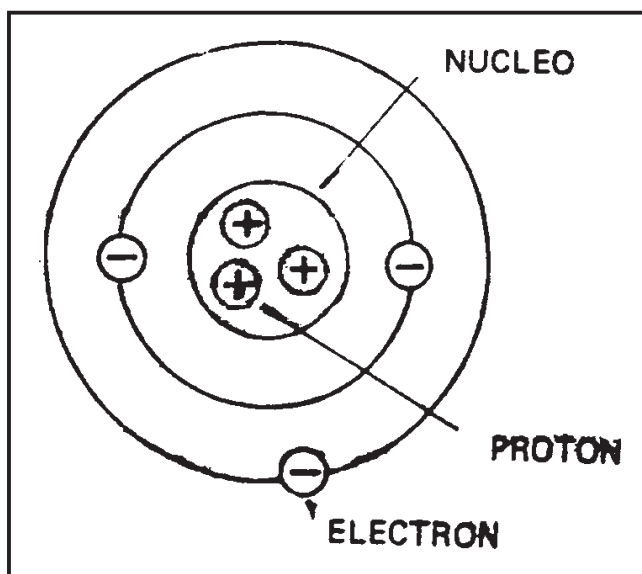


Fig.2: Atomo de Litio.

También se convino en determinar que las cargas eléctricas negativas de los electrones deberían ser compensadas de alguna manera. La práctica demostró que el núcleo contiene partículas cuyo comportamiento eléctrico es opuesto a los electrones, o sea que tienen una **carga eléctrica positiva**.

Esas partículas fueron llamadas de **protones**.

Sin tener necesidad de entrar en mayores detalles, podemos decir que el estado natural de un átomo supone que la cantidad de electrones, en órbita, es igual a la cantidad de protones contenidos en el núcleo. Dadas estas condiciones, se dice que el átomo se encuentra eléctricamente **neutro**.

En la figura 2 se puede observar que los electrones han sido señalados con el signo (-) mientras que los protones llevan el signo (+). Esto no es otra cosa que un simple formulismo adoptado en electri-

dad para poder indicar que dichas partículas tienen características eléctricas de igual magnitud pero de propiedades opuestas.

En efecto, ya se anticipó que los electrones se rechazan entre sí, pero, ¿Qué ocurre entre un electrón y un protón? Se atraen.

Este especial comportamiento de los electrones y los protones, queda indicado por el siguiente enunciado:

Cargas eléctricas de igual signo se rechazan y cargas eléctricas de distinto signo, se atraen.

Estos conceptos son de fundamental importancia para nuestros estudios. Por eso los representamos con el esquema que muestra la figura 3. Pensamos que el lector recordará esas características de forma permanente.

¿Qué ocurre con el núcleo?

Es sabido que el núcleo de un átomo es una zona que contiene partículas llamadas protones y como tienen carga eléctrica igual, se pensará que deberían rechazarse, escapando del núcleo.

En principio debemos aceptar, porque así ocurre, que los protones no escapan del núcleo pues existen unas partículas, llamadas **mesones**, que tienen el objetivo de evitar que los protones escapen del núcleo, evitando así, su desintegración.

Apreciará el lector que una excesiva curiosidad sobre el asunto, complicará, innecesariamente, el objetivo de este curso. Por eso nos limitamos a enunciar lo siguiente:

El núcleo contiene partículas con carga positiva y no pueden escapar del mismo.

Los electrones tienen carga negativa y giran alrededor del núcleo, en diferentes órbitas.

Un átomo se encuentra eléctricamente neutro cuando la cantidad de electrones, en órbita, es igual a la cantidad de protones contenidos en el interior del núcleo.

No queremos finalizar esta brevísima descripción del átomo sin dejar bien en claro que hemos considerado como partículas fundamentales, al protón y al electrón. Es evidente que ellas no agotan la lista, pues la física actual ha identificado unas treinta partículas elementales, muchas de ellas con características desconocidas.

Mencionamos a los mesones pues ellos justifican la permanencia de los protones dentro del núcleo, a pesar de tener igual carga eléctrica.

Otra partícula que suele contener el núcleo atómico es el neutrón, pero para nuestro estudio no

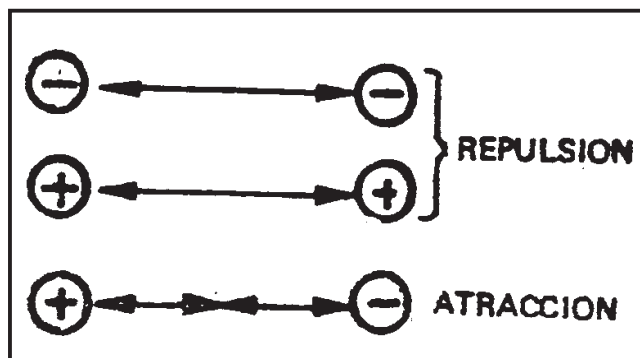


Fig.3: Atracción y repulsión entre cargas eléctricas.

reviste mucha importancia, pues por ser neutra no interviene en los fenómenos eléctricos comunes.

DESEQUILIBRIO ATOMICO

Ya hemos indicado que en su estado normal, los átomos son eléctricamente neutros, o sea, tienen la misma cantidad de electrones y de protones. Ahora bien, mediante reacciones químicas, por ejemplo, como ocurre en el interior del acumulador de un automóvil, puede conseguirse que un átomo pierda uno o más electrones, de su última órbita.

En este caso el átomo se transforma en un **ión positivo**.

También puede ocurrir lo contrario, o sea, que un átomo neutro reciba un electrón adicional en la última órbita, para tratar de saturar su átomo.

Es así que se obtiene un **ión negativo**.

Estos casos de desequilibrio atómico fundamentan los principios de la electricidad, por eso el lector debe recordar que la neutralidad eléctrica es la condición natural del átomo y trata siempre de mantenerla.

Por lo tanto, el ión positivo intentará recuperar los electrones perdido, siendo que de la misma manera, los iones negativos, tratarán de expulsar al electrón que está ocasionando el desequilibrio eléctrico.

En la figura 4 que vemos en la siguiente página, se muestran los casos antes mencionados, siendo que es importante observar que en el ión positivo falta un electrón y en el ión negativo, está sobrando un electrón. Asimismo puede observarse que la cantidad de protones encerrados en el núcleo, permanece constante, siendo que se deduce **que el desequilibrio atómico se obtiene, quitando o agregando electrones en la última órbita.**

POTENCIAL ELECTRICO

Los conceptos adquiridos sobre el átomo nos permitirán interpretar, fácilmente, dos fenómenos eléctricos de fundamental importancia: **el voltaje y la corriente eléctrica**.

Naturalmente que para facilitar la explicación, nos vemos en la obligación de efectuar algunas simplificaciones, sin necesidad de caer en errores técnicos.

Basaremos nuestros comentarios en la figura 5, siendo que en ella se han representado a dos esferas metálicas separadas entre sí.

Es sabido que cualquier cuerpo metálico está formado por una cantidad astronómica de átomos, siendo que para que usted tenga una idea de ese valor, un centímetro cúbico (1 cm³) de cobre, contiene alrededor de 86.000 trillones de átomos. Es evidente que no es necesario representar gráficamente esa cantidad para poder entender el comportamiento de lo que veremos a seguir. Consideremos solo aquellos átomos que tienen un desequilibrio eléctrico.

Observemos la esfera A. En ella representamos 8 signos negativos, siendo que esto representa que 8 de sus átomos han perdido un electrón, o sea que en dichos átomos predomina la carga positiva.

Haciendo un balance de la situación de la esfera A, queda en evidencia un desequilibrio atómico producido por la falta de 8 electrones. Los átomos que se encuentran bajo estas condiciones tratarán de recuperar los electrones que se encuentran faltando, con la única finalidad de volver a su neutralidad.

Esa tendencia se manifiesta como una fuerza de atracción que puede denominarse como **potencial eléctrico positivo**.

La situación inversa se percibe en la esfera B. En ella suponemos que se agregaron los 8 electrones quitados a la esfera A. Si originalmente la esfera B, se encontraba neutra, al recibir los 8 electrones, se produce un desequilibrio que la hace negativa.

Los electrones sobrantes, por tener igual carga negativa, se rechazan entre sí, ubicándose en la superficie de la esfera, tendiendo siempre a escapar de la misma. La situación eléctrica en este cuerpo y

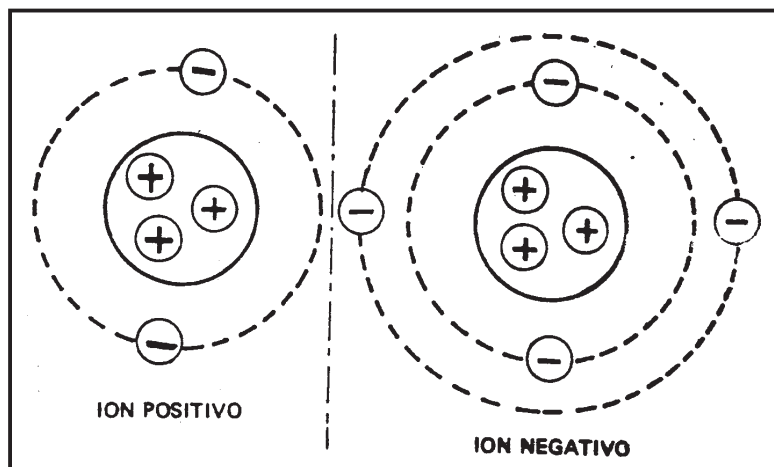


Fig. 4: Ionización del átomo.

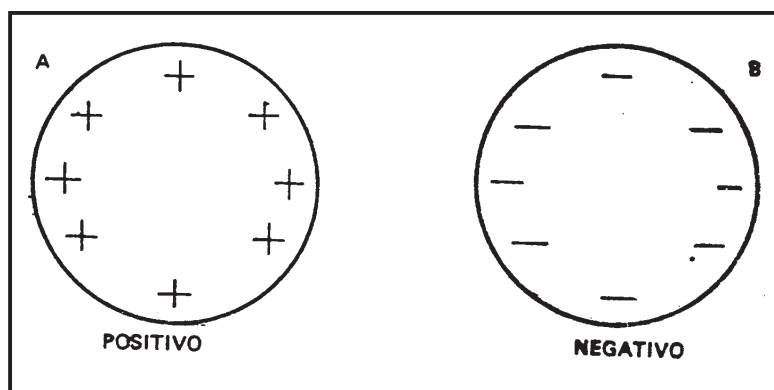


Fig. 5: Potencial Eléctrico.

debido a la presión producida por el exceso de electrones, hace que se convierta en un **potencial eléctrico negativo**.

Es evidente que entre ambas esferas existe una diferencia en su situación eléctrica, ya que en una de ellas faltan electrones y sobran en la otra. A esto se le denomina **diferencia de potencial**.

Para restablecer el equilibrio eléctrico de ambas esferas, se las puede unir entre ellas, de tal manera que los 8 electrones sobrantes en la esfera B pasen a la esfera A.

De esta simple experiencia se puede obtener una conclusión muy importante y que dice que la diferencia de potencial tiende a provocar el desplazamiento de electrones de la zona donde sobran hacia la zona donde faltan.

VOLTAJE

Seguramente, el lector, en muchas oportunidades, habrá escuchado la palabra voltaje. Desde el punto de vista práctico, el voltaje es un concepto simple de interpretar, siendo que en realidad ya fue explicado pero sin haberle dado ese nombre.

Volvamos a la figura 5. En la figura A existe la tendencia a recuperar electrones y a esto lo llamamos como **voltaje positivo**.

En la figura B, los electrones sobrantes tienen la tendencia a escapar de la misma y a esta situación se le llama **voltaje negativo**.

CORRIENTE ELECTRICA

Cuando se tratan los fundamentos de la electricidad, es importante fijar claramente los conceptos con la menor variedad posible de ejemplos para evitar posibles errores, siendo que para eso acudimos a la figura 6.

En dicha figura, se han representado nuevamente, las esferas A y B con el agregado de un material que las une.

Suponemos, aunque solo sea teóricamente, que dicho material de unión, no ofrece ningún impedimento al movimiento de electrones.

¿Qué ocurrirá?

En la esfera B hay un exceso de electrones y representa un voltaje negativo y la esfera A se encuentra en una situación totalmente opuesta que llamamos de voltaje positivo. Ante esta situación, se produce la unión de ambas esferas con un material que no restringe el pasaje de electrones hasta que la totalidad de electrones pasan de una de esas esferas hacia la otra. Este pasaje cesará cuando ambas esferas queden neutralizadas.

En resumen, la unión de dos esferas, con un ma-

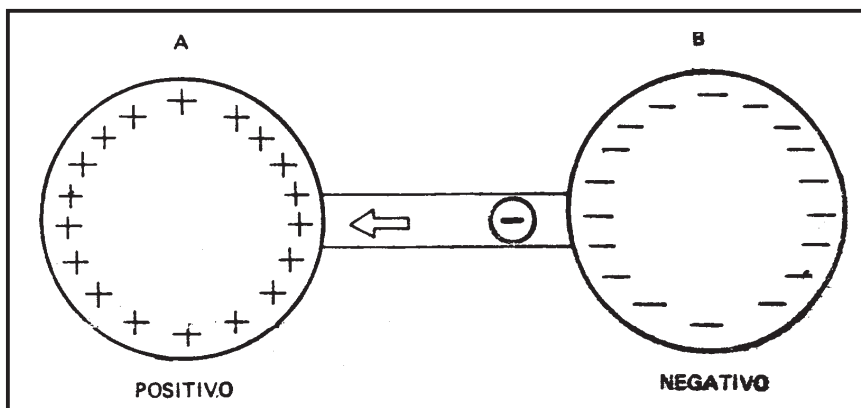


Fig. 6: Corriente eléctrica.

terial adecuado, ha permitido la circulación de una **corriente eléctrica**.

Podemos aprovechar la ocasión para enunciar que **la corriente eléctrica es el desplazamiento de electrones desde el negativo hacia el positivo**.

Es lamentable que muchas personas confundan estos dos términos, o sea, voltaje con corriente eléctrica.

Este error no es puramente teórico, siendo que en la mayoría de los casos, trae consecuencias prácticas graves.

Si Ud. observa nuevamente la figura 5, podrá notar que la diferencia de potencial existe entre las dos esferas, pues hay un estado latente, de los electrones para pasar desde una de ellas hacia la otra. Es evidente que no sucederá más nada, debido a que dichos elementos se encuentran separados entre sí.

La situación es diferente cuando las esferas son unidas con un material adecuado, según lo muestra la figura 6, donde los electrones pueden fluir, o circular, formando de esta manera la corriente eléctrica.

Todo esto hace evidente que el voltaje y la corriente eléctrica son dos fenómenos distintos de tal manera que para medir su magnitud, son necesarios instrumentos diferentes. Desgraciadamente, un error en la elección del instrumento correcto puede provocar su destrucción.

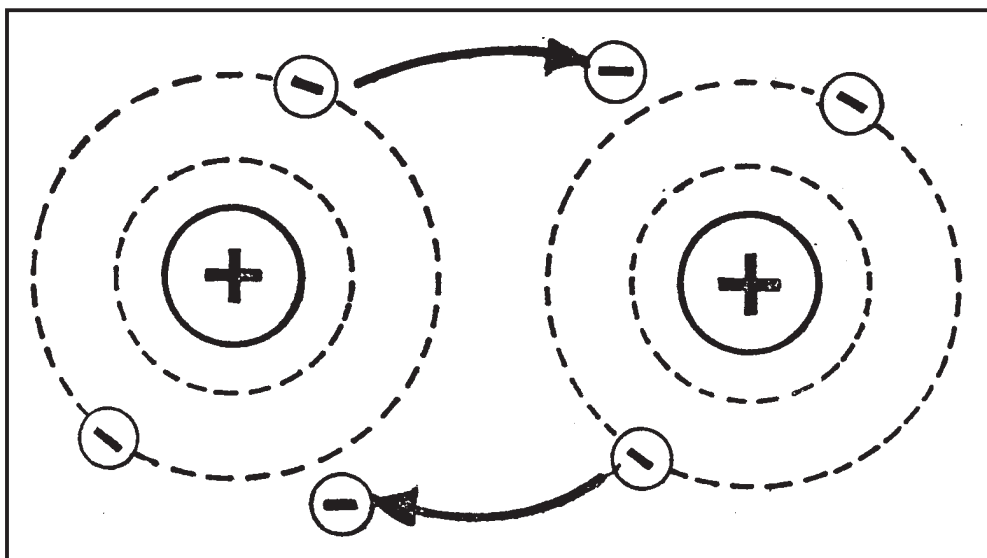


Fig. 7: Material conductor.

COMO MEDIR LA ELECTRICIDAD

Cuando explicamos la diferencia de potencial, utilizamos para justificar ese desequilibrio eléctrico el artificio de sacar 8 electrones a una esfera neutra y agregándoselos a otra. Para poder interpretar este concepto, no necesitamos una gran cantidad de electrones, siendo que en la práctica, ese hecho y cantidad de electrones no tiene aplicación práctica alguna, por ser muy pequeño.

Con esto queremos decir que en el funcionamiento de un dispositivo eléctrico, poco significa el faltante, o exceso, de ocho electrones, pues se usan cantidades astronómicas de electrones en un componente eléctrico.

Sería lo mismo que expresar la cosecha de trigo de nuestro país, considerando el número de granos recolectados.

Por esas razones, la electricidad se mide en **Coulomb**. ¿Pero qué representa un Coulomb?

Un Coulomb equivale a 6,25 trillones de electrones, o protones y quiere decir que, es necesario agregar, o quitar, esa cantidad de electrones para poder obtener una unidad de carga eléctrica. Utilizando el mismo ejemplo anterior, sería equivalente a decir que son necesarios 20.000 granos de trigo para formar un kilogramo.

A primera vista parece que el Coulomb es una unidad excesivamente grande, pero ello no es así.

Tomemos el caso del cobre, un material muy utilizado como conductor de la electricidad. Cada átomo de cobre posee 29 electrones, siendo que sólo uno de ellos es el más distante del núcleo, o sea que está ubicado en la última órbita. Debido a ésta característica y aplicando cualquier método, tal como una pequeña diferencia de potencial, provoca su circulación fuera de dicha órbita.

A pesar de lo dicho anteriormente, en un centímetro cúbico (1 cm³) de cobre podemos encontrar algo así como 85.000 trillones de electrones en condiciones de formar una corriente eléctrica.

Como comentario práctico respecto a esta unidad eléctrica llamada Coulomb, le decimos que por el filamento de la luz alta del farol de un automóvil, circulan por segundo, unos 3 Coulomb.

UNIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA

Si nos informan que por un río pasan 6 trillones de litros de agua, no nos podemos formar una idea cabal de su caudal, pues ignoramos durante cuanto tiempo circula ese volumen de agua.

El mismo problema se presenta cuando conocemos la cantidad de Coulomb que se desplaza por un conductor, sin saber durante cuanto tiempo eso sucede. Por este motivo, para interpretar la **intensidad** de una corriente eléctrica, se hace necesario la creación de una nueva unidad, que llamaremos de **Ampére**.

¿Qué representa un Ampére? Si se observa la figura 9 se tendrá una idea de lo que queremos explicar. Si imaginamos una sección perpendicular al conductor y por la misma pasa un Coulomb durante un segundo, la intensidad de corriente será un Ampére.

Tal como puede ser apreciado, el Ampére no da una idea real de lo que está ocurriendo, ya que no solamente representa **cuántos** electrones se desplazan, sino que también, lo hacen en la unidad de tiempo.

Se tendrá presente que mientras no se indique lo contrario, la unidad de tiempo es el segundo.

VELOCIDAD DE LA CORRIENTE

Suele creerse que la velocidad de los electrones, dentro del conductor, es alta. Eso no es así, aunque los efectos de la corriente son, practicamente, ins-

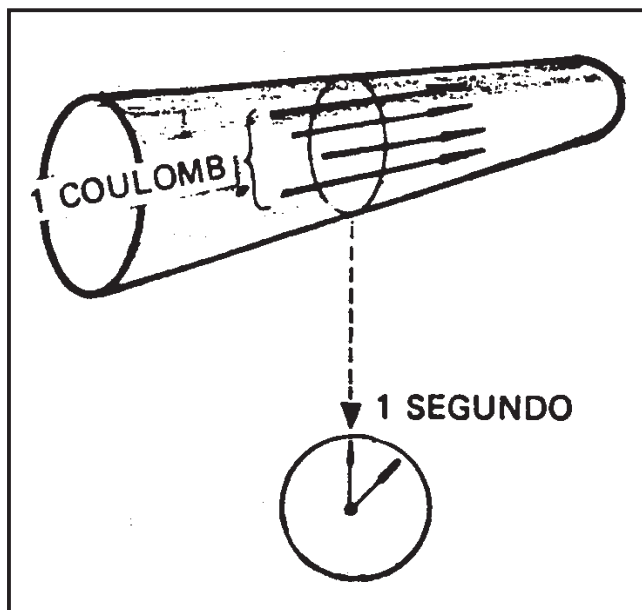


Fig. 9: El Ampere.

tantáneos.

Lo que ocurre es que los conductores poseen electrones capaces de circular y al ser conectada una diferencia de potencial, el polo negativo **empuja** los electrones y al mismo tiempo, el polo positivo, los **atrae**.

En definitiva, la fuerza eléctrica obliga a los electrones libres, ubicados dentro del conductor, a moverse de forma instantáneos.

Una comparación didáctica se muestra en la figura 10 en la siguiente página. Supongamos que existe un tubo lleno de bolitas iguales. Si tratamos de introducir una nueva bolita desde el extremo abierto derecho, se podrá notar que por el extremo opuesto, el izquierdo, una bolita ubicada en el interior del tubo, trata de salir. Es evidente que el efecto es instantáneo, a pesar de que el movimiento general de las bolitas fue muy lento.

Algo similar ocurre con la corriente eléctrica, cuando el polo negativo **coloca** un electrón por un extremo del conductor y en el mismo momento, el polo positivo **quita** otro electrón en el extremo opuesto del cable.

Mientras todo ésto ocurre, los electrones libres del cobre **se corren** lentamente desde el negativo hacia el positivo, siendo que su velocidad final no pasa de los 4 cm por segundo.

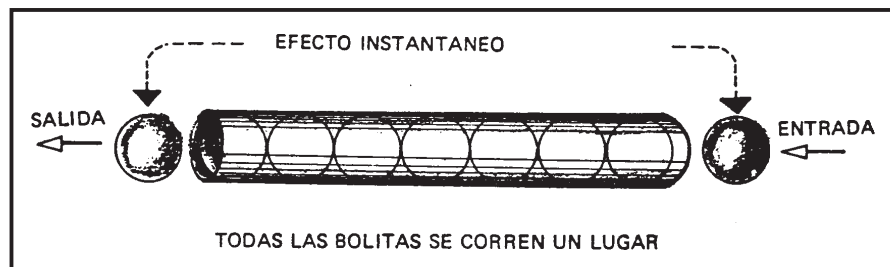


Fig.10: Trayectoria de los electrones que forman una corriente eléctrica.

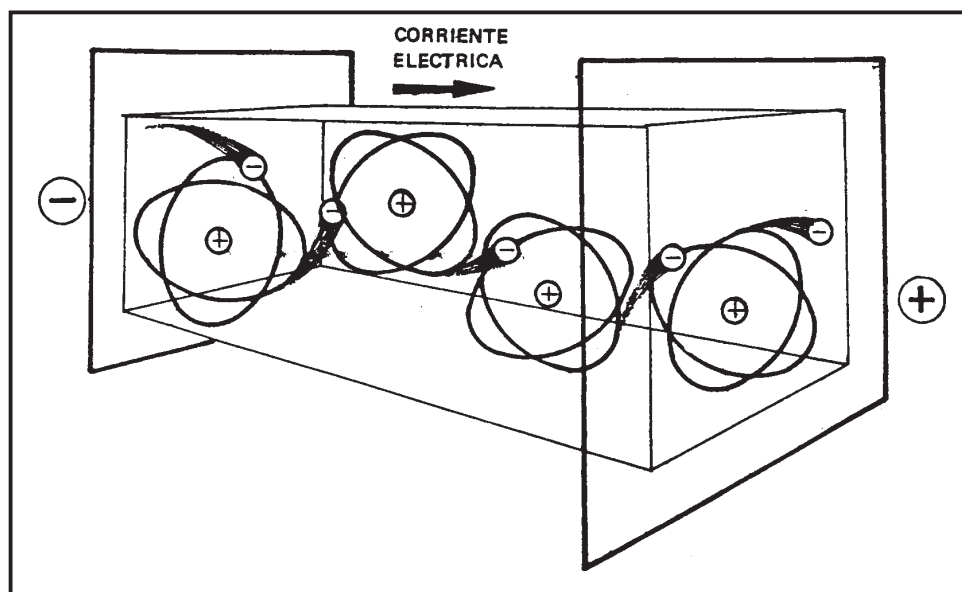


Fig.11: Reacción en cadena.

RESISTENCIA ELECTRICA

Cuando hicimos referencia a los materiales aisladores, señalábamos que, ellos sometidos a una diferencia de potencial, no permitían la circulación de corriente eléctrica.

Por supuesto que esta propiedad de aislador tiene un límite, es decir, que para cada material, superada cierta tensión, se produce una brusca circulación de corriente, estableciéndose así, su destrucción.

En el caso de los conductores, quedó claro que dichos materiales facilitan la circulación de electrones, aunque siempre presentan una pequeña oposición a la misma.

Lo anteriormente dicho permite afirmar que todos los materiales ofrecen resistencia al pasaje de la corriente eléctrica, en mayor o menor grado.

Debido a que la constitución atómica de los ma-

teriales no es la misma, la oposición que presentan a la circulación de la corriente presenta muy distintos valores, siendo ésta una de las razones que determinan la necesidad de crear una unidad que permita medir la magnitud de dicho fenómeno.

La unidad de resistencia eléctrica es el Ohm y representa la oposición que encuentra la corriente al circular por una columna de mercurio de unos 106 cm de largo y 1 mm² de sección. Estos datos son indicados a simple título informativo, o sea que no tiene importancia si el lector los recuerda en una oportunidad posterior. El instrumento de medida y que debe estar en todo buen taller automovilístico, es el óhmetro.

DE LOS CONDUCTORES

En la figura 11 se ha representado en forma esquemática el desplazamiento de una corriente a tra-

vés de un conductor. Puede observarse que los electrones se desplazan desde el negativo hacia el positivo, siguiendo trayectorias desordenadas. Esto no nos debe extrañar ya que los electrones están permanentemente girando en órbita y al ser influenciados por una diferencia de potencial, no se puede pretender que cumplan una trayectoria rectilínea.

Este desorden natural que presentan los electrones en un conductor, entorpece su desplazamiento, teniendo un efecto de resistencia y por pequeña que ésta sea, disminuye el caudal de corriente.

Ya que ese movimiento desordenado es una condición natural y que es imposible de suprimir, llegamos a la conclusión de que aún los mejores conductores de la corriente eléctrica, presentan cierta resistencia.

El valor de esa resistencia no depende solamente del tipo de material utilizado en el conductor, sino también de sus dimensiones. Si tomamos un cable hecho de cobre, este material tiene una cierta resistencia que depende de su longitud y de su sección. ¿Qué significa todo esto?

Pues si un conductor es grueso, o sea que de gran sección, contiene más electrones libres que otro cuya sección sea menor o dicho de otra manera, más fino que el primero, pero ambos con la misma longitud.

De lo anterior se puede deducir fácilmente que el primero, o sea el de mayor sección, puede ser recorrido por una corriente más elevada pues presenta menor resistencia que el segundo conductor.

Para comprobar lo antes dicho, basta con observar que el conductor que sale de la batería de cualquier automóvil

es de diámetro grueso, pues debe admitir fácilmente toda la corriente que alimenta a los distintos circuitos eléctricos, inclusive el motor de arranque.

También podemos agregar que cuánto más largo sea un conductor, mayor es el desorden electrónico que presenta, siendo que esto aumenta su resistencia al flujo de corriente eléctrica.

La resistividad de las sustancias más utilizadas se encuentran registradas en tablas, siendo que para poder compararlas, se toman los distintos materiales con dimensiones idénticas.

Por ejemplo, conductores de 1 metro de longitud y 1 milímetro cuadrado (1 mm²) de sección a temperatura ambiente, o sea alrededor de 15 grados Centígrados, son estudiados para poder formar las llamadas Tablas de Resistencia Específica. A seguir le presentamos algunos valores con el objeto de tenerlos como referencia.

| MATERIAL | RESISTENCIA OHMICA (Ohm) |
|----------------|--------------------------|
| Acero | 0,1 |
| Aluminio | 0,02 |
| Bronce | 0,13 |
| Carbón | 0,6 |
| Estaño | 0,12 |
| Níquel | 0,12 |
| Plata | 0,016 |
| Plomo | 0,21 |
| Zinc | 0,06 |
| Cobre | 0,01 |

Por los valores indicados en la Tabla anterior, podemos deducir que en la instalación eléctrica de un automóvil, no se tiene muy en cuenta la longitud de los conductores, pues su resistencia por metro no es elevada, pero sí es de suma importancia la sección de ese cable. Si no se tuviera en cuenta este detalle, o sea que la sección fuera menor a lo requerido, la corriente circulante podría provocar un aumento de la temperatura capaz de destruir la instalación eléctrica del vehículo.

DE LOS AISLADORES

Se comentó anteriormente que los aislantes, dentro de un límite de tensión, no permiten la circulación de corriente. En la práctica no ocurre, estrictamente de esa forma, pues los aisladores dejan pasar una pequeña corriente pues por efecto de la temperatura ambiente, algunos electrones se desprenden de los átomos, pudiendo circular de forma «eventual».

Por estos motivos se acostumbra a medir la resistencia de un aislador, que debe ser muy elevada, siendo que es necesario el uso de un múltiplo de Ohm, el Megohm.

Para poder tener una idea de la resistencia que presentan algunos de esos materiales, observe la siguiente tabla:

| MATERIA | RESISTENCIA OHMICA (Megohm) |
|-----------------|-----------------------------|
| Bakelita | 0,2 |
| Ebonita | 1.000.000 |
| Celuloide | 0,02 |
| Mica | 200.000 |

RESISTENCIA DE CONTACTO

En la práctica, es común unir, o empalmar, entre sí dos o más conductores, sin soldarlos. Estos permiten la circulación de corriente al estar vinculados a través de una sujeción transitoria elástica, o enchufe o una atornillada. En ambos casos, es fácil suponer que las condiciones de contacto entre ambos conductores no son iguales pues las superficies de los mismos, a pesar de estar muy pulidas, no están exentos de su rugosidad.

Lo anterior determina que la superficie de contacto de ambas partes presenta una oposición natural conocida como **resistencia de contacto**.

Por lo antes expuesto, es conveniente aumentar dentro de lo posible, la presión que mantiene unidos a los dos conductores, siendo que en ciertos casos, es colocado un material de fundición que tiene el objetivo de rellenar las cavidades existentes entre ambos metales. De esta forma se rellena el espacio vacío que existe, reduciendo la resistencia de contacto.

UNIDAD DE TENSION O VOLTAJE

Es sabido que la diferencia de potencial equivale a una fuerza eléctrica, capaz de producir el movimiento de los electrones desde el polo negativo en dirección al polo positivo.

También en este caso se hace necesario la creación de una unidad que permita apreciar la magnitud de una determinada tensión eléctrica. Esa unidad es conocida como Volt.

Podemos considerar al Volt como la diferencia de potencial que existe entre los extremos de un conductor cuya resistencia es de 1 Ohm y permite el pasaje de una corriente de 1 Ampére.

En la práctica podemos encontrar valores de tensión, corriente y resistencia muy diferentes, siendo que por ese motivo son utilizados múltiplos y sub-

múltiplos de las unidades de referencia.

En la tabla que sigue a este texto, se muestran las unidades más utilizadas en la electricidad del automóvil.

| | UNIDAD | MULTIPL |
|--------------------------|------------------|------------------------|
| | SUBMULTIPL | |
| Tensión | Volt (V) | Kilovolt (KV) |
| Resistencia | Ohm (Ω) | Kilohm ($K\Omega$) |
| | | Megohm ($M\Omega$) |
| Intensidad | Ampére (A) | Miliampere (mA) |
| <u>Múltiplos:</u> | | <u>Submúltiplos:</u> |
| 1 Kilovolt = 1.000 Volt | | 1 miliampére = 0,001 A |
| 1 Kilohm = 1.000 Ohm | | |
| 1 Megohm = 1.000.000 Ohm | | |

CIRCUITO ELECTRICO ELEMENTAL

Hemos considerado hasta el momento los fundamentos de la electricidad en forma teórica, siendo que ésto nos permite encarar una nueva disposición práctica con el fin de concretar conocimientos.

En la figura 12 se ha representado una pila a la que se le ha conectado una lámpara. La pila está formada por un envase de zinc y en cuyo interior se ha colocado una barra de carbón, aislada eléctricamente. El recipiente se rellena con un compuesto

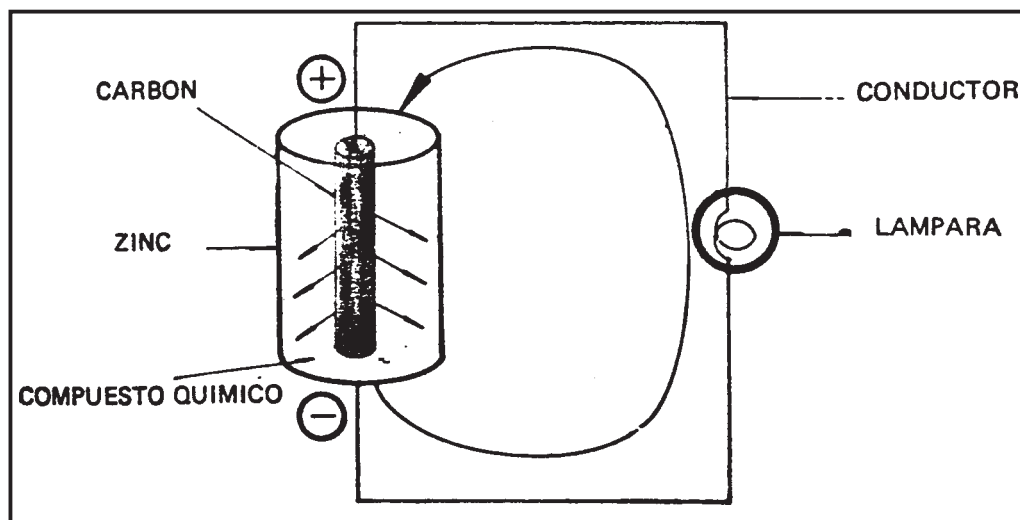


Fig. 12: Circuito eléctrico elemental.

químico que tiene la particularidad de sacarle electrones al carbón y luego los deposita en el zinc. Si el carbón pierde electrones adquirirá un potencial positivo, mientras que el zinc, al ganar electrones, se transforma en un potencial negativo.

Todo esto significa ni más ni menos, que en la transformación de dos elementos con diferencia de potencial. Esa diferencia de potencial produce una circulación de corriente eléctrica, que partiendo desde el zinc, se dirige en dirección al filamento de la lámpara, lo recorre y retorna, finalmente, a la fuente de potencial positivo. Es importante aclarar que la pila, al transformar energía química en eléctrica, actúa como un generador. Los elementos conectados a ella permiten el desplazamiento de la corriente. Por lo tanto, todos esos elementos actúan como un circuito pues sobre ellos obran las magnitudes eléctricas vistas hasta el momento, o sea, tensión, intensidad y resistencia.

Cabe observar que por el circuito, la corriente se desplaza en el sentido visto con anterioridad, es decir, desde el negativo hacia el positivo. En el interior de la pila, necesariamente, debe ocurrir la inversa, o sea que, cada electrón que llega a la barra de carbón, por acción de la energía química es llevado nuevamente al zinc. De esta forma tenemos un **circuito eléctrico cerrado**.

LEY DE OHM

En nuestra anterior lección consideramos la constitución del átomo y ello nos permitió interpretar fenómenos eléctricos de gran importancia, como son la tensión, la intensidad y la resistencia eléctrica.

Es tiempo de utilizar esos conceptos con sentido práctico, siendo que por eso los aplicaremos en el estudio de una de las leyes más importantes de la electricidad. La Ley de Ohm.

Para interpretar esta ley se requiere únicamente que el lector recuerde con total seguridad, los factores principales que se desarrollan en un circuito eléctrico.

TENSION ELECTRICA

Se trata de un desequilibrio eléctrico, o sea que una diferencia de potencial se manifiesta entre dos puntos, o polos. Uno de ellos presenta un exceso de electrones con respecto al otro. La tensión eléctrica tiene como unidad de medida al Volt.

CORRIENTE ELECTRICA

Consiste en la circulación de electrones desde el polo negativo de la fuente de alimentación, como por ejemplo una pila, una batería, etc., en dirección al polo positivo de la misma. La unidad de medida de esta intensidad es el Ampére y representa el pasaje de un Coulomb por una sección perpendicular del conductor, durante un segundo.

RESISTENCIA ELECTRICA

Es la oposición que ofrecen los diferentes materiales a la circulación de esa corriente eléctrica. Su unidad de medida es el Ohm.

Este pequeño repaso nos permite entrar directamente en el tema, siendo que pretendemos que el alumno pueda deducir la Ley de Ohm, analizando unos circuitos muy sencillos que a continuación presentamos.

UN CASO SENCILLO

Consideremos el circuito que muestra la figura 1. Al

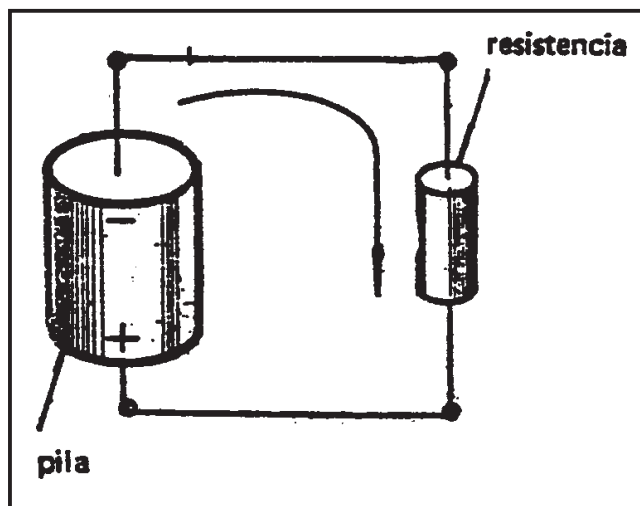


Fig. 1: Al aplicar una tensión circula una corriente eléctrica.

aplicar tensión de la pila a los extremos de la resistencia, se produce la circulación de una corriente eléctrica. Si bien que sus conocimientos sobre electricidad son reducidos, por el momento, podemos deducir que la intensidad de la corriente depende en parte de la tensión suministrada por la pila, pues por el momento no vamos a considerar el valor de la resistencia.

Pasemos ahora al circuito ilustrado en la figura 2. En ella se puede apreciar que la fuente de alimentación está formada por dos pilas conectadas en serie, o sea, una a continuación de la otra.

De esta manera, la diferencia de potencial que presenta el conjunto es el doble que en el caso considera-

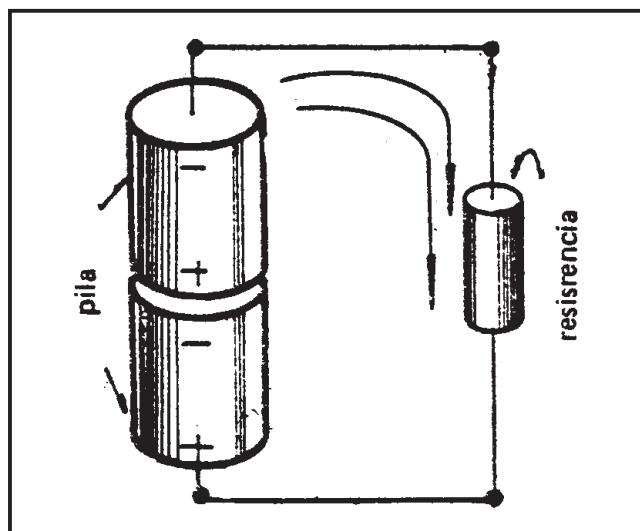


Fig. 2.

do en la figura 1. Considere que el valor de la resistencia en ambos casos es el mismo y que la conexión de las pilas es el negativo de la pila superior con el positivo de la inferior, siendo que ellas están conectadas, a su vez, el negativo de la inferior con el positivo de la superior.

¿Cómo será la corriente en cada circuito?

Si en ambos casos la resistencia es la misma, podemos adelantar que representa una oposición al pasaje de la corriente de igual valor en los dos ejemplos.

Sin embargo, la intensidad de la corriente no será la misma, ya que en el caso de la figura 2, la tensión que actúa en el circuito es el doble que en el circuito de la figura 1.

De esta simple comparación podemos deducir lo siguiente:

En todo circuito eléctrico donde el valor de la resistencia permanece constante, a todo aumento de tensión le corresponde un aumento de la intensidad.

OTRO CASO SENCILLO

Anticipamos en líneas anteriores, que el valor de la resistencia de un circuito tiene marcada influencia en el valor de la corriente circulante a través del mismo.

Por suerte no necesitaremos recurrir a grandes demostraciones para llegar a entender lo antedicho.

Vea la figura 3. La fuente de alimentación es la misma pila que se utilizó en la figura 1, siendo que por lo visto, la diferencia de potencial que presenta entre sus bornes es el mismo.

Ahora supongamos que el valor de la resistencia es mayor. ¿Qué ocurrirá con la intensidad de la corriente?

Creemos que es fácil de deducir, pues la fuerza eléctrica que impulsa a la corriente es la misma que en el primer caso estudiado, pero la oposición creada por la resistencia es superior. Todo esto nos indica que la intensidad de corriente deberá disminuir.

Resumiendo: **en todo circuito eléctrico, si la tensión permanece constante y la resistencia aumenta, necesariamente, la intensidad de la corriente, disminuye.**

Los ejemplos considerados son sencillos y afortunadamente permiten deducir los fundamentos de la Ley de Ohm, que dice: **en todo circuito eléctrico, un au-**

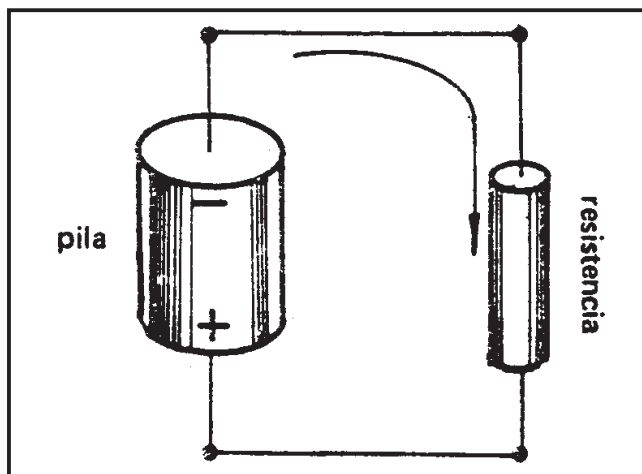


Fig. 3: Si la corriente aplicada se mantiene constante, al aumentar la resistencia la intensidad de corriente disminuye.

mento de tensión produce el correspondiente aumento de la corriente, pero si la resistencia se hace mayor, inevitablemente, la corriente disminuye.

Naturalmente que para las aplicaciones prácticas, la interpretación anterior de la Ley de Ohm no nos satisface. La razón es simple, pues si bien entendemos que el valor de la corriente eléctrica de un circuito encuentra como factor favorable a la tensión, o voltaje, y como desfavorable a la resistencia, el sentido común nos advierte que en la práctica, nos interesa saber **cuánta** corriente circula.

LAS FORMULAS DE LA LEY DE OHM

De acuerdo a lo estudiado hasta ahora, en los circuitos eléctricos actúan tres factores fundamentales y ellos son: tensión, intensidad y resistencia.

La Ley de Ohm permite, mediante la aplicación de fórmulas sencillas, conocer el valor de uno de esos factores, siempre que se tengan los otros dos restantes. Por ejemplo, si de un circuito conocemos el valor de la tensión aplicada y su resistencia, es posible calcular la intensidad de la corriente que pasa por él.

Sin ánimo de prejuzgar, podemos suponer que algún alumno no ve con mucha simpatía la obligación de resolver, mediante fórmulas, los circuitos eléctricos.

Sin embargo, le demostraremos que el problema no es grave, siendo que todo consistirá en preguntarnos, ¿Qué es una fórmula? Ella es una forma abreviada que indica una situación. Supongamos que

dos personas tienen un solo paquete de cigarrillos para ser distribuidos de forma equitativa. Es evidente que la solución es repartir medio paquete para cada una de las personas, o dicho de otra forma, deberán ser repartidos diez cigarrillos para cada uno.

Esta situación puede ser indicada de la siguiente forma:

$$\text{Cigarrillos por persona} = \frac{20}{\text{N}^\circ \text{ de personas}}$$

En la expresión anterior, es posible realizar una simplificación, por ejemplo, donde dice: cigarrillos por persona, se puede colocar la letra C; y donde se indica: N° de personas, se anota la letra N.

De esta forma, se considera la expresión de forma simplificada o reducida, sin que esto implique afectar el resultado de la operación. En definitiva, la fórmula anterior puede ser escrita de la siguiente forma:

$$C = \frac{20}{N}$$

De forma muy simple hemos llegado a concretar una fórmula, pues vemos en ella, números y letras, siendo que esto no dificulta la solución pues sabemos lo que cada uno de ellos significa.

En consecuencia, para obtener el resultado requerido bastará con leer la fórmula de esta manera: C (cigarrillos por persona) vale lo que indica la operación ubicada a la derecha del signo de igual, o sea, dividir 20 entre N (número de personas). Sustituyendo, nos queda:

$$C = \frac{20}{2} = 10$$

Seguramente pensará el alumno si es necesaria tanta complicación para resolver un caso tan simple. Por supuesto que para el caso elegido, no, pues realmente no nos interesa el resultado final que bien pudo haberse resuelto mentalmente, sino señalar en que consiste una fórmula.

En efecto, esa fórmula nos indica que la cantidad de cigarrillos que le corresponde a cada persona es direc-

tamente proporcional al número de cigarrillos a repartir e inversamente proporcional a la cantidad de personas que intervienen. Se desprende que si son dos los paquetes disponibles, a cada persona le corresponden 20 cigarrillos. Si solo un paquete es necesario repartir entre diez personas, es evidente que le corresponderá a cada una de ellas, 2 cigarrillos.

CALCULANDO LA INTENSIDAD DE CORRIENTE

Sabemos que en un circuito eléctrico, un aumento de tensión produce un incremento de la intensidad de corriente, mientras que si la resistencia llegara a aumentar, la intensidad disminuye. Para simplificar los problemas y del mismo modo que hicimos con los cigarrillos, indicaremos los fenómenos eléctricos mediante letras. Entonces tenemos que la:

TENSION o VOLTAJE se indica con la letra mayúscula **E**

INTENSIDAD DE CORRIENTE se indica con la letra mayúscula **I**

RESISTENCIA ELECTRICA se indica con la letra mayúscula **R**

Respetando este convenio, podemos pasar a resolver un circuito.

En la figura 4, tenemos una batería de 24 Volt conectada a una resistencia de 6 Ohm.

Conociendo estos dos datos podemos calcular el valor de la corriente.

Sabemos que la batería «empuja» a la corriente con una presión eléctrica de 24 Volt, pero no se puede uno olvidar que los electrones tienen «dificultad» de circulación con la resistencia de 6 Ohm.

Intentaremos averiguar el valor de la intensidad de corriente mediante una fórmula que tenga cierta lógica. Es conveniente que el valor R actúe como divisor, ya que representa una dificultad para la corriente.

Teniendo en cuenta dicho razonamiento, podemos indicar lo siguiente:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{24}{6} = 4 \text{ Amperes}$$

¿Sencillo? La verdad que sí. Una simple división nos

permitió conocer la intensidad de corriente circulante.

Además, el resultado obtenido puede verificarse en la práctica mediante el uso de un Amperímetro.

Veamos ahora la figura 5. Podemos notar en ella que la misma batería de 24 Volt lleva conectadas 2 resistencias de 6 Ohm, cada una y una continuación de la otra. Resulta claro que la corriente del circuito no puede evitar a ninguna de las dos resistencias durante su recorrido desde el borne negativo al correspondiente positivo de la fuente. Por lo tanto, los electrones «ven» en total, una resistencia equivalente de 12 Ohm.

Podemos aplicar nuestra conocida fórmula:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{24}{12} = 2 \text{ Amperes}$$

Si comparamos los resultados obtenidos durante la resolución de los circuitos que aparecen en las figuras 4 y 5, se puede llegar a la conclusión de que nuestro razonamiento está correcto, pues al aumentar la resistencia al doble, la corriente circulante se redujo a la mitad, o sea que, disminuyó de 4 a 2 Amperes.

CALCULANDO LA RESISTENCIA

Más que el resultado, nos interesa determinar cuál es la fórmula que permite calcular la resistencia de un circuito, cuando de él se conocen los valores de tensión e intensidad.

Observemos la figura 6. En ella tenemos un circuito donde la batería presenta una tensión de 24 Volt y por la resistencia circulan 4 Amperes. Sabemos perfectamente que los 4 Amperes son impulsados por los 24 Volt de la batería, siendo que esto nos hace suponer que el valor de la

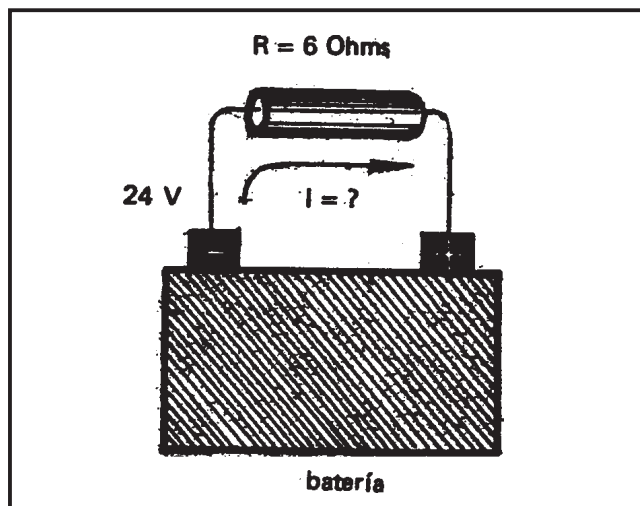


Fig. 4: Cálculo de intensidad.

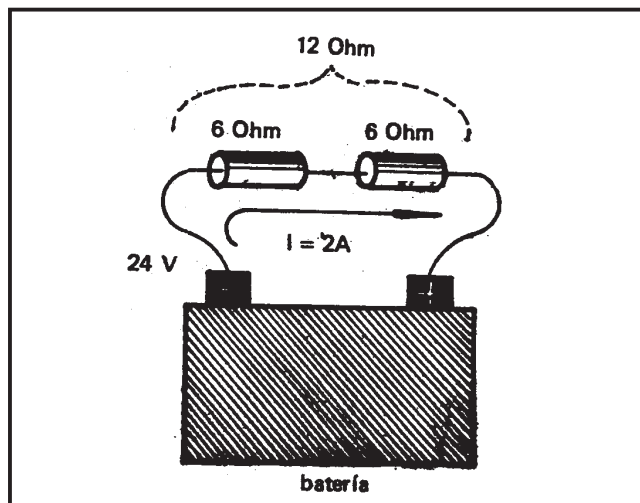


Fig. 5: Aumento de resistencia por disminución de la intensidad.

resistencia ya está determinado, o fijo, y solo tenemos que calcularlo. Deducimos esto pues si ese valor de resistencia fuese variable, la intensidad de la corriente no sería fija.

Lo anteriormente explicado nos deja claro que en la fórmula para calcular dicha resistencia, el valor de la intensidad **tiene** que aparecer como divisor, o sea que la fórmula deberá ser:

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

Veamos si ella está correcta al ser aplicada a nuestro caso específico:

$$R = \frac{24}{4} = 6 \text{ Ohm}$$

Es evidentemente correcto, pues el resultado es idéntico al valor de la resistencia que aparece en la figura

Si dicha tensión es inferior, la corriente también lo será y si es excesiva, la intensidad superará los 4 Amperes.

Pensamos que este razonamiento nos simplifica las cosas, ya que nos dice que la fórmula para calcular la tensión deberá ser una simple multiplicación.

$$E = R \times I$$

Reemplazando cada letra por su valor, nos queda:

$$E = 6 \times 4 = 24 \text{ Volts}$$

Es evidente que el resultado nos demuestra que la fórmula está correcta.

Interpretada la Ley de Ohm, podemos pasar a enunciarla: **en todo circuito eléctrico, la intensidad de corriente es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia.**

Sin intentar abusar de la paciencia del alumno, le sugerimos que observe detenidamente la figura 7 donde se ha representado tres veces el mismo circuito con la única finalidad de aplicar las distintas fórmulas de la Ley de Ohm.

RECORDANDO LAS FORMULAS

No debemos hacer un gran esfuerzo para recordar las fórmulas de la Ley de Ohm, siendo que basta tener en cuenta el **REI**.

No debe pensar que cometimos una falta de ortografía o que nos estamos refiriendo a un soberano de habla portuguesa.

Sencillamente nos preocupa que un olvi-

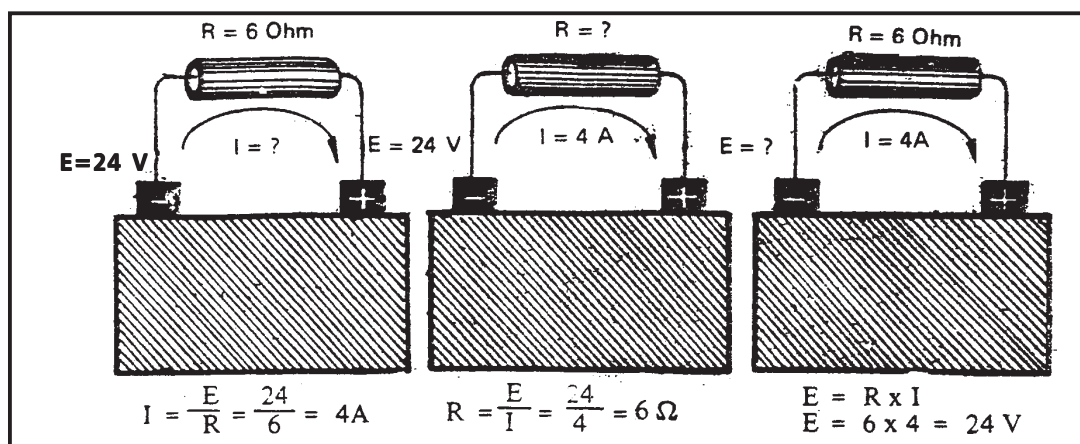
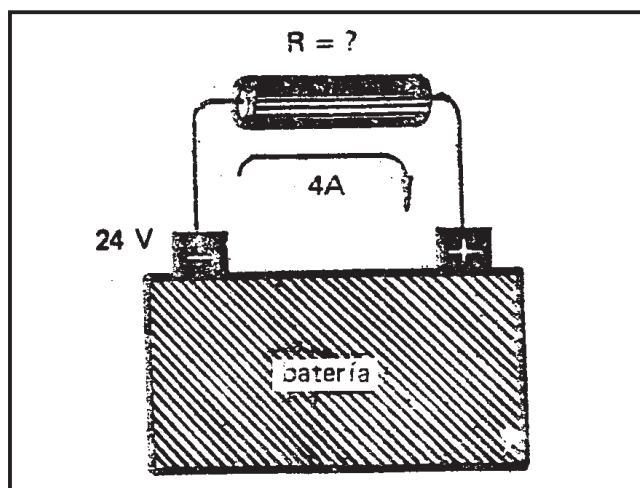


Fig. 7: Cálculo de resistencia. Si momentáneamente le impidiera utilizar algunas de las tres fórmulas recién vistas de la Ley de Ohm.

Para que esto no ocurra, le invitamos a recordar la palabra **REI** escrita en forma algo desprolija, sin estar alineada con el renglón. Suponga que desea recordar la fórmula que permite calcular la resistencia de un circuito conociendo los valores de tensión e intensidad. Puede observar que los valores conocidos no se encuentran al mismo nivel, o sea que, E aparece a un nivel superior con relación a la letra I.

El problema está resuelto pues la fórmula de la resistencia nos indicaba dividir E entre I.

En el supuesto caso de ser la tensión E el valor desconocido, es fácil notar que en nuestra palabra clave, las letras R e I están al mismo nivel. Esto indica que dichos valores se deben multiplicar y ello es correcto pues la fórmula que permite obtener la ten-

ASOCIACION DE RESISTENCIAS

En la práctica, los circuitos presentan una complejidad mayor que la analizada hasta ahora. Es común encontrar dos o más resistencias, conectadas entre sí, presentando distintas disposiciones.

Básicamente, existen dos tipos de asociación, denominadas: **serie y paralelo**.

Es evidente que podremos encontrar una asociación producto de la combinación de ambas, siendo que este tipo es conocido como asociación **mixta**.

Antes de iniciar el estudio de estas asociaciones, deseamos que el alumno interprete que no se trata de un entretenimiento teórico, pues cada una de las resistencias a considerar bien puede representar la oposición que ofrece a la corriente un elemento determinado, sin tratarse de un resistor propiamente dicho.

ASOCIACION SERIE

Sin darle nombre ya fue considerada al analizar el circuito de la figura 5, siendo que ahora podemos decir que si dos o más resistencias se encuentran conectadas una a continuación de la otra de tal modo que la corriente se vea obligada a circular por todas ellas, decimos que se trata de una **asociación serie**.

Tomando como ejemplo una serie formada por dos resistencias y le conectamos una fuente de alimentación, tal como lo indica la figura 8, la misma corriente debe atravesar todas las resistencias. De este modo, la fuente de alimentación se encuentra con una resistencia **total** igual a la suma de todas las resistencias parciales.

Al resultado de dicha suma se lo suele llamar de resistencia equivalente o total, siendo que en nuestro circuito resultará ser:

$$R_{\text{total}} = 30 + 20 = 50 \text{ Ohm}$$

El alumno podrá advertir que el resultado de la operación está acompañado por la letra griega Omega y se escribe. Este símbolo equivale a la palabra Ohm, siendo que su uso es muy generalizado en los circuitos eléctricos.

Según se vió en el resultado de la cuenta, es posible reemplazar las dos resistencias por una equivalente de 50 Ohm. En la práctica esto no es siempre posible, pues por ejemplo, suponga el alumno, un circuito serie formado por una resistencia y un foco y admita que dicha resistencia fue colocada para impedir que por el filamento del foco pueda circular una excesiva corriente.

Es evidente que la corriente de este circuito soporta como resistencia total, la suma de la resistencia de protección más la resistencia del filamento del foco. Sería un absurdo reemplazar ambos elementos por una resistencia equivalente, ya que se entiende que el foco fue colocado con algún propósito.

LA CORRIENTE EN LOS CIRCUITOS SERIE

En la figura 8, se indica que la fuente de alimentación aplica 300 Volt a los extremos de la serie. Por medio de la Ley de Ohm, podemos calcular fácilmente el valor de la corriente circulante.

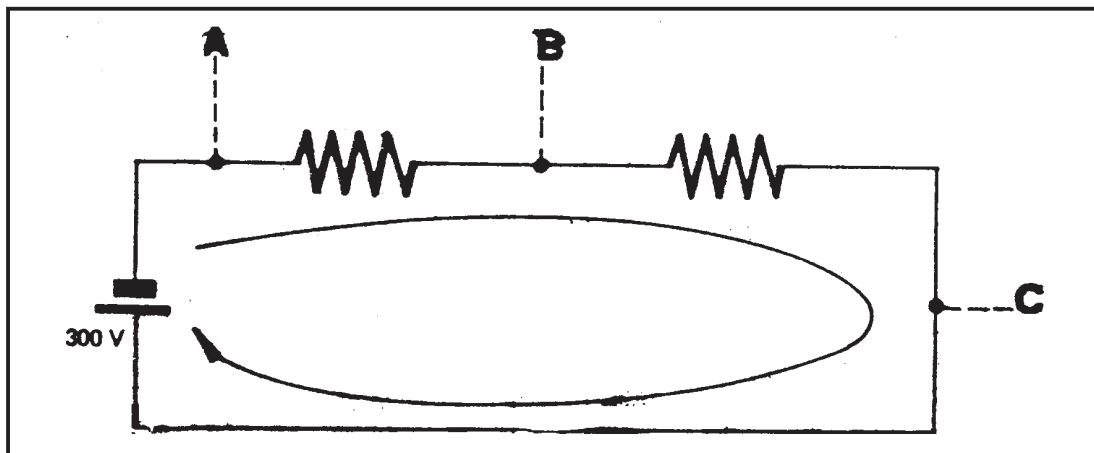


Fig. 8: La resistencia total equivale a la suma de las resistencias parciales.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{300}{50} = 6 \text{ Amperes}$$

El valor obtenido indica la intensidad de corriente en cualquier punto del circuito, o sea que si conectamos el amperímetro en los puntos A, B o C, tendremos siempre la misma lectura, que en este caso será de 6 Amperes. Este concepto no debe ser olvidado ya que el novato tiene inclinación a creer que por ejemplo, en el punto A la intensidad es mayor que en los puntos B o C.

Recuerde que en una fuente de alimentación, como el caso de la pila ya considerado, el polo negativo entrega al circuito la misma cantidad de electrones que llegan al polo positivo. Debido a esto, la corriente en todos los puntos del circuito serie tiene el mismo valor.

ASOCIACION PARALELO

Dos o más resistencias se encuentran conectadas en paralelo cuando sus extremos se unen entre sí.

Para una mejor interpretación de lo expresado, observe la figura 9, siendo que en ella, una fuente de alimentación de 300 Volt ha sido conectada a dos resistencias que llamamos de R1 y R2.

Puede observarse que los extremos de cada resistencia están conectados directamente, a los polos de la fuente. Se deduce de esto, que los 300 Volt de la misma son aplicados, simultáneamente, a cada una de ellas. Dicho de otra manera, cada resistencia será recorrida por dos corrientes independientes.

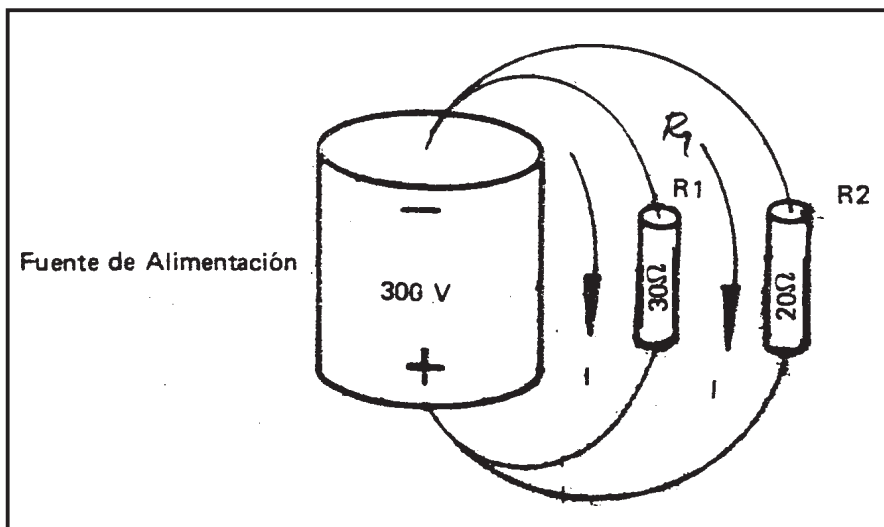


Fig. 9: Las corrientes circulantes por R1 y R2 son independientes.

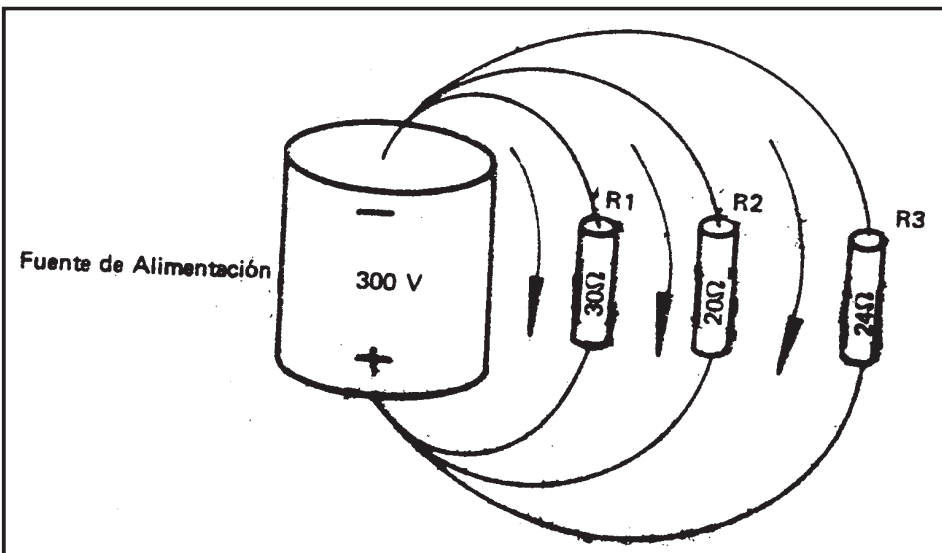


Fig. 10: Al agregar R3 la fuente debe entregar más corriente.

En efecto, los 300 Volt de la fuente actúan sobre R1 haciendo que por la misma circule corriente y al mismo tiempo, esos 300 Volt también impulsan una corriente por R2. Los valores de dichas corrientes pueden ser calculados, de manera muy fácil, aplicando la Ley de Ohm.

¿Qué ocurre si es conectada una tercera resistencia, de la forma que indica la figura 10?

Como esa resistencia, a la que llamaremos de R3, también está conectada directamente a los polos de la fuente, por ella deberá pasar una nueva corriente.

Creemos que es fácil imaginar que a medida que se agregan resistencias y se conectan en paralelo, la fuente se ve obligada a proveer una mayor corriente, lo que

equivale a decir que **la resistencia total del circuito disminuye.**

Si el alumno observa con detalle los valores de las resistencias utilizadas en los ejemplos de las figuras 8 y 9, notará que ellos son iguales. Sin embargo, el comportamiento de ambos circuitos no lo es.

En efecto, cuando la fuente de 300 Volt fue conectada **en serie** con las resistencias de 20 y 30 Ohm, la intensidad de la corriente circulante resultó ser de 6 Amperes.

En la conexión **en paralelo**, la misma fuente entrega corrientes independientes a todas las resistencias.

Ellas pueden ser calculadas siguiendo el siguiente procedimiento:

$$\text{Intensidad en R1} \quad I = \frac{E}{R1} = \frac{300}{30} = 10 \text{ A}$$

$$\text{Intensidad en R2} \quad I = \frac{E}{R2} = \frac{300}{20} = 15 \text{ A}$$

Se puede ver que la fuente debe entregar 25 Amperes, siendo ésta una intensidad mayor que los 6 Amperes que debía proveer a las resistencias conectadas en serie.

Deducimos de esto que la resistencia total es comparativamente menor.

LA RESISTENCIA EN LOS CIRCUITOS PARALELOS

Consideremos a dos resistencias conectadas en paralelo y tratemos de encontrar una resistencia equivalente.

La explicación anterior nos permitió interpretar que al conectar resistencias en paralelo, la resistencia total o equivalente, disminuye. Por lo tanto, estamos en condiciones de ver con sentido práctico cómo se calcula el valor de la resistencia equivalente.

Tomamos como ejemplo la figura 11, siendo que la fórmula que utilizaremos será:

$$R_{\text{total}} = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

Si reemplazamos cada letra por su valor correspondiente, tendremos:

$$R_{\text{total}} = \frac{30 \times 20}{30 + 20} = \frac{600}{50} = 12 \text{ OHM}$$

Observe que las resistencias de 30 y 20 Ohm, conectadas en serie equivalen a una resistencia de 50 Ohm, mientras que las conectadas en paralelo, apenas representan 12 Ohm.

Analizando el circuito en paralelo, puede deducirse que la resistencia total siempre es menor que la menor

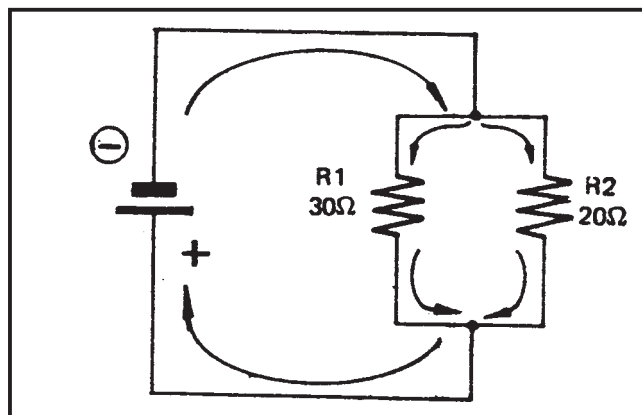


Fig. 11: Cálculo de resistencia.

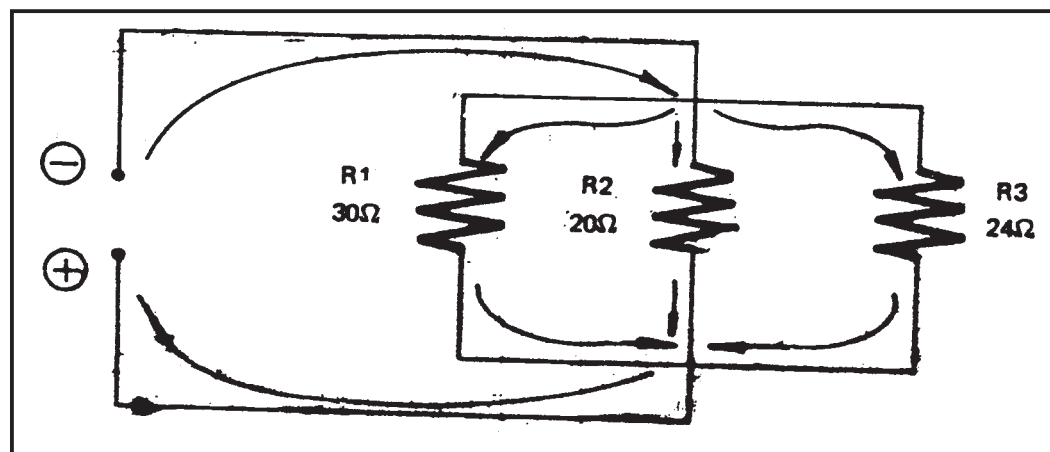


Fig. 12: Asociación de tres resistores en paralelo.

resistencia del conjunto. En este caso específico, la resistencia equivalente es inferior a R2, que vale 20 Ohm

¿Cómo se calcula la resistencia total cuando tenemos tres o más resistencias conectadas en paralelo?

Sencillamente se aplica la fórmula anterior, tomando un par de valores por vez. Veamos la figura 12.

En este circuito, el par de resistencias R1 y R2 equivalen, de acuerdo a lo ya visto, a una resistencia de 12 Ohm. Dicho valor de resistencia equivalente se la considera conectada en paralelo con R3, siendo que la fórmula quedará así:

$$R_{\text{total}} = \frac{R_{\text{equivalente}} \times R_3}{R_{\text{equivalente}} + R_3} = \frac{12 \times 24}{12 + 24} = 8 \text{ Ohm}$$

ASOCIACION MIXTA

La asociación mixta es una combinación de las asociaciones en serie y paralelo. Para resolver estos circuitos basta con convertirlos en asociaciones serie, es decir, cada conjunto de resistencias en paralelo se reemplaza por la resistencia equivalente. Un sencillo ejemplo nos aclarará el método a seguir. Veamos la figura 13.

En ella se observa una fuente de alimentación entregando corriente a un circuito formado por una resistencia de 8 Ohm, siendo que a continuación de la misma, se encuentra un grupo paralelo, formado por dos resistencias de 30 y 20 Ohm, respectivamente.

Es necesario calcular la resistencia equivalente del grupo paralelo, o sea:

$$R_{\text{equivalente}} = \frac{30 \times 20}{30 + 20} = 12 \text{ Ohm}$$

esos 12 Ohm, se encuentran en serie con la resistencia de 8 Ohm, por lo tanto, la resistencia total del circuito es:

$$R_{\text{total}} = 8 + 12 = 20 \text{ Ohm.}$$

PRUEBA DE CONTINUIDAD

Con el fin de interpretar futuros aspectos prácticos de mediciones en circuitos eléctricos, comenzaremos por analizar un dispositivo muy simple que permite determinar, en muchos casos, la continuidad de un circuito.

En la figura 14, se ha representado una pila que lleva conectadas dos puntas de prueba, siendo una de ellas un foquito en serie.

En el caso A, las puntas de prueba se conectan a los extremos de un conductor que presenta continuidad eléctrica, por eso, la corriente podrá circular provocando la incandescencia del foco.

En el caso B, al conectar las puntas de prueba a los extremos del conductor, no se produce la iluminación de dicho foco. Lo que ocurre es que una simple interrupción impide el pasaje de corriente.

Vemos de esta manera, que no es tan difícil detectar una interrupción en un conductor. Esto no significa que el método empleado sea seguro para verificar la interrupción de cualquier elemento eléctrico. El alumno tendrá en cuenta que la

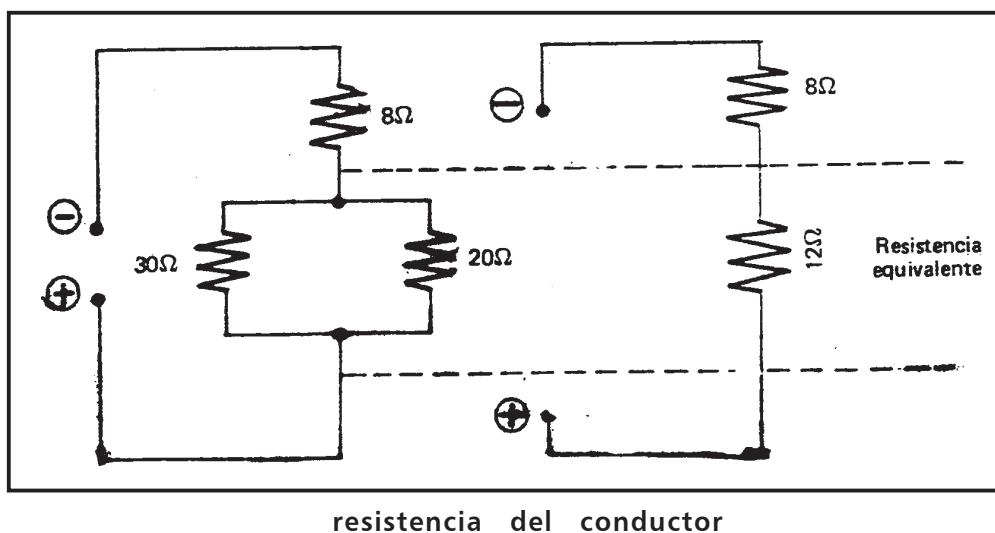
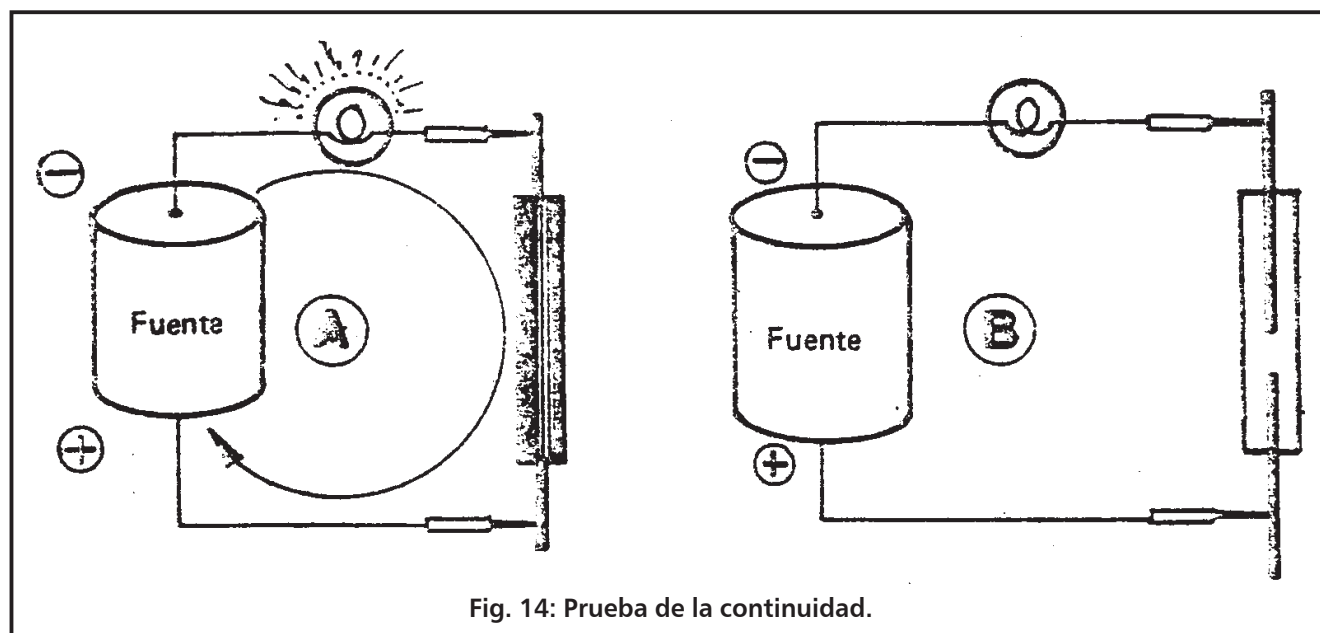


Fig. 13: Asociación mixta de resistores.



es despreciable, por lo tanto, el foco enciende normalmente. No ocurrirá lo mismo en el caso de la figura 15, donde se verifica la continuidad de una resistencia.

Efectivamente, por tratarse de una resistencia de alto valor y aunque se encuentre en buen estado, la corriente de la pila que puede circular no es suficiente para producir la incandescencia del foco.

Cabe consignar que la no incandescencia del foco puede también ser motivada por la interrupción de algún punto del circuito. Dado este último caso, nos vemos en la necesidad de hacer otro tipo de medida sobre el circuito, siendo para eso que debemos utilizar el instrumento llamado óhmetro, que posee su propia fuente de alimentación y una escala graduada para indicar la magnitud de la oposición.

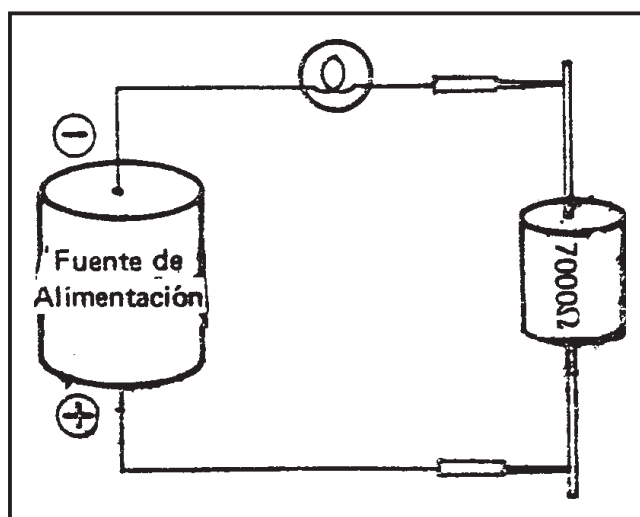


Fig. 15: El alto valor resistivo impide la incandescencia del foco.