

LECCION 2

TEORIA: LECCION N° 2

Conducción de la Corriente Eléctrica

Vimos en la lección N° 1 que la electricidad puede manifestarse en forma natural o artificial y que esto es debido a la ruptura del equilibrio eléctrico de los átomos Sin embargo, los electrones liberados por alguna causa fluyen en algunos materiales con mayor facilidad que en otros. En esta lección veremos los conductores de la corriente eléctrica, los aislantes y la relación existente entre campo eléctrico y corriente eléctrica.

Por Horacio D. Vallejo

.....

Los conductores y los aislantes

El hecho de que algunos cuerpos pueden retener la electricidad y que otros permiten que se escape, nos revela que en la naturaleza existen dos comportamientos de este "**fluido**" representado por las cargas. De hecho, los dos grupos de cuerpos serán estudiados en esta lección. Veremos que en un caso se trata de los denominados aislantes y, en el otro, de los conductores. Los dos tipos de material tienen igual importancia en la electricidad electrónica modernas y son utilizados en una infinidad de aplicaciones. Conocer las

propiedades de estos materiales es muy importante en el estudio de la electrónica.

La electricidad como fluido

Ya vimos en las lecciones anteriores que podemos sacar con cierta facilidad electrones de un cuerpo (de sus átomos) y llevarlos a otro que quedará con exceso de estas partículas.

El pasaje de electrones de un cuerpo a otro, cuando puede ser establecido, tiene mucha importancia en nuestro estudio, pues es lo que puede llevar energía de un punto a otro, así permiten la apli-

cación práctica de la electricidad. En las lecciones siguientes haremos un estudio detallado de este pasaje.

Lo importante para nosotros es saber que las cargas eléctricas, constituidas por los electrones, pueden no sólo saltar de un cuerpo a otro en forma de chispas, como vimos en el caso del rayo, sino también moverse a través de ciertos materiales, como en el caso del cable utilizado en el pararrayos o de la cadena fijada al camión de combustibles (figura 1).

Mientras tanto, existen también cuerpos en que la electricidad queda "atrapada", como en el caso del peine frotado, en que los elec-

CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA

trones ganados se mantienen en la posición en que son colocados, o la falta de electrones permanece en el lugar de donde fueron retirados (figura 2).

El movimiento de electrones en un cuerpo es posible si tienen una cierta libertad en el interior del material que lo constituye. Luego veremos de qué modo ocurre esto.

Para nosotros, entonces, es importante saber que existen tipos de materiales, en los que las cargas no se puede mover, que son denominados aislantes, y materiales en los que las cargas se mueven con facilidad, que son denominados conductores.

Recuerde:

— Conductores son materiales en los que las cargas eléctricas se pueden mover con facilidad.

— Aislantes son materiales en los que las cargas no tienen movimiento libre.

Sabemos que existen materiales que pueden ser electrizados de diferentes formas (serie triboeléctrica), lo que revela que existen átomos que tienen más dificultad

des en perder sus electrones que otros.

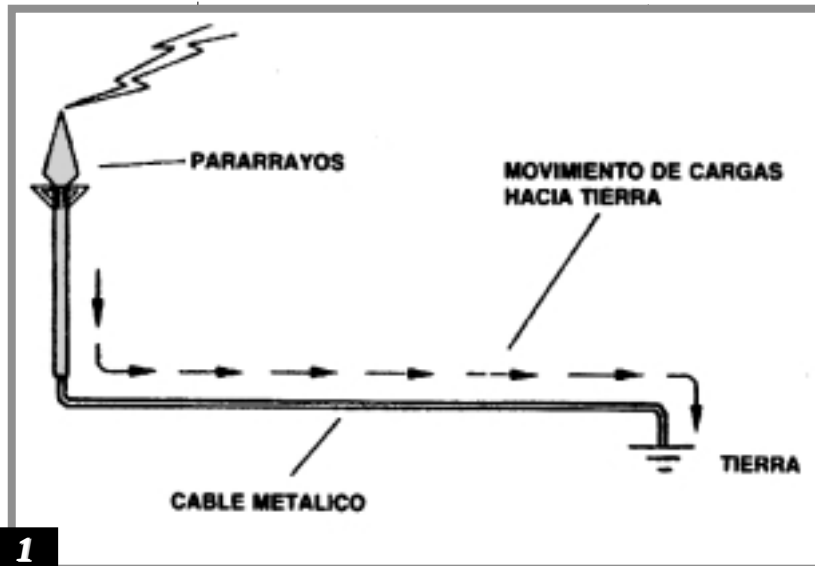
Así, para los materiales en que los elementos están firmemente unidos a los átomos, existe mucha dificultad para que ocurra un movimiento de cargas.

Si sacamos un electrón de un lugar, este lugar quedará libre,

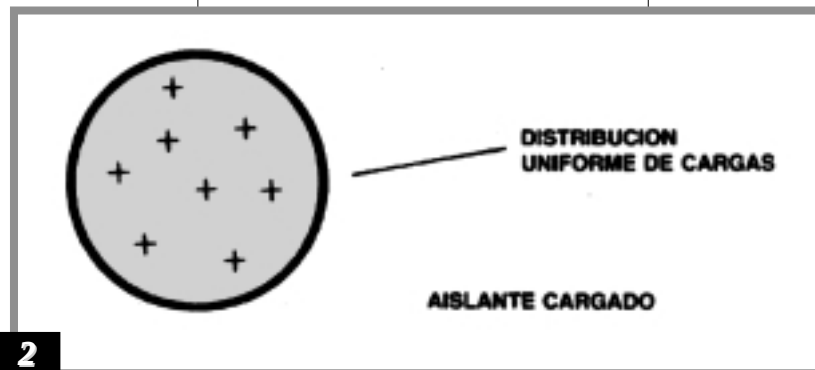
pues aunque el cuerpo posee otros electrones disponibles, éstos no pueden ocupar el lugar vacío. Del mismo modo, si agregamos un electrón al material, se quedará en ese lugar, pues no tiene facilidad para moverse (figura 3).

Por otro lado, existen materiales en los que los electrones son libres y pueden moverse con mucha facilidad en su interior. Esto ocurre, por ejemplo, en los metales. Si cargamos un cuerpo metálico con una cierta cantidad de cargas, agregando electrones libres, por ejemplo, estos electrones se pueden mover "saltando" de átomo en átomo hasta distribuirse de manera más o menos uniforme (figura 4).

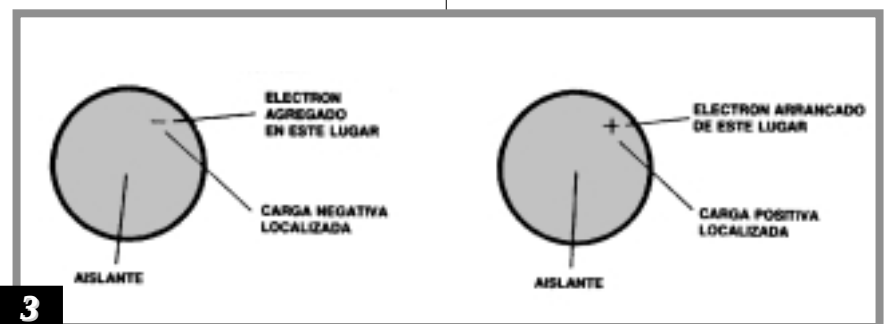
Si por otro lado, sacamos una cierta cantidad de electrones apenas de un punto de este cuerpo,



1

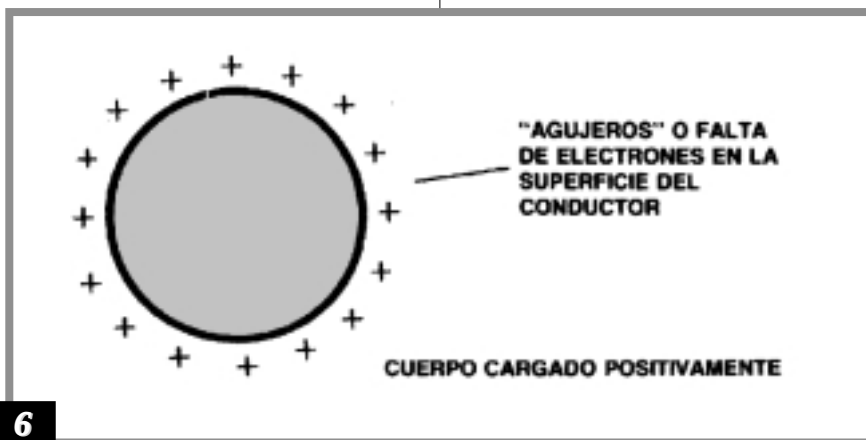
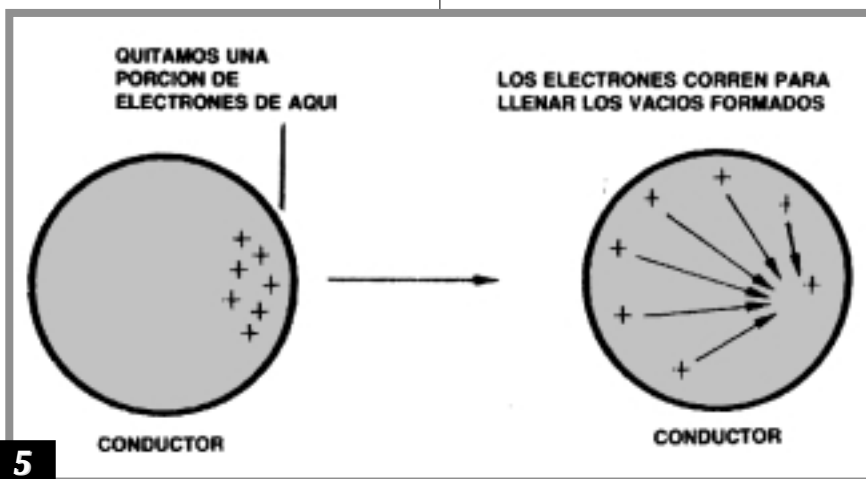
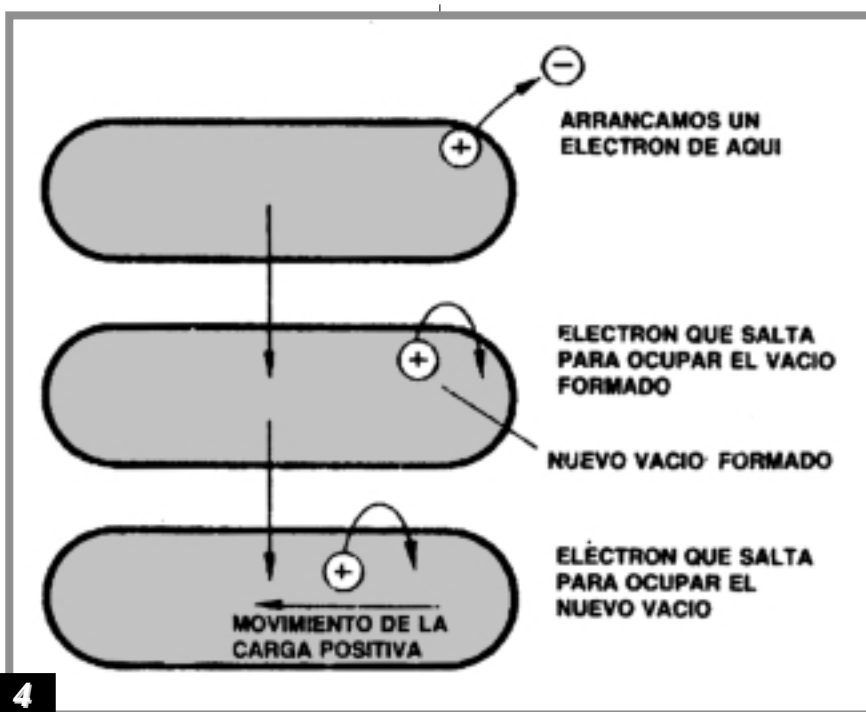


2



3

CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA



los electrones de las cercanías "corren" a llenar el vacío formado y forman "nuevos vacíos" en otros puntos con una distribución también uniforme de las cargas positivas (vacíos). Figura 5.

En este punto el lector debe prestar atención a este hecho. Cuando hablamos de un cuerpo cargado negativamente, las cargas que se mueven o que participan del proceso, los que se pueden mover, son electrones. Pero, cuando hablamos de un cuerpo cargado positivamente, o sea, en que existe una falta de electrones, en verdad ¡nada existe que se pueda mover! Podemos, sin embargo, para ayudarnos en nuestro razonamiento, hablar de "falta de electrones" o lagunas (vacantes o vacíos) que se mueven.

Así, mientras en un cuerpo cargado negativamente los electrones se distribuyen en su superficie, en un cuerpo cargado positivamente son las lagunas las que se distribuyen en su superficie (figura 6).

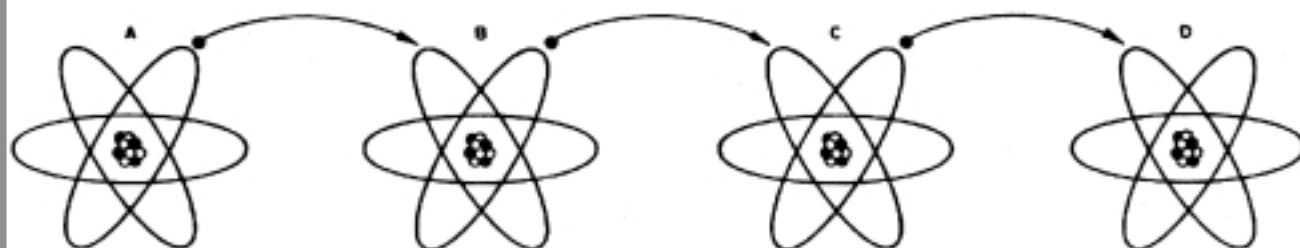
Recuerde:

—Solamente los electrones pueden moverse. Cuando hablamos de cargas positivas, olvidamos que los protones están fijos y, razonando, decimos que las lagunas se mueven.

Volviendo al problema de los materiales conductores, vemos que la facilidad de movimiento, tanto de los electrones como de las lagunas, es total.

Los electrones pueden saltar de átomo en átomo, mientras que las lagunas son llenadas por átomos adyacentes que saltan libremente

CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA



UN ELECTRON QUE SALTA DE C PARA D ES SEGUIDO INMEDIATAMENTE POR OTRO QUE SALTA DE B PARA C, LLENANDO EL VACIO. ASI SE MUEVEN LAS CARGAS.

7

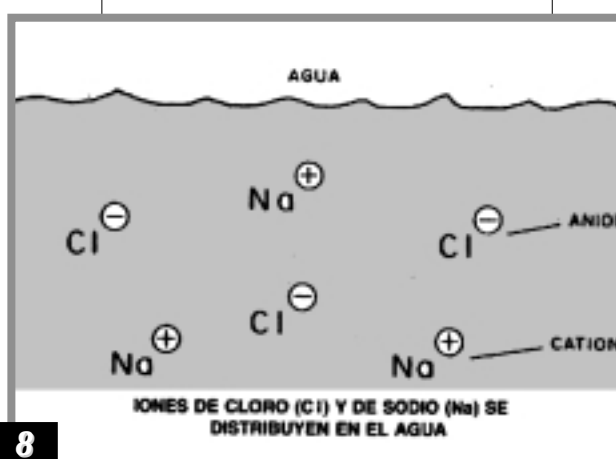
y provocan su desplazamiento (figura 7).

Entre los materiales considerados aislantes, en que los electrones tienen grandes dificultades para moverse, tenemos: el vidrio, el papel seco, el plástico, la mica, la porcelana, la cerámica, etc.

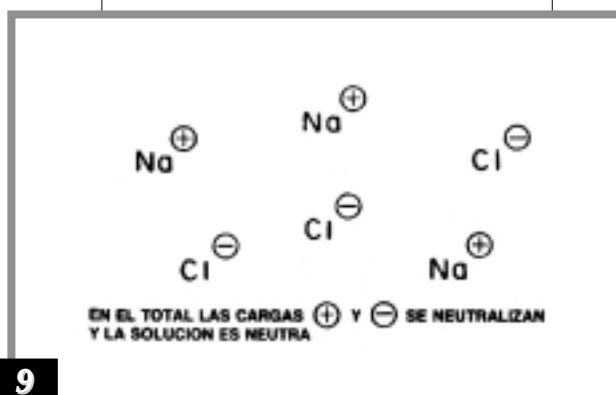
Entre los materiales considerados conductores tenemos: los metales, el grafito, etc.

Recuerde:

— Los conductores son materiales en que los electrones tienen movimiento libre. Los conductores poseen muchos electrones libres.



8



9

decirlo, y desplazarse en el medio líquido. Estos átomos, que pueden tener falta o exceso de electrones y que se desplazan en un medio líquido, son denominados "**iones**" (expresión griega que traducida es "caminante"). Los iones positivos se llaman "**cationes**" y los negativos "**aniones**" (figura 8).

El agua pura, formada exclusivamente por moléculas del tipo H_2O (agua destilada) es un aislante excelente.

Las cargas eléctricas no se mueven a través de ella. Sin embargo, si disolvemos en esta agua una sustancia como la sal de cocina, que está formada por átomos de cloro y sodio ($NaCl$), las partículas de sodio y cloro se disocian en aniones de cloro (Cl^-) y cationes de sodio (Na^+), figura 9.

Con esto, los aniones y cationes existentes en solución pueden servir de "**medio de transporte**" para las cargas eléctricas y el agua en estas condiciones se

Tipos de conductores

Podemos clasificar los materiales conductores en tres grupos:

a) Sólidos

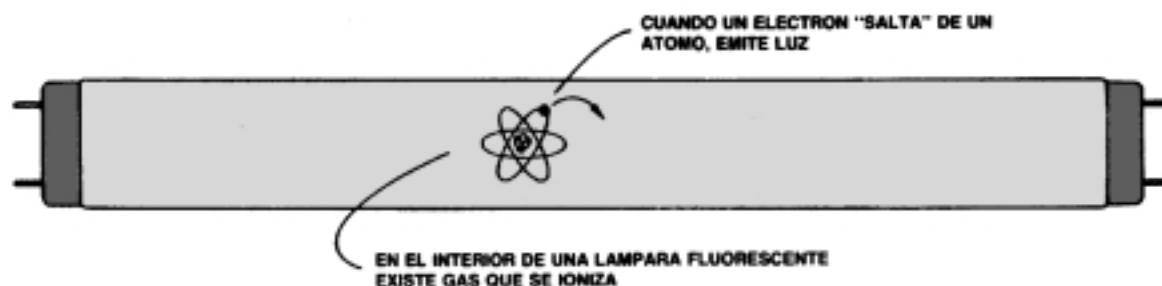
Los materiales sólidos que conducen la electricidad, o sea, en los que las cargas se pueden mover,

son los metales (que son los mejores conductores) y el grafito.

b) Líquidos

Determinados líquidos también permiten que las cargas eléctricas se muevan. Estas cargas, en verdad, se mueven junto al propio átomo que puede "nadar", por así

CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA



10

vuelve conductora. Haremos en el futuro experiencias para demostrar esto.

Muchas sustancias del tipo sal (cloruro de sodio, bicarbonato de sodio, sulfato de cobre), del tipo ácido (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, etc.) o bien de tipo base (hidróxido de sodio, o sea soda cáustica) cuando se disuelven en agua también se disocian y forman así una solución conductora.

Vea que, en el total, cuando disolvemos sal en agua, separamos partículas positivas y negativas, pero en cantidades iguales, los que quiere decir que el agua que tenemos mantiene su neutralidad.

Recuerde:

— Sales, ácidos o bases, cuando son disueltos en agua, la vuelven conductora de la electricidad.

— El agua pura es un excelente aislante.

c) Gaseosos

Los gases, en condiciones normales, o sea neutros, son excelentes aislantes y no permiten que las cargas eléctricas se muevan con facilidad. Pero, si por medio de una buena cantidad de energía conseguimos arrancar electrones de los gases, de modo que pasen a quedar en un estado de electrificación denominado "ionización", entonces se convierten en excelentes conductores.

En los gases ionizados ocurren fenómenos interesantes, como por ejemplo, la emisión de luz, lo que es aprovechado para la fabricación de las lámparas fluorescentes (figura 10).

El aire, que es aislante en condiciones normales, se vuelve conductor por acción de una descarga fuerte como la producida por el rayo, que entonces puede atravesarlo con facilidad.

Recuerde:

— Los gases ionizados son excelentes conductores de electricidad.

Un poco de cálculos

Hasta ahora dimos interesantes explicaciones sobre cómo funcionan las cosas en lo que se refiere a cargas eléctricas y su movilidad. El único valor numérico que vimos fue la llamada carga elemental, que era:

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

A partir de este valor y de otros que daremos a continuación, vamos a "jugar" un poco con los cálculos para aprender cosas interesantes sobre la electricidad:

Como vimos, cada tipo de sustancia simple (elemento) posee un átomo con cantidades diferentes de partículas internas (protones y

MISMA CANTIDAD DE ATOMOS = $6,02 \times 10^{23}$



1 gr. DE
HIDROGENO



16 grs. DE
OXIGENO



108 gr. DE
PLATA



197 gr. DE
ORO

11

neutrones). Así, en función de esta cantidad podemos saber exactamente cuántos átomos de una cierta sustancia existe en una cantidad cualquiera que tomamos de ella.

Verificamos entonces que, si dividimos esta cantidad de una sustancia por el "peso" relativo de las partículas que forman el átomo, obtenemos un número constante.

De este modo 1 gramo de hidrógeno tiene la misma cantidad de átomos que 16 gramos de oxígeno, que a su vez, tiene la misma cantidad de átomos que 108 gramos de plata y 197 gramos de oro (figura 11).

El número de partículas (átomos) es enorme:

$$n = 6,02 \times 10^{23}$$

¡Esto significa 6 seguido de 23 ceros! *¡Todos esos átomos en apenas algunos gramos de material!*

Suponiendo que en un metal, como el oro, cada átomo pueda contribuir con un electrón libre, en un trocito de, digamos, 1 gramo, tendremos nada más y nada menos que 10^{22} electrones disponibles (10 seguido de 22 ceros, para los que no están familiarizados con la anotación exponencial). Estos electrones forman, en el interior del metal, una especie de "nube" que se está "agitando" constantemente. Verificamos que los electrones pueden incluso ver aumentada su cantidad con la elevación de la temperatura, fenómeno de gran importancia en electrónica.

¿Qué ocurre si multiplicamos la cantidad de electrones libres que

tenemos en un trocito de metal por la carga de cada electrón?

Evidentemente, obtenemos la carga total, en Coulombs, del pedacito de metal en cuestión.

Suponiendo que nuestro trocito de metal tenga 10 electrones y que la carga de cada uno sea $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$, tenemos:

$$Q = 10^{22} \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$Q = 1,60 \times 10^3 \text{ C}$$

$$Q = 1.600 \text{ Coulomb}$$

¿Será mucho o poco, esto?, se preguntará el estudiante.

A título de curiosidad, si la lámpara de su cuarto está encendida en este momento consume energía a razón de apenas una carga de 1/Coulomb por segundo. Una carga de 1.600 Coulomb, ciertamente, quemaría esta lámpara y si los electrones no estuvieran "**equilibrados**" en el interior del metal y pudieran revelar toda su "fuerza", bastaría que usted tocara un trocico de oro ¡para morir instantáneamente fulminado!

En verdad, en la práctica, no podemos manejar sino una parte muy pequeña de los electrones que están libres en el metal, para agregar o quitar algunos. De ningún modo podemos contar con todos en los procesos eléctricos.

¡La propia Tierra entera, que es un conductor, si se cargara no podría brindarnos una carga mayor que un simple Coulomb!

Campo eléctrico y corriente eléctrica

¿Qué hace que las cargas eléctricas se muevan en un cuerpo?

*¿qué estado especial existe en torno de un cuerpo cargado, para que su influencia se haga sentir a distancia? ¿Qué ocurre cuando una gran cantidad de cargas eléctricas se mueve en un material conductor? Todo esto será el tema de esta lección. Veremos de qué modo la "influencia" de las cargas en un cuerpo se "**propaga**" por el espacio y provoca el movimiento de cargas incluso a la distancia y de qué modo un flujo de cargas forma una corriente, un movimiento muy especial para las aplicaciones prácticas.*

El campo eléctrico

Un cuerpo cargado de electricidad, ya sea positiva o negativa, se comporta de manera muy especial. Otros cuerpos también poseedores de cargas eléctricas, colocados en las proximidades de aquéllos, quedarán sujetos a la acción de fuerzas.

Si las cargas de los cuerpos próximos fueran de signos opuestos, la fuerza será de atracción, mientras que si las cargas fueran del mismo signo, la fuerza será de repulsión, como ilustra la figura 12.

Podemos decir que el espacio en torno de un cuerpo cargado queda lleno de algo invisible, algo que corresponde a la acción de naturaleza eléctrica sobre los cuerpos que también están cargados. El espacio en torno de un cuerpo cargado goza de propiedades especiales que pueden explicarse por la presencia de una entidad

CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA

llamada "campo eléctrico", normalmente representada por la letra E.

El campo eléctrico no es algo físico, en el sentido que podamos verlo, pero sí una entidad física que describe un estado alrededor de un cuerpo cargado.

Para representar este estado usamos entonces líneas imaginarias, denominadas líneas de campo. El conjunto de estas líneas imaginarias alrededor de un cuerpo cargado representan su campo eléctrico.

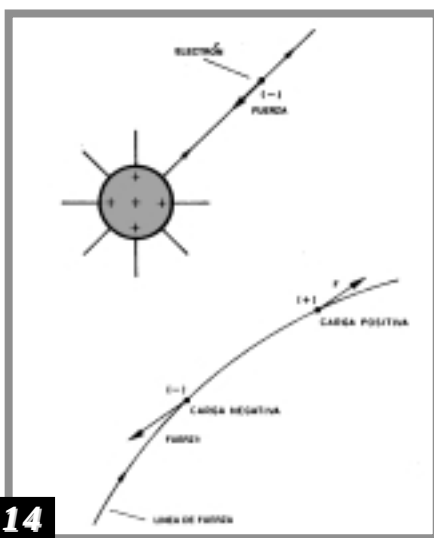
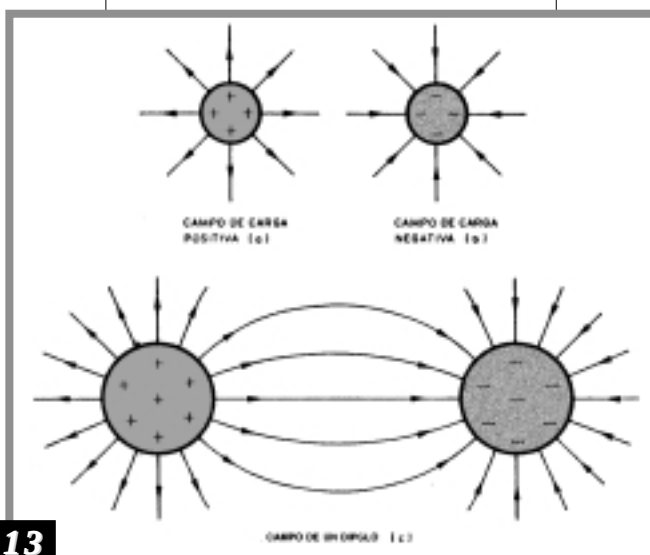
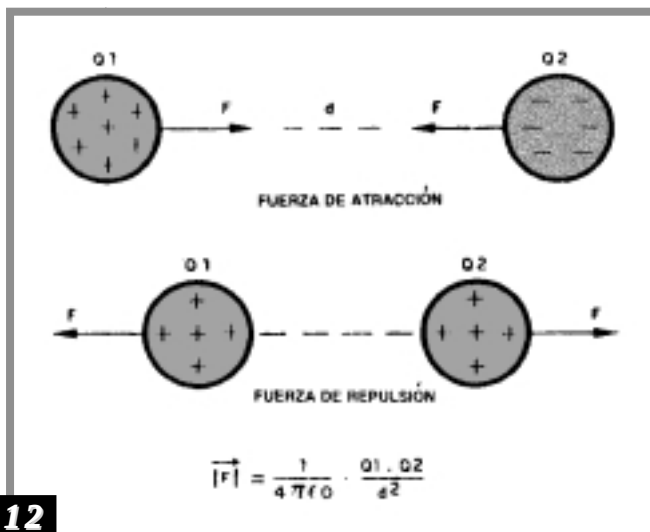
Por una convención, las líneas son orientadas que salen de los cuerpos cargados positivamente y entrando en los cuerpos cargados negativamente, como muestra la figura 13.

En el primer caso, tenemos la representación del campo de una carga positiva (a); en el segundo, el campo de una carga negativa (b) y, en el tercero, el campo provocado por dos cargas de signos opuestos próximos, lo que se llama "dipolo".

Recuerde:

Las líneas de fuerza de un campo eléctrico son líneas imaginarias que salen de las cargas positivas y llegan a las cargas negativas.

Vea que las líneas se diluyen cuando están más lejos de las car-



gas, lo que indica el debilitamiento del campo. Una carga eléctrica (un electrón, por ejemplo) colocado en el campo eléctrico de una carga cualquiera, queda sujeta a una fuerza que está siempre orientada en el sentido de coincidir o ser tangente (tocar la línea de fuerza del campo en el lugar considerado), figura 14.

Las propiedades principales que poseen las líneas de fuerza son:

- * Siempre salen de los cuerpos positivos y llegan a los negativos.
- * Nunca se cruzan.
- * Están más concentradas donde el campo es más fuerte.

Un poco de cálculo

La intensidad del campo eléctrico en un determinado punto del espacio, a una cierta distancia de la carga que lo produce, puede ser calculada. Este cálculo tiene gran importancia en los estudios de electrostática y en consecuencia para la electrónica.

La fórmula usada para realizar este cálculo tiene cierta semejanza con la Ley de Coulomb, como podemos ver, lo que demuestra el mismo tipo de "acción" para los dos fenómenos.

Teniendo como base la ilustración de la figura 15, la fórmula

CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA

que nos permite calcular la intensidad del campo eléctrico en el punto P del espacio es:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{d^2}$$

Donde: $\vec{E}$ es la intensidad del campo medida en N/C (Newtons por Coulomb)

$1/4\pi\epsilon_0$ es la constante que vale $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

Q es la carga que provoca el campo en Coulomb

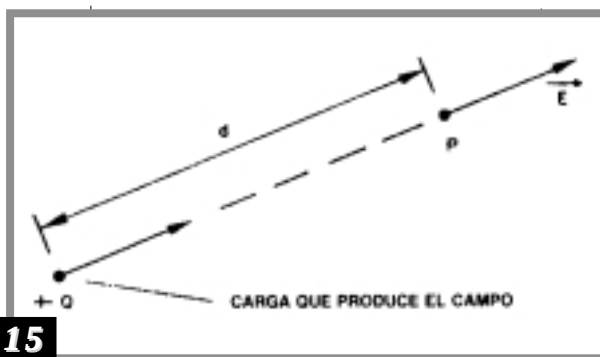
d es la distancia de la carga al punto P

Como vimos, una carga eléctrica colocada en un punto del espacio, sujeta a la acción de un campo, es forzada a moverse. La fuerza que aparece en el caso puede ser calculada por la expresión:

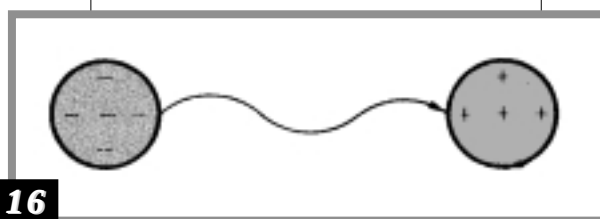
$$F = Q \times E$$

donde: F es la fuerza en Newtons

Q es el valor de la carga que es colocada en el punto P en



15



16

cargado negativamente y dirigirse al cuerpo cargado positivamente (figura 16). Si hubiera un medio conductor entre los dos cuerpos que permita el movimiento de estas cargas, los electrones podrán desplazarse con cierto orden, pasando de un cuerpo hacia el otro.

Los electrones saltarán de átomo en átomo, así formarán un flujo de cargas. Decimos que el movimiento ordenado de cargas eléctricas que ocurre en este

caso se denomina "**corriente eléctrica**" (figura 17).

Recuerde

—Corriente eléctrica es el movimiento ordenado de cargas eléctricas.

En el caso específico que tomamos de ejemplo, en que el conductor es el metal, el movimiento real es de cargas negativas (electrones), pero puede ser de otro tipo de partículas, como por ejemplo, los iones, en los casos de los gases y soluciones. Está claro que sólo los protones no

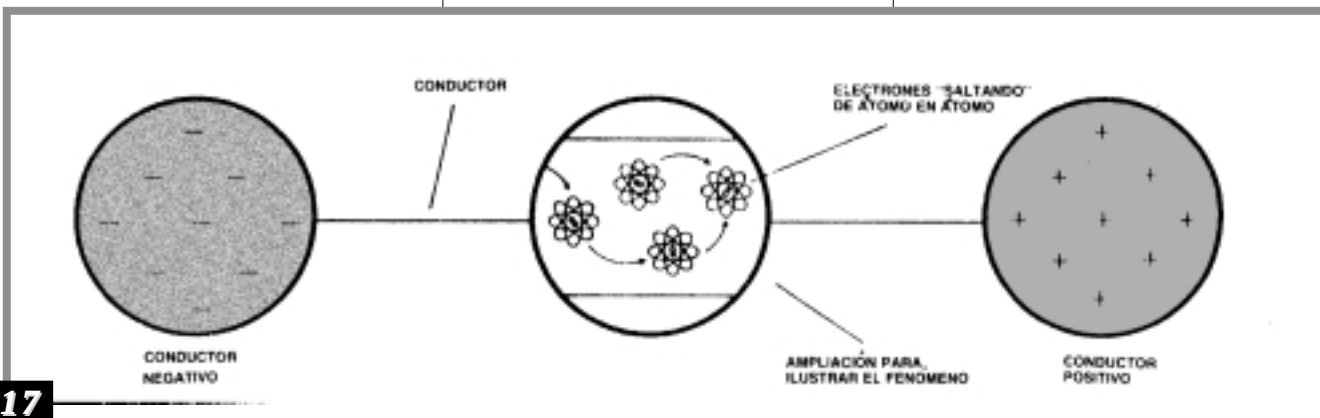
Coulombs

d es la distancia en metros hasta la carga que produce el campo.

Un problema ejemplo de aplicación es el siguiente:

La corriente eléctrica

Si tuviéramos dos cuerpos cargados con cargas de signos opuestos, el campo eléctrico que existe en torno de ellos es tal que procurará mover las cargas de uno hacia el otro en el sentido de establecer su neutralidad. Los electrones tenderán a salir del cuerpo



17

CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA

pueden moverse en realidad, por estar presos en los núcleos de los átomos.

Por otro lado, los electrones que se mueven de un cuerpo hacia otro, no lo hacen todos instantáneamente. Existe un límite para la cantidad y la velocidad con que ocurre el pasaje.

La cantidad y la velocidad son establecidas por la intensidad del campo y, naturalmente, por la capacidad que el conductor tenga de permitir que las cargas se muevan.

Si consideramos un intervalo de tiempo en que no hay alteración perceptible en la carga total de las esferas, vemos que el flujo de cargas en el conductor se mantiene constante.

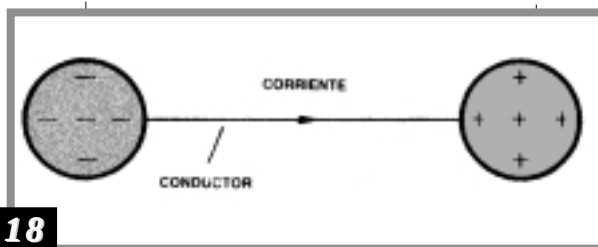
Podemos entonces hablar de una intensidad para este flujo, que va a corresponder a la intensidad de la corriente eléctrica (figura 18).

La intensidad de una corriente corresponde entonces a la cantidad total de carga que pasa en cada segundo por un conductor.

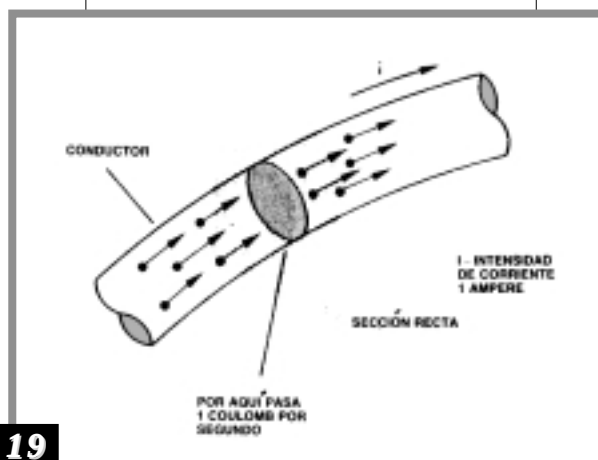
Si en 1 segundo la carga que pasa por un determinado punto del conductor equivale a 1 Coulomb, diremos que este conductor está siendo recorrido por una corriente de 1 ampere (1A), (figura 19).

Recuerde:

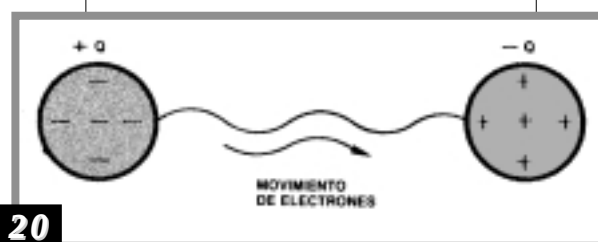
— Una corriente de 1 ampere (1A) equivale al pasaje de 1 Coulomb de cargas eléctricas en cada



18



19



20

(carga elemental)

Tenemos:

$$n = 1/1,6 \times 10^{-19}$$

$$; n = 6,25 \times 10^{18} \text{ electrones!}$$

Piense, amigo estudiante, **¡qué impresionante!** En cada segundo, pasa por el filamento de la lámpara que ilumina su sala, más o menos la cantidad de 6, seguida de 18 ceros de electrones (tomando como ejemplo una lámpara de 100W).

Corriente electrónica y corriente convencional

Observe un hecho interesante: como las únicas cargas que se pueden mover, en realidad, son los electrones, las corrientes eléctricas fluyen desde los cuerpos negativos hacia los cuerpos positivos (figura 20).

Esta corriente se denomina corriente electrónica, pero no siempre es considerada en el estudio de la electricidad.

De hecho, sabemos que los números negativos son menores que los positivos, lo que vuelve muy extraño decir que el agua fluye de un lugar de menor presión (negativo) hacia uno de mayor presión (positivo), cuando en realidad ocurre todo lo contrario.

Si las cargas que se mueven fueran las positivas, las cosas podrían ser explicadas del mismo modo y no tendríamos este pro-

segundo, por un punto de un conductor.

Sería interesante calcular a cuántos electrones corresponde este pasaje:

Sabiendo que la carga elemental vale $1,60 \times 10^{-19}$, bastará verificar cuántos electrones existen en 1 Coulomb de carga:

$$n = Q/e$$

Donde: **n** es el número de electrones

Q es la carga total

e es la carga de un electrón

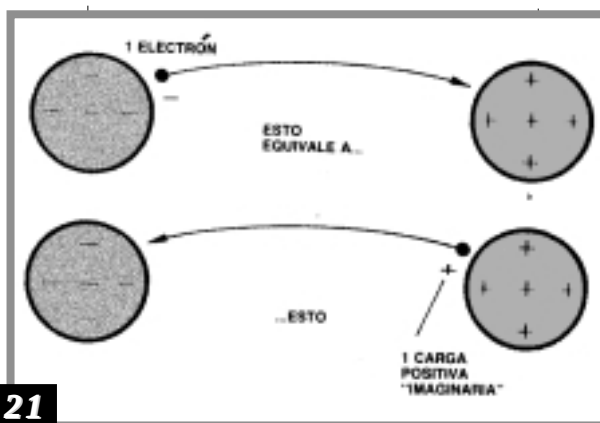
CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA

blema.

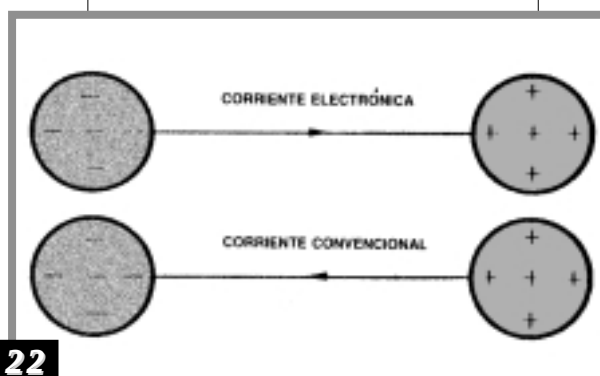
Pero, si no podemos ver los electrones o cargas de ninguna especie, ¿qué nos impide "imaginar" el fenómeno como si ocurriera en sentido "contrario"?

De hecho, cuando una carga negativa sale de un cuerpo (electrón) y va a neutralizar otra positiva en un cuerpo cargado de este modo, el efecto final es cero, lo mismo que si consideráramos una carga positiva que sale del que está cargado de este modo y va hacia el otro (figura 21).

En verdad, el efecto de considerar que los electrones saltan hacia la esfera de la derecha, como muestra la figura 22, corresponde exactamente a la formación de "vacíos" o "agujeros" que se desplazan hacia la izquierda, que a su vez corresponden justamente al movimiento "contrario" de cargas positivas.



21



22

Todo esto significa que podemos perfectamente representar corrientes eléctricas que salen de cuerpos positivos (polos positivos) y van hacia cuerpos negativos, sin que esto esté equivocado. En ver-

dad, es común hacer este tipo de representación. En este caso, decimos que estamos representando la corriente convencional y no la corriente real o electrónica.

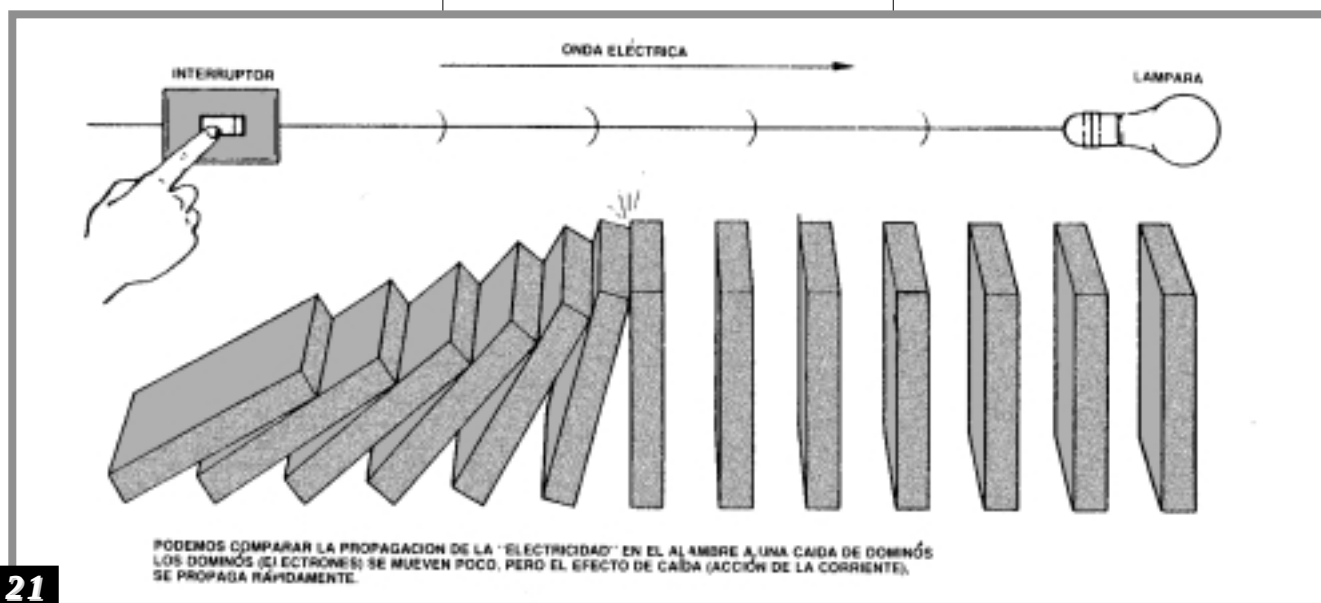
Recuerde:

—Cuando hablamos de corriente o convencional nos referimos al movimiento de cargas positivas, que van del polo positivo (cuerpo positivo) al polo negativo (cuerpo negativo).

Velocidad de la corriente

Usted acciona el interruptor de la luz y ¡zas!, la luz se enciende instantáneamente.

Por más largo que sea el cable, no conseguirá notar retraso alguno entre los dos momentos: el accionamiento del interruptor y el encendido de la lámpara son simultáneos.



21

En verdad, lo que ocurre es que el fenómeno de la acción de la electricidad es instantáneo, mientras que la velocidad de las cargas en sí no lo es.

Analicemos el fenómeno:

Cuando usted acciona el interruptor el establecimiento del campo eléctrico (acción) en el conductor se propaga con una velocidad muy grande, del orden de los 300.000 km por segundo... **¡o sea la velocidad de la luz!** Esta acción hace que prácticamente todos los electrones que tienen movilidad pasen a saltar de átomo en átomo en la dirección que corresponde a la circulación de la corriente (figura 23).

Pero la velocidad media de los electrones en este movimiento es muy pequeña, del orden de apenas algunos centímetros por segundo ¡y hasta menos!

Debemos entonces distinguir la acción con que la corriente se establece en el conductor, que es muy rápida, de la velocidad de los electrones que, en sí, es muy pequeña.

Recuerde:

—Los electrones se mueven con una velocidad relativamente pequeña en los conductores. La acción eléctrica, por otra parte, se propaga con una velocidad enorme: 300.000 km por segundo.

Los estudiantes ya habrán percibido la importancia de los materiales conductores en la electricidad, ya que pueden llevar la electricidad de un punto a otro.

Aclaraciones

"¿Existen conductores y aislantes perfectos?"

—En verdad, no existe aislante alguno que sea perfecto como tampoco existe conductor perfecto. Incluso en los mejores aislantes, siempre existe la posibilidad de que hayan algunos electrones libres que, pudiendo moverse, sean un medio de transporte para las cargas. Del mismo modo, no todos los electrones de un conductor tienen total libertad de movimiento. La facilidad con que las cargas se mueven en un material es lo que determina hasta qué punto es un buen conductor.

Así, entre los metales tenemos conductores mejores, como el oro, la plata y el cobre y conductores peores, como el zinc, el aluminio, el hierro.

Podemos expresar el hecho de que un metal es mejor conductor que otro por una magnitud llamada "**conductividad**" o bien por la movilidad de los electrones. Al final de esta lección damos una tabla de información.

"No entiendo bien cómo trabajar con potencias de 10. ¿Cómo entender lo que significan números como 10^{-19} ó 10^{22} ?"

—Las potencias de 10 son usadas cuando trabajamos con números muy grandes o muy pequeños. En lugar de tener que escribir muchos ceros antes o después de un número, indicamos en forma de una potencia de 10 cuántos son estos ceros. Si quisiéramos representar el número 1.000.000 por

ejemplo, vemos que en realidad, significa $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$, o sea un 10 para cada cero que el número tiene. Como son 6 ceros o 6 veces 10×10 , escribimos simplemente 10^6 . En el caso de un número como 2.500.000, el procedimiento es el mismo. En este caso podemos escribir $2,5 \times 1.000.000$ o simplemente $2,5 \times 10^6$.

Para los números menores de 1, se hace lo mismo. Para escribir 0,000.001 (un millonésimo), tenemos que vale $1/10 \times 1/10 \times 1/10 \times 1/10 \times 1/10 \times 1/10$.

Escribimos entonces simplemente 10^{-6} porque la fracción $1/10$ es usada 6 veces. Vea que el exponente negativo corresponde al número de casas o lugares hacia la derecha que tenemos que correr la coma para tener el número entero 1.

Igualmente, un número como 0,000.003 puede ser escrito como 3×10^{-6} .

"¿Por qué toda esta confusión de corriente electrónica y corriente convencional, que circulan en sentidos opuestos?"

—En verdad, el gran problema surge por haberse llegado en un principio a la convención de que los electrones son negativos. Nada nos indica que sean realmente "negativos". Sabemos que se comportan de modo opuesto a los protones y para diferenciar este comportamiento, se llegó al acuerdo de decir que unos eran negativos y otros positivos. Desgraciadamente, si así podemos decir, habrían tal vez menos dificultades para la comprensión de los fenó-

menos eléctricos, en muchos casos, si la elección, a la hora de "bautizar" estos nuevos conceptos, hubiese sido hecha al revés. Pero esto no debe constituirse en un problema para el estudiante. Imagine, al analizar un circuito en que la corriente sea la convencional, que son las cargas positivas las que se mueven y todo estará resuelto, aunque en realidad usted sepa que no es lo que ocurre realmente.

"¿Por qué en la definición de corriente eléctrica debemos suponer que las cargas de los cuerpos cargados, interconectados, permanecen constantes?"

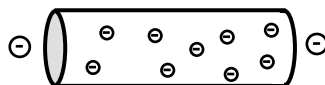
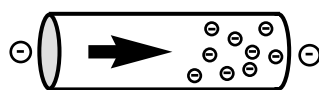
—Esto es necesario, porque si con el flujo de cargas de uno para el otro, fuese ocurriendo su neutralización y su consiguiente disminución, la fuerza responsable del flujo de electrones iría disminuyendo. De este modo, la corriente no sería constante, sino que iría decreciendo a medida que la propia carga de los cuerpos fuera disminuyendo.

Es un artificio que usamos para la explicación, pero que se usará cuando queramos tener una corriente permanente.

¿Qué es un circuito eléctrico?

—La aplicación de cargas eléctricas con signo contrario a los extremos de un conductor no es suficiente para lograr una corriente eléctrica constante, pues solo se logra

AL APLICAR CARGAS ELECTRICAS A UN CONDUCTOR, SE PRODUCE UNA CORRIENTE ELECTRICA QUE DESAPARECE CUANDO SE NEUTRALIZAN DICHAS CARGAS



24

ría la circulación, por un momento, de flujo de corriente eléctrica, hasta que las cargas de los extremos se hayan neutralizado, tal como se muestra en la figura 24.

Para que en un conductor haya corriente eléctrica, los electrones libres deberán moverse constantemente en una misma dirección, lo que se consigue por medio de una fuente de energía para aplicar las cargas de signo contrario a los extremos del conductor; las cargas negativas serán atraídas por las cargas positivas del otro extremo. Por cada electrón que dé la fuente al conductor por el lado negativo, existirá otro en el lado positivo; entonces la corriente fluirá de manera constante mientras se mantengan aplicadas al conductor las cargas eléctricas de la fuente de energía, llamándose, así, circuito cerrado o completo (figura 25).

Un claro ejemplo de fuentes de energía eléctrica son las baterías y

las pilas. Para que haya flujo constante de corriente, el circuito deberá estar cerrado o completo. Ahora, si un circuito se interrumpe en cualquier punto, la corriente dejará de fluir y se dice que es un circuito abierto; éste puede abrirse deliberadamente por medio

de un interruptor, u ocurrir como consecuencia de fallas o desperfectos en un cable o una resistencia quemada, por ejemplo. Por lo general se usan fusibles como protección del circuito contra excesos de corrientes que puedan perjudicar la fuente de tensión. Sepamos que el fusible tiene la función de abrir el circuito cuando la corriente excede el valor límite, ya que en un circuito serie abierto no hay flujo de corriente, y no hay caída de tensión sobre las resistencias que forman la carga.

En el circuito de corriente continua, la resistencia es lo único que se opone al paso de la corriente y determina su valor. Si el valor de la resistencia fuera muy pequeño, la corriente a través del circuito sería demasiado grande. Por lo tanto, el cortocircuito es la condición de resistencia muy baja entre los terminales de una fuente de tensión. Se dice que un circuito está en corto cuando la resistencia es tan baja que el exceso de corriente puede perjudicar los componentes del circuito; los fusibles y los tipos de interruptores automáticos protegen a los circuitos contra el peligro de los cortocircuitos. **FIN**

25

