

2

# *El Mundo de la* **Electrónica**

TV  
AUDIO  
VIDEO

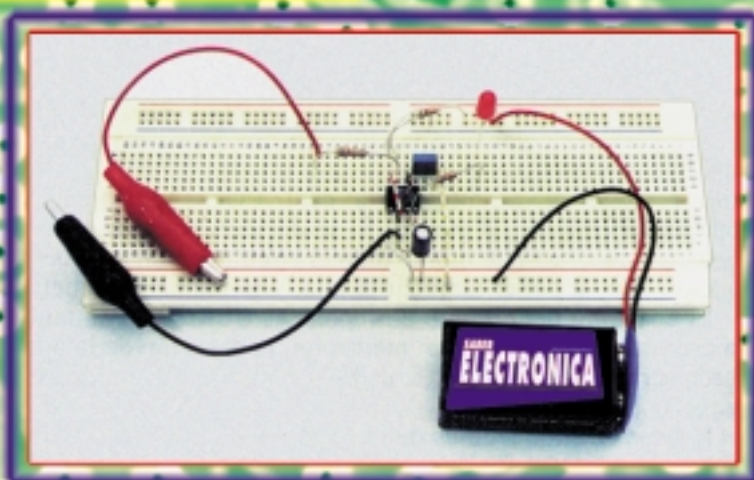


ES UNA EDICION ESPECIAL DE

SABER  
EDICION ARGENTINA  
**ELECTRONICA**

REP. ARG. EDICION ESPECIAL: 3002

**¿Qué es la  
Electricidad  
y qué es la  
Electrónica?**



**COMPUTADORAS - MICROPROCESADORES**

# Enciclopedia Visual de la Electrónica

## INDICE DEL CAPITULO 2

### ¿QUE ES LA ELECTRICIDAD Y QUE LA ELECTRONICA?

|   |    |
|---|----|
| Estructura atómica .....  | 19 |
| Atomos: protones, electrones y<br>neutrones .....                 | 19 |
| Constitución del átomo: protones,<br>electrones y neutrones ..... | 19 |
| Iones positivos y negativos .....                                 | 19 |
| Conductores, semiconductores<br>y aislantes .....                 | 19 |
| Flujo de electrones .....   | 19 |
| Diferencia de potencial, tensión,<br>fuerza electromotriz .....   | 20 |
| Corriente eléctrica .....   | 20 |
| Resistencia eléctrica .....                                       | 20 |
| Conductancia .....  | 21 |
| Clasificación de los resistores .....                             | 21 |
| Código de colores para resistores .....                           | 22 |
| Pilas y baterías .....  | 23 |

### CONDUCCION DE LA CORRIENTE ELECTRICA

|   |    |
|---|----|
| Los conductores y los aislantes .....                   | 24 |
| La electricidad como fluido .....                       | 24 |
| Tipos de conductores .....                              | 25 |
| Campo eléctrico y corriente eléctrica .....             | 27 |
| El campo eléctrico .....                                | 27 |
| Corriente electrónica y corriente<br>convencional ..... | 28 |
| Velocidad de la corriente .....                         | 29 |

### LA REVOLUCION DE LOS MEDIOS OPTICOS

|  |    |
|--|----|
| Medios de soporte de información .....       | 29 |
| El surgimiento de la tecnología óptica ..... | 30 |
| Luz y protuberancias .....                   | 30 |
| Tecnología digital .....                     | 31 |
| Otros sistemas ópticos .....                 | 31 |
| El disco láser de video .....                | 31 |
| El CD-ROM - El CD-I .....                    | 32 |
| El Photo-CD .....                            | 32 |
| Los medios magneto-ópticos .....             | 32 |
| El DVD .....                                 | 32 |



## Capítulo 2

# ¿Qué es la Electricidad y qué es la Electrónica?

## ESTRUCTURA ATOMICA

### Átomos: protones, electrones y neutrones

La corriente eléctrica es el paso de electrones por un conductor. Dichos electrones están en todas las cosas pero arraigados a la estructura de un átomo constituyente de un elemento químico.

Para aclarar el tema, digamos que todos los cuerpos están formados por elementos químicos (el agua, por ejemplo, está formada por los elementos químicos hidrógeno y oxígeno), y que un átomo es la parte más pequeña a la que puede ser reducido un elemento químico.

### Constitución del átomo: protones, electrones y neutrones

Si se pudiera dividir el átomo de un elemento, tendríamos pequeñas partículas que son las que dan a los átomos sus particulares características. Debemos saber que un átomo de un elemento se diferencia de un átomo de otro elemento en el número de ciertas partículas subatómicas que tiene cada uno de ellos, y éstos son los electrones.

En el centro del átomo está el núcleo, que tiene dos clases de partículas: los protones y los neutrones; alrededor del núcleo giran los electrones en órbitas electrónicas, así como ocurre con los planetas que giran en torno al sol.

Una característica importantísima de los protones y neutrones es que tienen carga eléctrica, vale decir: tienen una energía intrínseca y natural, puesta de manifiesto por las fuerzas que pueden ejercer sobre otras partículas del mismo tipo y que originan fenómenos de atracción y repulsión entre partículas cargadas eléctricamente. Se ha constatado que dos electrones o dos protones se repelen entre sí; es indudable que las dos partículas tienen cargas eléctricas de distinto signo: se las denominó carga eléctrica positiva (+) al protón y, al electrón, carga eléctrica negativa (-). Sin embargo, los neutrones del núcleo son partículas que tienen igual cantidad de carga positiva que de negativa; por lo tanto, tiene un efecto neutro por la anulación mutua entre los dos, el neutrón no ejerce fuerza eléctrica sobre un electrón o protón y tiene la función de separar los protones que están en el núcleo. Un átomo

es eléctricamente neutro y eso quiere decir que la cantidad de electrones es igual al número de protones; ese número de electrones se denomina "NÚMERO ATÓMICO". Los neutrones tienen intervención en la masa atómica, que está prácticamente en el núcleo; el resto es espacio vacío donde los electrones giran a grandes velocidades (figura 1).

### Iones positivos y negativos

Cuando por cualquier circunstancia un átomo gana o pierde electrones, se dice que dicho átomo se ha ionizado.

Se denomina **ION POSITIVO** cuando el átomo tiene más protones que electrones e **ION NEGATIVO** cuando tiene más electrones que protones. Como cargas de distinto signo se atraen, cuando están cerca iones negativos y positivos, éstos se unen, pero también puede ocurrir que solamente se desprendan los electrones que tiene de más el ión negativo y se dirijan hacia el ión positivo para neutralizar su carga.

Cuando esto ocurre, se dice que el paso de los electrones "neutralizadores de carga" constituyen una **CORRIENTE ELÉCTRICA**.

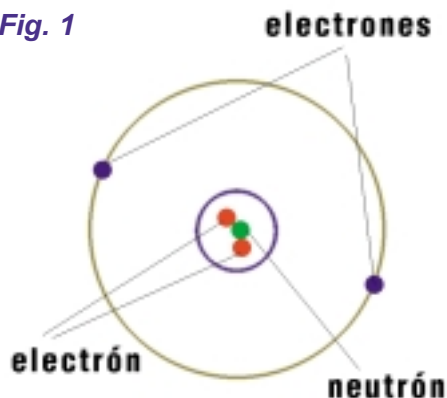
### Conductores, semiconductores y aislantes

Existen materiales que permiten el paso de los electrones con mayor facilidad que otros. Se denomina conductor de la corriente eléctrica a todo aquel material que ofrece muy poca resistencia al paso de los electrones (cobre, plata, oro, platino, etc.) Un aislante de la corriente eléctrica es todo aquel material que ofrece una elevada resistencia al paso de los electrones. Existen otros materiales que, según como se los trate, se comportan como conductores o como aislantes. Dicho de otra manera, son materiales sobre los cuales se puede "regular" el paso de la corriente eléctrica; a dichos materiales se los denomina **SEMICONDUCTORES**.

### Flujo de electrones

Se denomina corriente eléctrica al paso de los electrones por un

Fig. 1



## ¿Qué es la Electricidad y qué es la Electrónica?



Fig. 2

conductor de la corriente eléctrica (o semiconductor). Su unidad es el ampere (A) y "mide" la cantidad de electrones que atraviesan a un elemento en una unidad de tiempo.

Para que pueda establecerse una corriente eléctrica tiene que existir algo que impulse a los electrones a circular de un lado a otro.

### Diferencia de potencial, tensión, fuerza electromotriz

Como hemos dicho, para que se establezca una corriente eléctrica debe existir algo que impulse a los electrones para que se muevan. Por ejemplo, colocando iones negativos de un lado de un conductor e iones negativos del otro, se establecerá una corriente eléctrica que será más grande cuanto mayor sea la "**diferencia de cargas entre los iones**".

Se dice que para que exista un flujo de electrones debemos aplicar "**energía al conductor**". Cuando la energía proviene de una fuerza del tipo eléctrico, se la denomina "**fuerza electromotriz**" porque permite el desplazamiento de electrones al desprenderse de los átomos.

Esa fuerza electromotriz puede originarla una batería. Ejemplo: el acumulador de un auto, una pila o un generador para alimentar una ciudad, como los que usan las compañías de electricidad. Estas fuentes de energía tienen 2 terminales, o polos negativo y positivo, y se dice que existe una tensión eléctrica o diferencia de potencial, que produce la fuerza eléctrica ya mencionada.

Consideremos a una tensión o diferencia de potencial como un "desnivel" que debe existir entre 2 puntos de un conductor para que

se produzca un movimiento de electrones y, entonces, una corriente eléctrica (figura 2).

Algo parecido es lo que sucede en un río, para que ocurra un desplazamiento de agua: el terreno tiene que estar en desnivel; de una misma forma, si hay una diferencia de potencial en electricidad, ésta es comparable a una diferencia de presión entre 2 extremos de una cañería que lleva agua o cualquier fluido, y es producida por una bomba. En la atmósfera, el viento es similar a una corriente eléctrica, que se produce por una diferencia de presión que existe entre una zona ciclónica y otra anticiclónica. La unidad denominada **VOLT**, se utiliza para medir la tensión eléctrica; se abrevia "**V**". Una pila de carbón genera entre bornes una tensión de 1,5V, un acumulador de auto genera una tensión de 12V y la que genera la compañía de electricidad es de 220V, en Argentina. Muchas veces, en **electrónica** usaremos tensiones más pequeñas que el VOLT, pero en **electricidad industrial** es común hablar de KILOVOLT (kV), que equivale a 1.000V.

$$1 \text{ volt} = 1.000 \text{ milivolt} \\ 1V = 1.000mV$$

$$1 \text{ volt} = 1.000.000 \text{ microvolt} \\ 1V = 1.000.000\mu V$$

$$1 \text{ volt} = 0,001 \text{ kilovolt} \\ 1V = 0,001kV$$

### **CORRIENTE ELECTRICA**

Un flujo de electrones en movimiento —*como causa de la aplicación de una fuerza electromotriz o fuente de tensión a un conductor eléctrico*— es lo que llamamos corriente eléctrica. El flujo está formado por electrones libres que, antes de aplicarles la tensión, eran electrones que estaban sujetos por la atracción de los núcleos de los átomos que constituyen el conductor.

En sus trayectos, los electrones libres chocan contra los iones posi-

vos del material y retroceden y vuelven a ser acelerados por la fuerza electromotriz. Los choques son el motivo por el cual el conductor se calienta cuando lleva corriente eléctrica, ya que cualquier choque entre 2 cuerpos ocasiona un desprendimiento de energía en forma de calor.

La corriente eléctrica por un conductor se define como:

**"el número de electrones libres que pasa una sección cualquiera del conductor en un momento específico".**

Los electrones llevan una carga eléctrica medida en **COULOMB** y podemos decir que la corriente eléctrica es la carga eléctrica transportada por esos electrones durante el intervalo de tiempo considerado. Si la carga eléctrica es de 1Cb y el tiempo es de 1s, se obtendrá una corriente eléctrica de 1A (inicial de AMPERE, por el físico francés AMPERE), siendo la unidad de corriente eléctrica. En electrónica, esta unidad de medición resulta grande, por tal motivo se utilizan los submúltiplos del ampere.

$$1mA = 0,001A \\ 1A = 1.000mA \text{ (miliampere)} \\ 1\mu A = 0,000001A \\ 1A = 1.000.000\mu A \text{ (microampere)} \\ 1\mu A = 0,001mA \\ 1mA = 1.000\mu A$$

### **RESISTENCIA ELECTRICA**

Definamos la resistencia eléctrica de un conductor como una propiedad del material que representa la oposición del mismo frente al paso de la corriente eléctrica. La oposición se origina como consecuencia de los choques entre los electrones libres de la corriente y los iones positivos del metal. La causa de estos choques es el calentamiento del conductor, el que, a su vez, lo transmite al medio ambiente.

La resistencia se mide en OHM, llamado así por el físico alemán

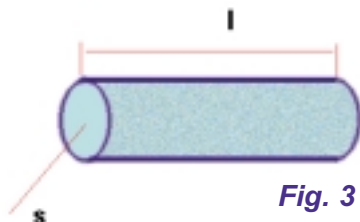


Fig. 3

que lo descubrió. La resistencia eléctrica del material dependerá de tres factores: la longitud, la sección transversal y la resistividad del material. Veamos cómo es la fórmula matemática:

$$R = \frac{\rho \times l}{S} \quad (\text{ver fig. 3})$$

La resistividad del material ( $\rho$ ) es un número y su valor nos muestra si es bueno, o no, pequeño o grande; o sea, cómo es el material como conductor de electricidad, y se mide en  $\Omega \times m$  (fig. 4). Cabe aclarar que, normalmente, la resistividad de un metal aumenta con la temperatura.

**CONDUCTANCIA:** se denomina así a la inversa de la resistencia, se

simboliza con la letra G y se mide en mho (al revés de ohm) o en SIEMENS.

$$G = \frac{1}{R} =$$

La unidad es:

**mho = SIEMENS**

#### CLASIFICACION DE LOS RESISTORES:

Veamos una definición de los resistores. Son componentes electrónicos fabricados especialmente para que tengan ciertos valores de resistencia. En varios casos, los valores en ohm de los resistores son muy altos, utilizando múltiplos del ohm, como, por ej., el kilo-ohm, igual a 1.000 ohm, que tiene una abreviatura k, y el mega-ohm, igual a 1.000.000 ohm, que tiene una abreviatura M. Entonces:

$$\begin{aligned} 1k\Omega &= 1000\Omega \\ 1M\Omega &= 1000000\Omega \\ &= 1000k\Omega \end{aligned}$$

Podemos agrupar a los resistores (figura 5) en:

1) Resistores de composición de carbón

2) Resistores de película metálica

#### 3) Resistores de alambre

##### 1) Resistores de composición de carbón

Estos se fabrican mezclando polvo de carbón y un aglomerante hasta darle forma de barrita, para fijar los terminales. El conjunto se encapsula con una resina fenólica o baquelita para protegerlo de la humedad y la temperatura, tiene un rango de valores de resistencia entre 1 y 22M $\Omega$ . En electrónica son los resistores más usados por su bajo costo (figura 6).

##### 2) Resistores de película metálica

Estos se fabrican depositando una película metálica, que está a alta temperatura, sobre un tubo de vidrio, al que se fijan los terminales y se los encapsula como dijimos anteriormente.

Tienen un alto costo y se usan solamente cuando se necesita una gran exactitud en el valor de resistencia; ejemplo: instrumentos electrónicos (figura 7).

#### 3) Resistores de alambre

Se fabrican arrollando un alambre hecho de aleaciones de cromo, níquel, etc., sobre un cilindro de cerámica. El conjunto se recubrirá de barniz, así se protege el alambre de la influencia de la humedad y temperatura. Estos son

Fig. 4

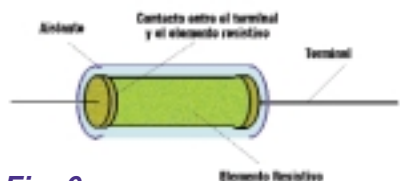
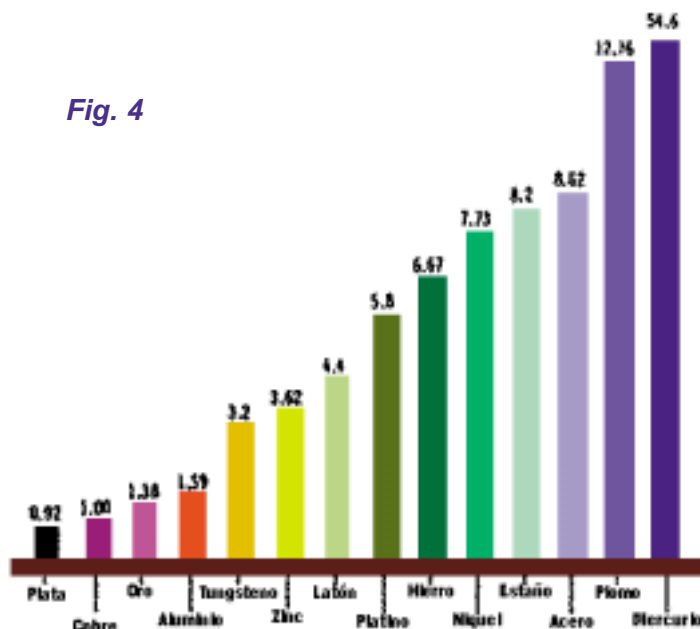


Fig. 6

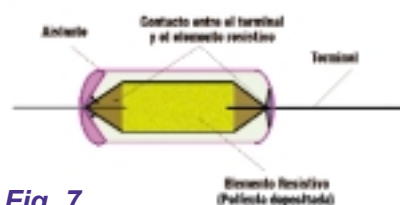


Fig. 7

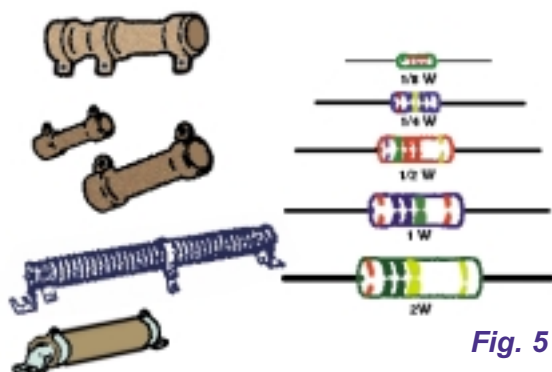


Fig. 5

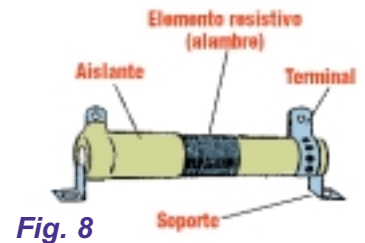


Fig. 8

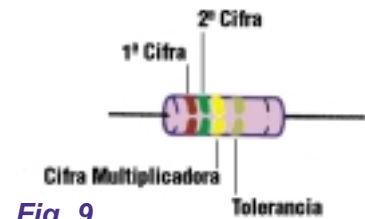


Fig. 9

grandes y se utilizan para la conducción de altas corrientes. El rango de valores de resistencia está entre 1 y 100k $\Omega$  (figura 8).

**CODIGO DE COLORES PARA RESISTORES**

Por el código de colores se lee el valor de resistencia, que está impreso sobre el cuerpo del resistor. Cada color representa un dígito decimal: las 2 primeras bandas de colores, que están ubicadas más cercanas de un extremo, representan el valor en  $\Omega$ ; la 3ª banda representa el número por el que hay que multiplicar el valor anterior para obtener el valor final de resistencia; la 4ª banda representa la tolerancia, cuyo valor se explicará más adelante (figura 9).

La correspondencia entre un color y su valor se muestra en la tabla 1.

La tolerancia de un resistor es un número expresado en porcentaje, que representa el margen superior o inferior que puede tomar un valor nominal (por el código de colores) del resistor. Ejemplificando, diremos que para resistores de carbón se tienen tolerancias del  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  y  $\pm 20\%$ . Si el valor nominal es de 100 y la tolerancia de  $\pm 10\%$ , el valor real estará comprendido entre 100 y 90; finalmente, para una tolerancia de  $\pm 20\%$ , el valor real será entre 120 y 80.

La tolerancia nos indica hasta

cu nto puede estar el valor por encima o por debajo del componente.

Es un método práctico del fabricante para asegurar al usuario los límites máximos y mínimos del valor de un resistor. Como el proceso de fabricación no permite establecer valores precisos con anterioridad, en los resistores de composición de carbón la convención es ésta:

| COLOR DE LA 4ª BANDA | TOLERANCIA |
|----------------------|------------|
| DORADO               | $\pm 5\%$  |
| PLATEADO             | $\pm 10\%$ |
| SIN COLOR            | $\pm 20\%$ |

La potencia de un resistor no viene impresa en el resistor, pero se reconoce por su tamaño. Esa potencia tiene un significado de la máxima cantidad de calor que puede dar el resistor por el paso de corriente y, si ésta excede, se quemará por la alta temperatura obtenida. Se mide en watt (W). Los resistores de carbón se fabrican de 1/8W; 1/4W; 1/2W; 1W y 2W, y el tamaño aumenta gradualmente

Tabla 1

| COLOR    | DIGITO | MULTIPLICADOR |
|----------|--------|---------------|
| NEGRO    | 0      | 1             |
| MARRON   | 1      | 10            |
| ROJO     | 2      | 100           |
| NARANJA  | 3      | 1000          |
| AMARILLO | 4      | 10000         |
| VERDE    | 5      | 100000        |
| AZUL     | 6      | 1000000       |
| VIOLETA  | 7      | 10000000      |
| GRIS     | 8      |               |
| BLANCO   | 9      |               |
| DORADO   |        | 0,1           |
| PLATEADO |        | 0,01          |

con la potencia. Para mayores potencias se utilizan resistores de alambre; los de película metálica pueden disipar hasta 1W. Los resistores de composición de carbón se fabrican con valores nominales de resistencia ya normalizados y el número dependerá del valor de la tolerancia. Para una tolerancia del 20%, las cifras significativas de los valores nominales son: 10, 15, 22, 33, 47, 68.

Las cifras significativas para una tolerancia del 10% son: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82. Para una tolerancia del 5% las cifras significativas de los valores nominales son: 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91. En la figura 10 se dan ejemplos de valores de resistores de composición de carbón mediante el código de colores. Vea ejemplos de valores de resisto-

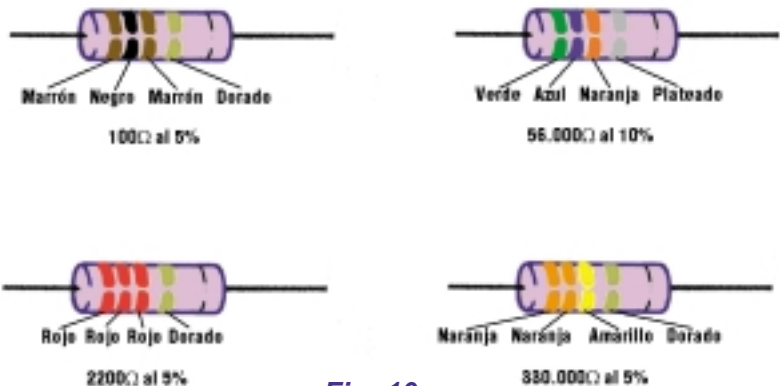


Fig. 10



res en la figura 10.

Digamos que a los resistores se los puede clasificar también en variables; éstos están representados por los potenciómetros y los presets o preajustes (figura 11).

La constitución de los potenciómetros se debe a una pista circular de carbón desplazándose por un contacto móvil (cursor) solidario a un eje vertical.

Los extremos de la pista de carbón y el cursor tienen una conexión a terminales, es decir, que la resistencia entre uno de los terminales y el cursor depende de la posición de éste (figura 12).

En el primer caso, los potenciómetros pueden ser lineales o logarítmicos; la variación de resistencia es proporcional al ángulo girado por el cursor, y en el 2º caso la variación es logarítmica, esto hace que, al comienzo, la resistencia varíe con rapidez con el ángulo de giro; después la variación será más lenta y tendrá un uso común en el control de volumen de radios y TV. Llamamos presets a los resistores variables que se ajustan una sola vez, hasta lograr una perfecta posición, y que no tienen posibilidad de ser variados por los usuarios.

El tamaño es reducido y tiene un ajuste con un pequeño destornillador, que es aplicado a una ranura que tiene el contacto móvil.

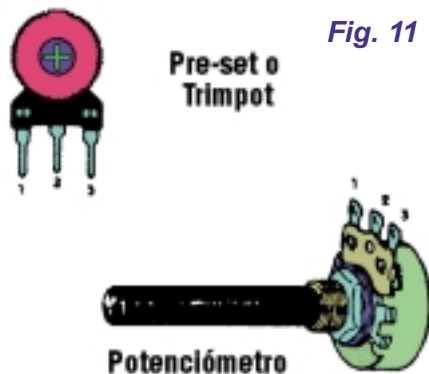


Fig. 11

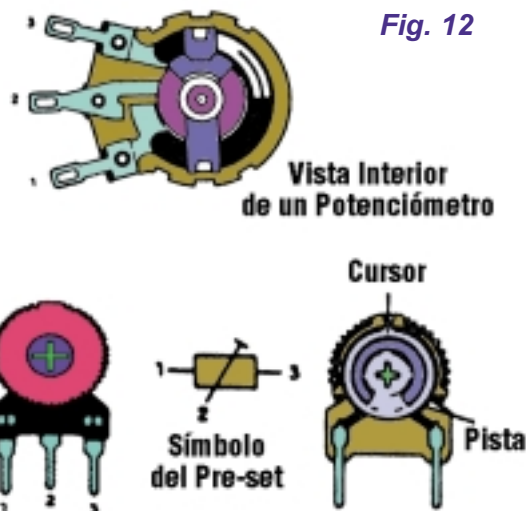


Fig. 12

### PILAS Y BATERIAS

Los componentes básicos capaces de suministrar una tensión continua estable a un circuito electrónico son las pilas, con la capacidad de generar una tensión eléctrica por medios químicos.

La más común está formada por un electrolito (sal, ácido o base disuelto en agua) y 2 electrodos. Veamos cómo se comporta un electrolito cualquiera, diluido en agua; ej. el cloruro de sodio (fig. 13).

La sal es eléctricamente neutra, pero cuando se disuelve en el agua se disocia en los iones que la componen, es decir, en iones positivos de sodio y en iones negativos de cloro.

Si sumergimos 2 electrodos consistentes en 2 metales diferentes A y B, una determinada cantidad de iones negativos será atraída por el electrodo A y otra porción de iones positivos será atraída por el electrodo B; entonces, A se carga negativamente y B, positivamente (figura 14).

A la diferencia de carga eléctrica que existe entre A y B, se la denomina diferencia de potencial o tensión de la pila. La tensión V depen-

derá de los materiales de los electrodos y del electrolito.

Por ejemplo, una pila de cinc-carbón tiene una tensión:  $V = 1,5V$ .

Si conectamos una lamparita entre los electrodos, ésta iluminará ya que se producirá el pasaje de los electrones desde A hasta B a través de ella, y se cerrará el circuito por medio de la solución electrolítica. Mientras este fenómeno sucede, uno de los electrodos (B) se va consumiendo, mientras que el otro se va engrosando por la deposición de material sobre su superficie. La reacción química continuará hasta que B se consuma en su totalidad; en ese momento, la lamparita se apagará porque la corriente se detuvo (figura 15).

En una pila seca, el electrolito es una pasta húmeda (pilas comunes) mientras que se denominan húmedas cuando el electrolito es un líquido (acumulador de plomo utilizado en los autos).

La pila seca más común es la de cinc-carbón y la desarrolló Le Clanché (1869), tiene un bajo costo y es de uso general.

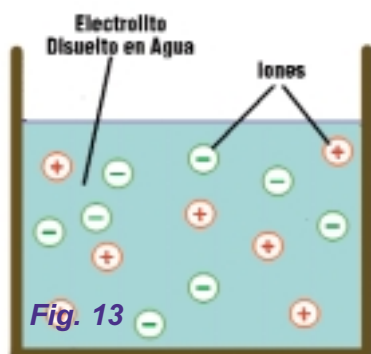


Fig. 13

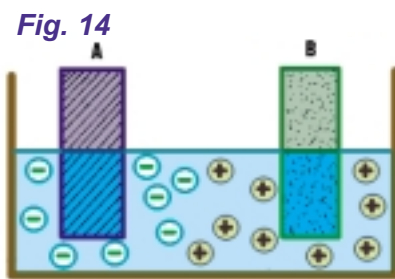


Fig. 14

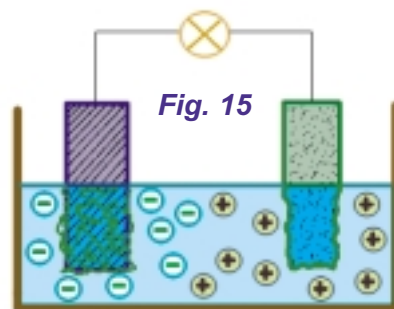


Fig. 15

# Conducción de la Corriente Eléctrica

## CONDUCTORES Y 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

Vimos 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 aplicación práctica de la electricidad.

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 electrones 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 electro-

nes 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.

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

gar, 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

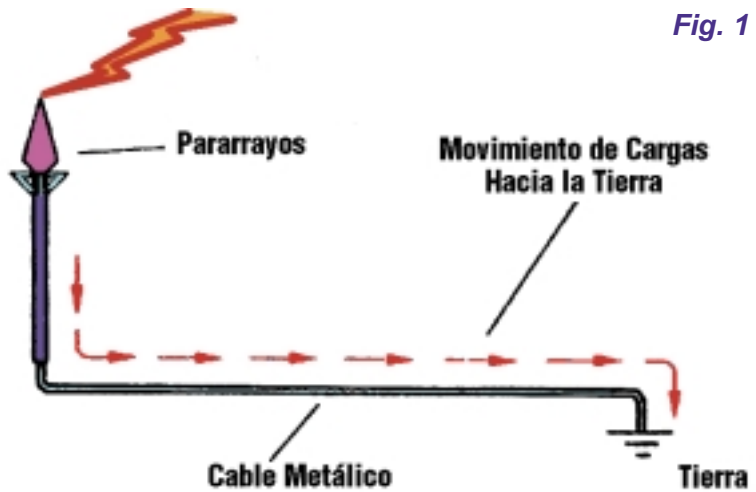


Fig. 1

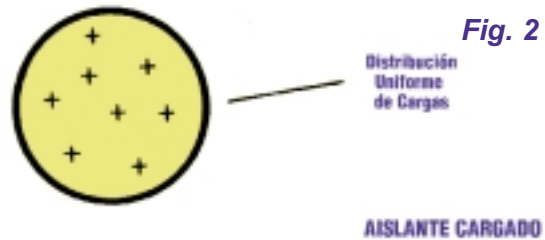


Fig. 2



Fig. 3

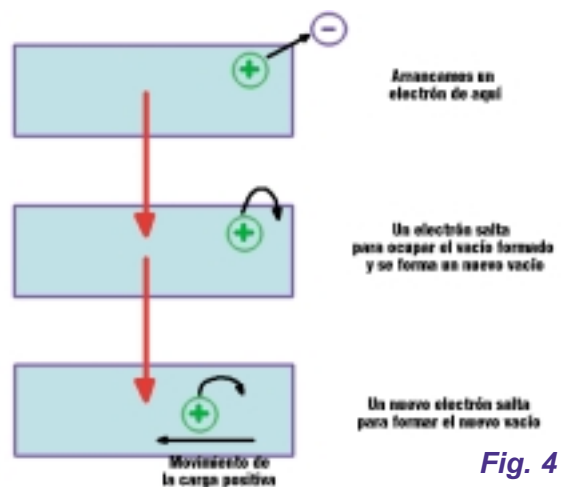


Fig. 4



Fig. 5

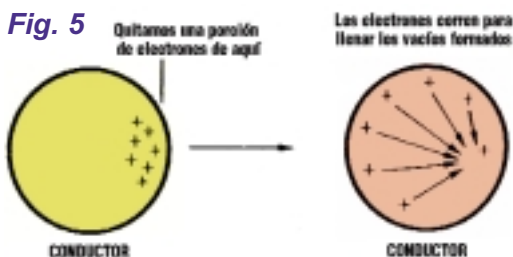


Fig. 6

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, 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

trones se distribuyen en su superficie, en un cuerpo cargado positivamente son las lagunas las que se distribuyen en su superficie (figura 6).

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 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.

### 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 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).

Las cargas eléctricas no se mueven a través del agua, por ser aislante. Sin embargo, si disolvemos en esta agua una sustancia como la sal de cocina, que está formada por átomos de cloro y sodio ( $\text{NaCl}$ ), las partículas de sodio y cloro se disocian en aniones de cloro ( $\text{Cl}^-$ ) y cationes de sodio ( $\text{Na}^+$ ), 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 vuelve conductora.

Muchas sustancias del tipo sal (cloruro de sodio, bicarbonato de

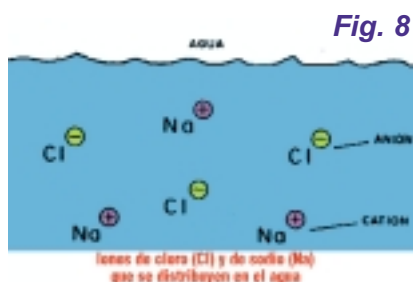


Fig. 8

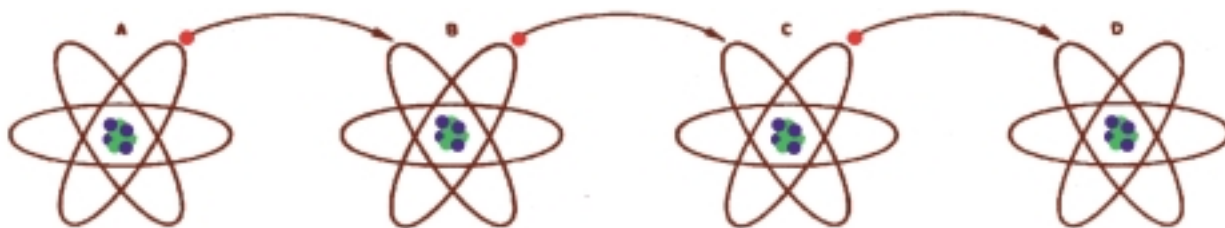
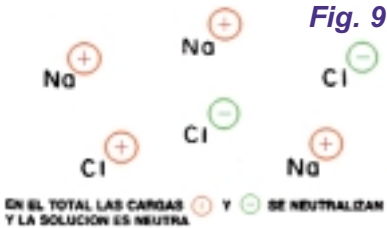


Fig. 7

Un electrón que salta de "C" para "D", es seguido inmediatamente por otro que salta de "B" para "C", llenando el vacío. Así se mueven las cargas



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, lo que quiere decir que el agua que tenemos mantiene su neutralidad.

### 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 electrización 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.

### 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 neutrones). Así, en función de esta cantidad podemos saber exactamente cuántos átomos de una cierta sustancia existen 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, tendríamos nada más y nada menos que  $10^{22}$  electrones disponibles (10 seguido de 22 ceros, para los que no están familiarizados con la anota-

ción exponencial). Estos electrones forman, en el interior del metal, una especie de "nube" que se está "agitando" constantemente. Verifiquemos 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 de  $= 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ , 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

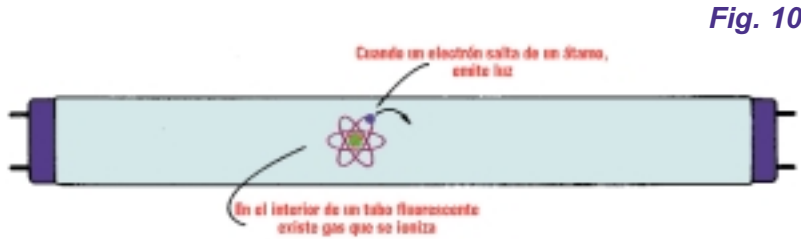




Fig. 12

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

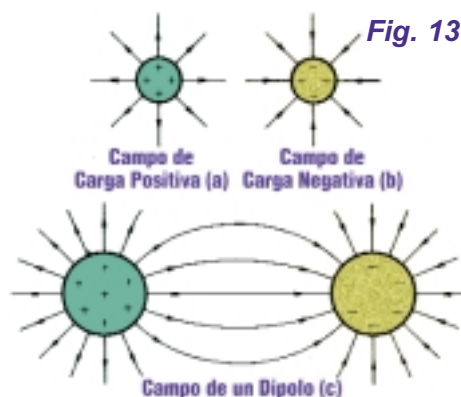


Fig. 13

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.

### CAMPO ELECTRICO Y CORRIENTE ELECTRICA

*¿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 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 se orientan saliendo 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".

Vea que las líneas se diluyen cuando están más lejos de las cargas, lo que indica el debilitamiento del campo.

Una carga eléctrica (un electrón, por ejemplo) colocado en el campo eléctrico de una carga cual-

quiera, 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.*

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.

Teniendo como base la ilustración de la figura 15, la fórmula que nos permite calcular la intensidad del campo eléctrico en el punto P del espacio es:

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

Donde: 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

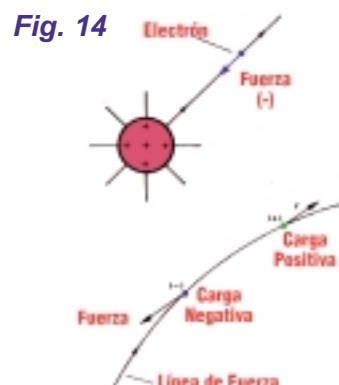


Fig. 14



# ¿Qué es la Electricidad y qué es la Electrónica?

Fig. 15



Fig. 16



Fig. 18

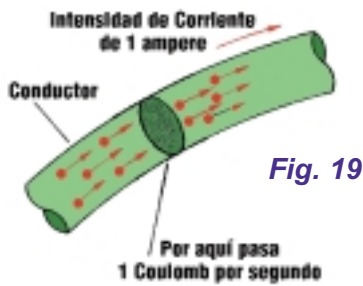


Fig. 19

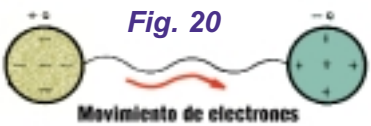


Fig. 20

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

## LA CORRIENTE ELECTRICA

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 cargado negativamente y

Fig. 17



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).

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 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.

## Corriente eléctrica 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 menos 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 problema.

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



Fig. 21

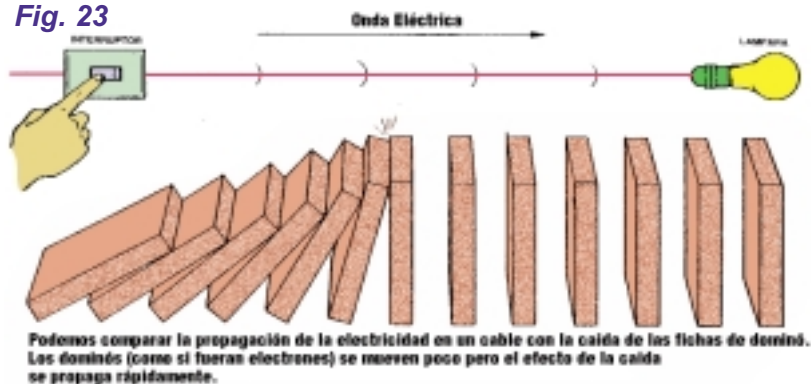
a la formación de "vacíos" o "agujeros" que se desplazan hacia la izquierda, que a su vez corresponden justamente al movimiento "contrario" de cargas positivas. Todo esto significa que podemos perfectamente representar corrientes eléctricas que salen de cuerpos positivos (polos positivos) y van hacia cuerpos negativos, sin que esto esté equivocado. En verdad, es común hacer este tipo de representación. En este caso, decimos que estamos representando la corriente convencional y no la corriente real o electrónica.

### 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.

En verdad, lo que ocurre es que el fenómeno de la acción de la electri-

Fig. 23



cidad 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 co-

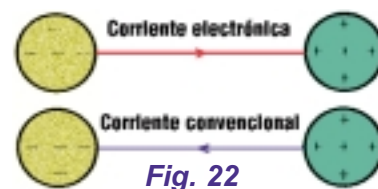


Fig. 22

responde a la circulación de la corriente (figura 23). Pero la velocidad media de los electrones en este movimiento es muy pequeña comparada con la velocidad con que se establece la corriente.

## La Revolución de los Medios Ópticos

**E**l surgimiento del disco compacto de audio digital, desencadenó una revolución en los medios de almacenamiento de información, considerada ésta en sentido amplio (datos, texto, audio, imágenes, video), pues permitió grabar enormes cantidades de datos en un disco de apenas doce centímetros de diámetro. El CD musical y todos los formatos que se derivaron de dicha tecnología, tienen una base física común: el registro y lectura de información por medios ópticos. En este artículo, revisaremos los principios en que se apoya esa tecnología y haremos un recuento de los principales formatos que se han derivado del CD musical.

### MEDIOS DE SOPORTE DE INFORMACION

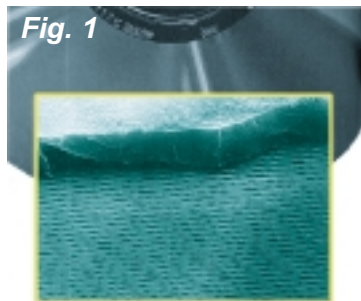
Los medios de registro de información, constituyeron una base fundamental en el desarrollo de las civilizaciones, pues permitieron aumentar la memoria colectiva, remontar

las barreras del tiempo y, por consecuencia, incrementar el bagaje intelectual de los pueblos. La primera forma material que se supone se empleó en la antigüedad, fue la tableta de arcilla, en la cual se grababan incisiones que representaban letras o números (la escritura cuneiforme de los antiguos babilonios); luego vino el rollo o tira continua de papiro (el antecesor del papel) usado por los antiguos egipcios; más tarde el código o cuaderno de pergamino, que con los siglos evolucionó hasta el concepto de hojas de papel agrupadas para formar un volumen (libro); y, finalmente, en nuestro siglo, el disco de acetato, la cinta magnética, el disco magnético y los discos ópticos.

Esta amplia variedad de medios de almacenamiento, ha implicado una diversidad de recursos y dispositivos para conservar la información: incisiones (bajorrelieve) en las tablillas babilónicas; tintas y plumas de ave para la escritura sobre papiros y

pergaminos; la imprenta para el estampado en papel; los campos magnéticos para la grabación en cinta y discos; surcos grabados en la superficie de discos de acetato y protuberancias microscópicas sobre la superficie de un disco de policarbonato, para ser leídos mediante un rayo láser.

El surgimiento de los medios ópticos, constituyó una transformación rotunda de los métodos de almacenamiento de información, pues permitió grabar enormes cantidades de datos en un disco de apenas doce centímetros de diámetro. El primer dispositivo óptico fue el videodisco láser, aunque el medio que desencadenó la revolución de los sistemas ópticos fue el disco compacto de audio digital, capaz de almacenar hasta 74 minutos de audio; de ahí se derivaron múltiples formatos y variantes, siendo el más importante el disco compacto para computadora o CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory), el



cual permitió almacenar hasta 640 megabytes de información.

La ventaja principal del CD-ROM, fue que permitió a las compañías fabricantes de *software*, desarrollar programas de computadora de una clase llamada **"multimedia interactiva"**, en la cual se combinan texto, imágenes, sonido, animaciones y video, brindando además al usuario la posibilidad de interactuar de forma dinámica con esa información heterogénea. Y es que el CD-ROM ofreció por primera vez un soporte ligero y barato para la grabación digital de enormes cantidades de datos, justamente como las que requiere la multimedia interactiva.

Todos los formatos ópticos que se derivaron del CD musical, así como los desarrollos conceptuales y tecnológicos que propició el CD-ROM, mantienen una base física común: el almacenamiento y lectura de información por medios ópticos.

En este artículo, revisaremos los principios de grabación y lectura de datos por procedimientos ópticos y haremos un recuento de los principales formatos que se han derivado del CD musical.

### El surgimiento de la tecnología óptica

A finales de la década de los 70, la compañía Philips había desarrollado un método para grabar información en surcos microscópicos y recuperarla mediante un rayo láser. La aplicación que los ingenieros de esta compañía le dieron a tan novedoso sistema fue en el **"disco láser de video"**, cuyo lanzamiento al mercado se dio en 1980, con la intención de ofrecer una alternativa viable a los formatos de videocinta Beta y VHS, que por entonces inauguraban una era en el terreno del video doméstico.

Sin embargo, tal vez por tratarse en ese tiempo de una tecnología muy avanzada para las condiciones de la industria en el mundo, o por resultar muy costosa con relación a las videocintas, Philips no obtuvo el éxito esperado con el videodisco en esos años.

Mas este gran avance sentó las bases del disco compacto digital. Al respecto, conviene precisar que en el videodisco láser la información no se graba digitalmente, sino de manera analógica.

Por otra parte, hacia fines de los 70, las técnicas digitales habían alcanzado un grado de maduración que los hacía susceptibles de aplicarse en electrónica de consumo, en buena medida estimuladas por los avances en la producción de circuitos de gran escala de integración.

Este panorama, aunado a las ventajas de las técnicas digitales sobre las analógicas, llevó a Philips a considerar el desarrollo de un disco láser para grabación de audio basado en procedimientos numéricos.

El inconveniente fundamental que enfrentaba Philips para desarrollar un medio de almacenamiento con estas características, era el proceso de conversión de la señal analógica en un formato digital y su posterior reconversión a la expresión analógica. Por entonces ya existían desarrollos comerciales de circuitos convertidores de análogo a digital (A/D) y de digital a análogo (D/A), pero como Philips había dedicado mucho tiempo a la investigación y desarrollo de la tecnología para el almacenamiento y recuperación de datos en formato óptico, no disponía de un desarrollo propio para la conversión A/D/A de señales de audio.

Conscientes de que desarrollar un método propio para resolver esta cuestión técnica podría tomarles varios años, los directivos de Philips decidieron establecer alianzas estratégicas con otras compañías que ya disponían de esa tecnología. Concretamente, llegaron a un acuerdo con la firma japonesa Sony, para el lanzamiento común del nuevo disco compacto de audio digital.

Los ingenieros de Sony habían desarrollado a fines de los 70 un procedimiento muy efectivo para la grabación de audio análogo en forma digital a través de una codificación **PCM (Pulse Code Modulation)**. Inclusive, algunos de sus modelos de videograbadoras Beta, llegaron a incluir circuitos que permitían la adición de un módulo especial para el manejo del audio estéreo Hi-Fi digital. Finalmente, de la unión de tecnologías de estas dos grandes empresas mundiales, surgió en 1982 el disco compacto de audio digital. Rápidamente, este novedoso sistema atrajo la atención de otros fabricantes de equipos, pues el CD ofreció indudables ventajas sobre los tradicionales medios de almacenamiento de audio: **el disco negro de acetato y la cinta en casete.**

### Luz y protuberancias

En un disco de acetato la información se graba mediante pequeños surcos en forma de espiral; es en las paredes de dicho surco donde se graba el audio analógico que posteriormente es recuperado por una aguja de zafiro o de diamante (figura 1). La aguja, al recorrer el surco, vibra según las ondulaciones grabadas en las paredes del mismo y transmite la información de audio analógico hacia una pastilla magnética, donde se obtiene la señal eléctrica respectiva, misma que es filtrada y amplificada para su posterior salida por los altavoces.

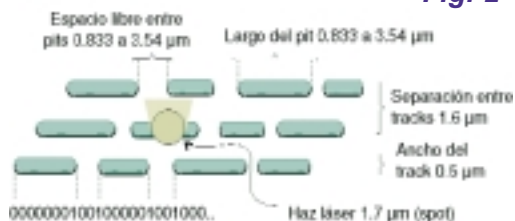
**¿Cuál es el principio de almacenamiento y lectura de información en los sistemas ópticos?** En este caso, no existe aguja ni contacto físico entre el medio recuperador y el medio de almacenamiento, como tampoco existe un surco con paredes grabadas.

En los discos ópticos, para almacenar los datos, se utiliza un *track* o pista de información constituida por minúsculas elevaciones de longitud variable, a las cuales se les llama *pits* (en inglés *pit* significa hueco, pero se emplea este término porque en el disco matriz, que es como el negativo del CD, la información va codificada en microscópicos huecos o



En un disco compacto, la información se graba mediante diminutas "pits" o elevaciones. Al área respectiva se le llama "superficie de datos".

Fig. 2



depresiones). El **pit** es la célula o unidad básica de información en los discos ópticos digitales. Las dimensiones de estos *pits* son sorprendentes: tienen un ancho de sólo 0,5 micras (una micra = una milésima de milímetro); su altura es de tan sólo 0,11 micras, y su longitud puede variar desde 0,83 hasta 3,5 micras (figura 2). A su vez, la separación entre **tracks** adyacentes es de tan sólo 1,6 micras.

Estas dimensiones probablemente no tengan para usted un significado en primera instancia; sin embargo, para brindarle una perspectiva más apropiada, en la figura 3 se muestra una comparación de los *tracks* de un CD musical con un surco de un disco de acetato y con el grueso de un cabello humano.

### Tecnolog a digital

La tecnología digital tiene notables ventajas en comparación con los medios de almacenamiento de audio y video analógicos, como el disco de acetato y la cinta de video magnética.

Con las técnicas analógicas, cualquier imperfección durante las etapas de registro, almacenamiento o reproducción de la grabación afecta la calidad de la señal de audio y/o video.

Por ejemplo, un disco sucio provoca ruido.

Estas imperfecciones no ocurren en el almacenamiento digital, donde gracias a la naturaleza binaria de los datos almacenados, cualquier fuente de ruido externo se elimina rápida y eficientemente, permitiendo la recuperación de una señal que es virtualmente idéntica a la original.

### De anal gico a digital

En la tecnología del disco óptico, exceptuando la información de video de los discos láser, las señales analógicas son convertidas en señales digitales. Durante este proceso, la señal analógica de audio y/o video es dividida en varias partes y convertida

en una serie de valores llamada **muestreo**. En cada muestreo se explora una forma de onda que representa una señal de audio o de video, y esta exploración se lleva a cabo en intervalos iguales. La fuerza y la polaridad de la señal analógica original en estos intervalos, pueden expresarse con números decimales (1, 2, 3, etc.); así, tanto la magnitud como la polaridad de dicha señal ( + ó - ) quedan indicadas de punto a punto. Vea la figura 4.

La frecuencia y el número de bits con que se mide la magnitud de la señal en una forma de onda, determinan la exactitud del registro de la forma de onda original; por consiguiente, el número de bits debe ser tal que estos pasos deben ser muy pequeños; y por lo que se refiere a la frecuencia, ésta debe ser lo suficientemente elevada para garantizar la correcta captura de todo el ancho de banda de la señal original. Un conversor A/D transforma los valores decimales en una notación binaria: bits. Los bits sólo consisten en 1 (unos) y 0 (ceros), y mediante la combinación de éstos se pueden expresar los números decimales en forma de notación binaria.

Estos son ejemplos de notación binaria en tres bits:

| Decimal | Binaria |
|---------|---------|
| 1       | 001     |
| 2       | 010     |

La señal analógica se convierte entonces en una señal digital que ahora consiste en una serie de pulsos: pulsos para los 1 (unos) y ausencia de pulsos para los

0 (ceros). Estos pulsos en serie se graban en la superficie del disco maestro en forma de **pits** de tamaño microscópico; y esto se hace con un rayo láser muy fino.

En la mayoría de las grabaciones, cada valor analógico muestreado (44,100 por segundo) es convertido en una línea de 16 bits en vez de los tres que se acababan de ejemplificar; de esta manera, se obtiene un total de más de 1 millón de bits por segundo. Un número de 16 bits de 1 (unos) y 0 (ceros) puede expresar un máximo de 65.536 diferentes valores; o sea, que dos posibles valores para cada bit =  $2^{16} = 65.536$  posibilidades.

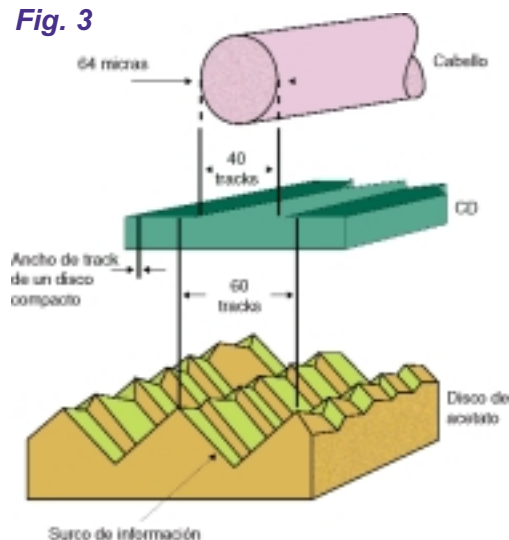
### OTROS SISTEMAS OPTICOS

Como ya mencionamos principio, esta tecnología tan poderosa no sólo se aprovecha en los discos digitales de audio, sino que también se aplica en otros formatos. A continuación se describen algunos de los formatos derivados del disco compacto de audio digital.

### El disco l ser de video

Si bien el disco láser de video es anterior al disco compacto de audio, ya que fue presentado por Philips en 1980, dos años antes que el primer CD de audio llegara al mercado, como tuvo una acogida muy pobre por parte de la industria, prácticamente fue archivado entre los múltiples formatos que compitieron por la supremacía en el mundo del video casero.

Fig. 3



## ¿Qué es la Electricidad y qué es la Electrónica?

### El CD-ROM

Ya mencionamos que los CD-ROM son físicamente idénticos y de la misma tecnología que un disco compacto de audio digital. Justamente por esas propiedades, es un medio que puede almacenar hasta 640 megabytes de información, una cantidad extraordinaria en un reducido espacio, comparada con un disco duro promedio.

Precisamente por esa capacidad de almacenamiento, los CD-ROM's se utilizan sobre todo en aplicaciones de multimedia interactiva, donde los gráficos y el audio consumen grandes cantidades de espacio; aunque cada vez se les emplea con mayor frecuencia en la distribución de programas diversos, librerías de programas, etc.

### El CD-I

El Disco Compacto Interactivo (CD-I) fue un desarrollo de Philips que trató de competir con el CD-ROM, ya que su utilidad era prácticamente la misma; esto es, en un CD-I también podían grabarse textos, imágenes, animaciones, sonidos, etc. Su ventaja inicial era que para aprovechar un CD-ROM se necesitaba una computadora personal poderosa, mientras que para utilizar los CD-I tan sólo se requería un aparato lector que se conectaba al televisor.

### Disco compacto para fotografía (Photo-CD)

Este es un desarrollo que hizo Kodak a finales de los 80, como una opción para almacenar un gran número de fotografías en un CD idéntico al de audio en dimensiones y tecnología, pero cuyo formato interno estaba especialmente dedicado al manejo de imágenes.

Durante algún tiempo se vendieron lectores especiales de Photo-CD

para conectarlos al televisor, utilizando el disco como **libro de fotos**; sin embargo, en la actualidad prácticamente toda esta tecnología se ha desplazado al mundo de las computadoras personales.

### Los medios magneto-ópticos

Una situación especial la tenemos en un desarrollo relativamente reciente, el cual permite la utilización de tecnología óptica combinada con fenómenos magnéticos: los medios de almacenamiento magneto-ópticos para grabar y leer información digital.

Empleando un rayo láser que calienta la superficie de un material metálico al tiempo que se le aplica un campo magnético, se puede almacenar información digital, con la ventaja de que la densidad de almacenamiento es extraordinariamente elevada; por ejemplo, en un disco de 3,5 pulgadas, se pueden grabar desde 100 hasta varios cientos de megabytes.

Muchas compañías están compitiendo para conseguir que su formato de discos magneto-ópticos sea el reemplazo de los tradicionales disquetes de 1,44MB; el más usual, aunque ya en vías de la obsolescencia técnica. Ejemplos de discos magneto-ópticos son el MiniDisc de Sony, las unidades IOmega, etc.

### El DVD

El próximo paso en la evolución de los medios de almacenamiento ópticos es, sin duda alguna, el DVD, siglas de Disco Versátil Digital. Este disco se fabrica con la misma tecnología de un CD de audio normal, pero llevado un paso adelante: gracias a la utilización de nuevas tecnologías de fabricación de diodos láser y al empleo de frecuencias de opera-

En un proceso de conversión A/D, los niveles de voltaje en la entrada son convertidos en combinaciones de 1's y 0's que representan fielmente a la señal original.



Fig. 4

ción más elevadas, es posible reducir aun más el tamaño de los *pits* y del espacio entre pistas de información; esto permite una mayor densidad de información y, por lo tanto, un incremento significativo en la cantidad de datos que se pueden grabar en un solo disco de 12 cm, de hecho, las dimensiones físicas externas de ambos formatos son las mismas.

Un DVD puede contener hasta 4,7 gigabytes, y gracias al desarrollo de novedosos métodos de escritura por capas, esta capacidad puede aumentar hasta casi 18 gigabytes de información en un solo disco de 12 cm.

Esa enorme capacidad de almacenamiento podría parecer exagerada para el usuario de computadoras; sin embargo, resulta ideal para la distribución de películas digitalizadas, por lo que se calcula que en pocos años el DVD se convertirá en el medio de venta de películas más popular, por encima de las cintas VHS, ofreciendo además la ventaja de una calidad de imagen y sonido superiores a las de las cintas analógicas.

Sin duda, los medios ópticos constituyen una alternativa importante en el futuro inmediato, para el registro de cantidades extraordinarias de información. No obstante, los medios magnéticos también se encuentran en gran efervescencia; incluso, la vertiente donde se combinan las tecnologías óptica y magnética resulta cada vez más atractiva para los usuarios de computadoras. \*\*\*\*\*

## El Mundo de la Electrónica

Es una publicación de Editorial Quark, compuesta de 24 fascículos, preparada por el Ing. Horacio D. Vallejo, contando con la colaboración de docentes y escritores destacados en el ámbito de la electrónica internacional. Los temas de este capítulo fueron escritos por Horacio Vallejo, Felipe Orozco y Leopoldo Parra.