



Contiene CD ROM con Manuales, Textos y Programas

Con el aval de:



ENCICLOPEDIA DE ELECTRONICA BASICA

Electricidad y Electrónica
Conducción de la Corriente Eléctrica
Resistencia Eléctrica
Ley de Ohm

Precio en: Argentina: \$8,90
México \$20 M.N.
Venezuela: \$10,000.00
Colombia: \$14,000.00
Otros Países: US\$6

**EL CD
POSEE UN MANUAL
DE COMPONENTES
INTERACTIVO, VIDEOS
Y MUCHO MAS**

Contenido del CD:

Enciclopedia Visual:
Tomos 1 a 4

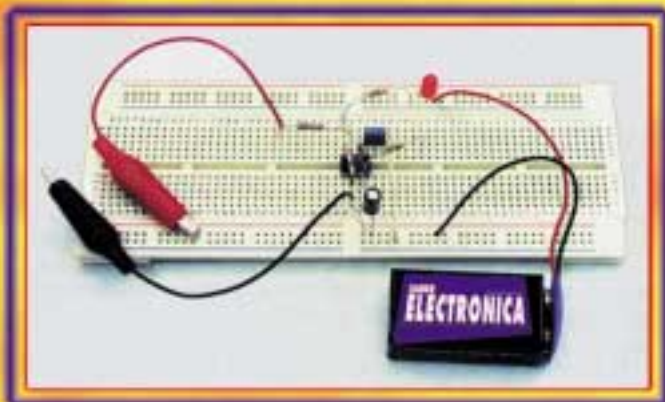
**Curso de Electrónica con
Prácticas y Evaluaciones:**
Lecciones 1 a 4

Video: Manejo del Multímetro

Programas:
Manual de 90.000 Componentes y Reemplazos,
Construcción de Circuitos Impresos por Computadora,
Programadores y Lectores, Utilitarios y mucho más...



AUDIO, TV, VIDEO



TEORIA Y PRACTICA

ISBN: 987-1116-10-1



PRESENTA

ENCICLOPEDIA DE ELECTRONICA BASICA

TOMO 1

Coordinado por: Ing. Horacio D. Vallejo

Editado por:

EDITORIAL QUARK S.R.L.

Herrera 761/63 (1295) Buenos Aires, Argentina

Tel./fax: (0054-11) 4301-8804

Director: Horacio D. Vallejo

Impresión: Talleres Gráficos OFAN S.R.L, Bs. As., Argentina - abril 2003.

Distribución en Argentina: Capital: Distribuidora Cancellaro e Hijo SH, Gutemberg 3258, Buenos Aires - Interior: Distribuidora Bertrán S.A.C., Av. Vélez Sarsfield 1950, Buenos Aires

Distribución en Uruguay: Rodesol SA, Ciudadela, Montevideo.

Distribución en México: Saber Internacional SA de CV, Hidalgo 7A, Ecatepec de Morelos, Ed. México, México, (0155) 5787-8140

Distribución en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Paraguay, Chile y Centroamérica: Solicitar distribuidor al (005411)4301-8804 o por Internet a:

www.webelectronica.com.ar

(Los compradores de esta edición tienen acceso a información adicional con el password: enci1)

La editorial no se responsabiliza por el contenido del material firmado. Todos los productos o marcas que se mencionan son a los efectos de prestar un servicio al lector, y no entrañan responsabilidad de nuestra parte. Está prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta publicación, así como la industrialización y/o comercialización de los circuitos o ideas que aparecen en los mencionados textos, bajo pena de sanciones legales, salvo mediante autorización por escrito de la editorial.

ISBN Obra Completa: 987-1116-10-1

ISBN Tomo: 987-1116-11-X

Prólogo

La "Enciclopedia de Electrónica Básica", es una obra de 6 tomos acompañada de CDs MULTIMEDIA y bibliografía adicional que se puede bajar gratuitamente desde Internet con las claves dadas en diferentes párrafos de cada tomo y de los CDs.

La Enciclopedia tiene como objeto mostrar las bases, leyes y postulados de la electricidad y la electrónica además de introducir al lector en esta disciplina que abarca varias ramas ya sea en la electrónica analógica como en la digital.

A lo largo de los 6 tomos aprenderá qué es la electricidad, qué es la electrónica, circuitos, leyes, construcción de prototipos, montajes, diseño de circuitos, armado de placas, construcción de circuitos impresos, programaciones básicas, etc.

Tendrá abundante material de consulta que no puede faltar de su biblioteca. La obra está dirigida a todo el público en general interesado en aprender electrónica básica y saber cómo se manejan los instrumentos (multímetro, osciloscopio, generador de funciones, inyector de señales, analizador dinámico, fuente de alimentación, etc.) pero sobre todo está orientado a estudiantes, aficionados y docentes, dado que cada tema se explica desde el comienzo, presumiendo que el lector no posee conocimientos previos de la especialidad. La Enciclopedia se complementa con CDs y bibliografía adicional a la que puede acceder por Internet dirigiéndose a: www.webelectronica.com.ar. Debe hacer click en el ícono PASSWORD y luego ingresar las claves que se dan en los CDs.

Nota de Redacción: Esta enciclop[edia posee temas que se desarrollan también en el CD "Enciclopedia Visual de la Electrónica" y en "Teoría Servicio y Montajes". Esto es así porque los postulados de la electrónica son siempre los mismos y empleamos igual bibliografía para cada caso. Sin embargo, en la medida que avanza la obra, notará que la que está leyendo en estos momentos está dirigida a que Ud. "aprenda" electrónica mientras que "Teoría, Servicio y Montajes" está orientada a los técnicos reparadores. Por otra parte, en los CDs de esta Enciclopedia encontrará abundante material práctico que no posee la "Enciclopedia Visual". Por lo dicho, aclaramos que son tres productos creados con diferentes objetivos aunque algunos de los temas tratados sean los mismos.

INDICE

Qué es la Electricidad y Qué es la Electrónica

Qué es la Electrónica.....	3
Introducción.....	3
Orígenes de la Electrónica.....	3
Definición y Objeto de Estudio de la Electrónica	4
Diferencia Entre Aparato Eléctrico y Aparato Electrónico.....	5
Un Acercamiento a la Historia de la Electricidad.....	5

Las Bases de la Electrónica

Estructura Atómica	8
Corriente Eléctrica.....	10
Resistencia Eléctrica	10
Clasificación de los Resistores.....	11
Código de Colores para Resistores	12
Pilas y Baterías	13

Conducción de la Corriente Eléctrica

Conductores y Aislantes.....	14
Tipos de Conductores	15
Campo Eléctrico y Corriente Eléctrica	17
La Corriente Eléctrica.....	19

Resistencia

Introducción.....	20
La Ley de Ohm	21

Contenido del CD Enciclopedia de Electrónica Básica

Programas ACROBAT READER y WINDOWS MEDIA PLAYER	24
Vídeo Presentación	24
Enciclopedia Visual Parte 1	24
Curso de Electrónica con Prácticas	24
80 Montajes.....	24
Vídeo "Manejo del Multímetro"	24
Programas.....	24
Utilitarios.....	24

Vivimos en una época de constantes avances científicos, en la que surgen tecnologías que inducen a la creación de nuevas corrientes, éstas a su vez modifican la cultura y todo debido a la aplicación de la electrónica en sus diferentes ramas.

QUÉ ES LA ELECTRÓNICA

Introducción

El curso de la humanidad ha tenido un cambio radical con el desarrollo tecnológico propiciado por la expansión de la electrónica y, en especial, por el crecimiento masivo de las comunicaciones.

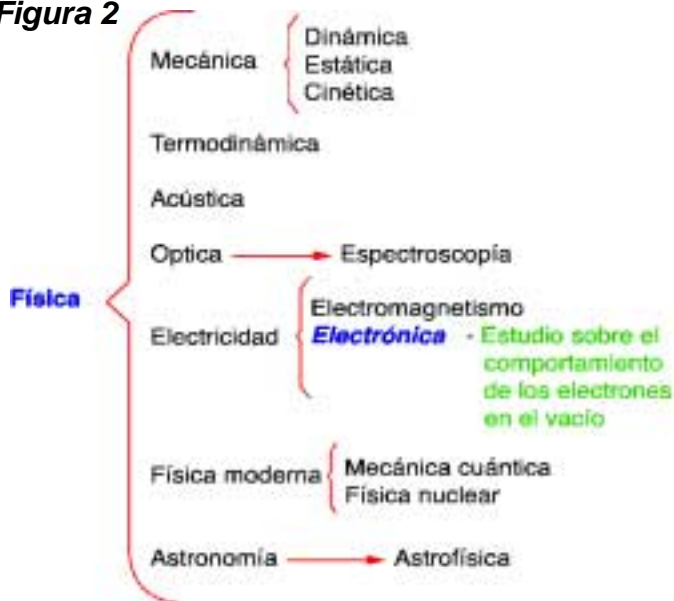
Durante mucho tiempo los únicos medios de transporte fueron el barco y la carroza; sólo a través de ellos era posible la comunicación que se limitaba a fuentes orales y escritas. Y como el desarrollo cultural de las naciones es paralelo al incremento cualitativo de los medios de comunicación, resultaron muy lentos los cambios políticos, sociales y científicos en los siglos en que la electrónica aún no existía.

En la actualidad, los medios de comunicación se han diversificado notablemente y con frecuencia surgen nuevas posibilidades. De esta manera, el teléfono, la radio, la televisión, el fax y la red mundial internet constituyen claros ejemplos de ello, ya que todos se soportan por complejas redes de cable y fibra óptica, por satélites, antenas parabólicas y sistemas computarizados (figura 1). Los conocimientos y noticias hoy pueden difundirse por todo el mundo en cuestión de segundos, y toma unas horas recibir datos de otros planetas, puesto que existen naves espaciales *-controladas por computadoras-* que envían a la Tierra información sobre sus viajes; tal es el caso de las famosas sondas Voyager y del Viking 2, este último enviado al planeta Marte en 1976. Tenemos pues, la fortuna de vivir en una época de constantes avances científicos, en la que surgen tecnologías que inducen la creación de nuevas corrientes; éstas a su vez modifican la cultura en todo el mundo, y todo gracias a la aplicación de la electrónica.

Figura 1



Figura 2



Orígenes de la Electrónica

Es indudable la importancia que tiene la electrónica en la actualidad (figura 2).

¿Exactamente de qué se ocupa esta disciplina?

La electrónica es una subdivisión de la electricidad (a su vez una rama de la Física), que se origina hacia fines del siglo XIX con la realización de experimentos y observaciones sobre el comportamiento de los electrones en el vacío.

En efecto, el origen de la electrónica puede ubicarse hacia 1883, cuando el inventor estadounidense Thomas Alva Edison descubrió la emisión termoiónica en los filamentos de las lámparas incandescentes. Observó que en su lámpara incandescente había un punto sobre la superficie del vidrio que se calentaba más que otras zonas. En este punto colocó, en el in-

terior de la lámpara, una pequeña placa de metal unida a un cable conductor, y luego se le ocurrió conectar éste al polo positivo de la batería; finalmente observó que a través del cable circulaba una corriente. A este fenómeno le llamó emisión termoiónica porque creía que por efectos del calor se producían iones negativos (electrones) que eran atraídos hacia la placa positiva.

En 1905, el investigador inglés John Ambrose Fleming aplicó el efecto termoiónico en sus experimentos, dando origen a un tubo de vacío llamado diodo. Este dispositivo estaba formado por tres elementos: un filamento que generaba calor, un cátodo revestido de un material que permitía una mayor producción de electrones, y una placa. El diodo dejaba fluir la corriente eléctrica desde el cátodo hacia la placa pero nunca en sentido opuesto.

Más adelante, en 1906, el estadounidense Lee de Forest añadió un tercer electrodo (rejilla) con el que se podía controlar el flujo de corriente entre el ánodo y el cátodo. Este dispositivo recibió el nombre de triodo.

El diodo elaborado por Fleming, con el que se hacía que la corriente circulara en un solo sentido, no sólo fue vital en la conversión de la corriente alterna en directa, sino que también marcó el inicio de la tecnología electrónica. Por su parte, el triodo realizado por Lee de Forest permitió la construcción del amplificador de los circuitos osciladores que a la postre sería la base de las telecomunicaciones por ondas de radio. Por esta razón, a Edison, Fleming y Lee de Forest se les considera precursores de la electrónica; les sucedieron numerosos científicos e investigadores, cuya tarea fue seguir experimentando en este vasto campo (figura 3).

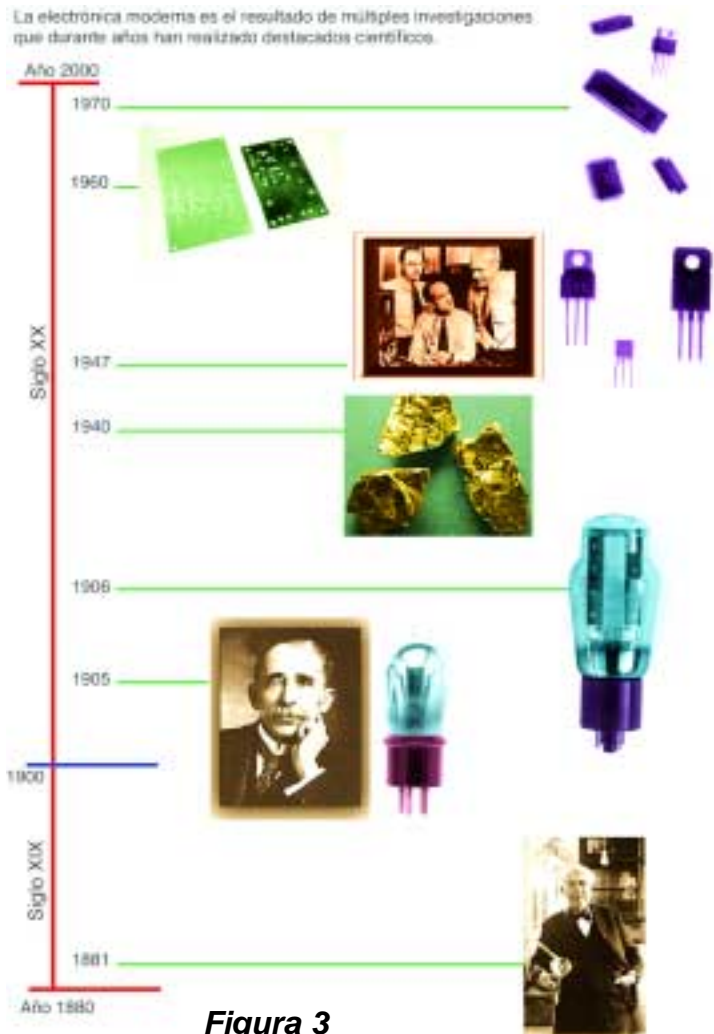


Figura 3

Definición y Objeto de Estudio de la Electrónica

Por su origen, la electrónica puede definirse como:

"La ciencia que estudia el comportamiento de los electrones cuando éstos viajan a través de tubos al vacío o de gases raros".

Sin embargo, bajo una conceptualización moderna, puede decirse que la electrónica es:

"El campo de la ingeniería que estudia el aprovechamiento del flujo de electrones en dispositivos semiconductores, para generar, recibir, almacenar y transmitir información en forma de señales eléctricas".

Esta información, a su vez, consiste en imágenes (como las de un televisor o cámara de video), sonidos (como los de un receptor de radio) y datos (como los de las computadoras).

¿Cómo un flujo de electrones puede transmitir información?

El flujo de electrones (corriente eléctrica) que circula a través de los dispositivos que forman un aparato electrónico, genera diversos fenómenos; por ejemplo, el choque de electrones sobre una superficie de fósforo provoca emisión de luz (principio en el que se basa el funcionamiento de los televisores). La in-

Puede decirse que la electrónica nace con el descubrimiento de la emisión termoiónica.

El diodo elaborado por Fleming en 1905, con el que se hacía que la corriente circulara en un solo sentido, no sólo fue vital en la conversión de la corriente alterna en directa, sino que también marcó el inicio de la tecnología electrónica.

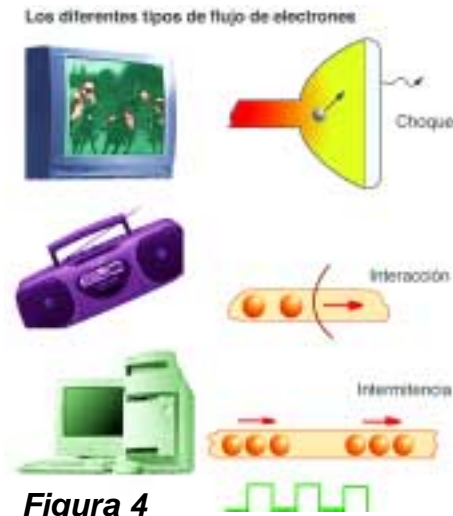


Figura 4

La electrónica puede definirse como la ciencia que estudia el comportamiento de los electrones cuando éstos viajan a través de tubos al vacío o de gases raros.

teracción entre un campo magnético generado por el movimiento de los electrones a través de un conductor y el campo magnético de un imán en las bocinas, es aprovechada para generar un movimiento vibrante en el cono rígido de estas mismas; a su vez, el cono transmite la vibración al aire para así generar el sonido. El flujo intermitente de electrones entre los diversos dispositivos de una computadora (como si fuera clave Morse), permite la transmisión de datos, etc. (figura 4).

No obstante, para que ocurran estos fenómenos es necesario modificar las características de la corriente eléctrica, tal como se estudiará a lo largo del curso.

Diferencia Entre Aparato Eléctrico y Aparato Electrónico

Pensemos primero en un aparato eléctrico (una plancha, una licuadora o una aspiradora); luego intentemos compararlo con un aparato electrónico (una videograbadora, un televisor o una computadora). La diferencia entre ambas clases de aparatos radica sencillamente en la función que cumplen. En efecto, mientras que un aparato eléctrico tiene como objetivo producir un trabajo mecánico o irradiar energía en forma de luz o calor, la función primordial de un aparato electrónico es procesar información. Y aunque los dos requieren de la electricidad para funcionar, no hay lugar a dudas de que son completamente distintos.

¿En qué consiste esa diferencia?

Un aparato eléctrico, básicamente, aprovecha la energía o potencia que le suministra una carga eléctrica, para *-como ya se mencionó-* ejecutar un trabajo mecánico o producir luz o calor, en tanto que un aparato electrónico fundamentalmente aprovecha las cualidades de la corriente eléctrica para convertir, transportar y procesar información (figura 5).

De lo anterior podemos deducir que la electrónica como parte de la electricidad tiene un campo de estudio bien delimitado, aunque las dos áreas están relacionadas con el estudio del comportamiento de las cargas eléctricas.

Específicamente, la electricidad se ocupa del estudio de la corriente eléctrica

(esto es, su generación, distribución y aprovechamiento directo), mientras que la electrónica es la ciencia que aprovecha la misma energía eléctrica pero ya procesada en forma de señales de audio, video, etc.

Precisamente porque la electrónica es parte de la electricidad, en este tomo y en algunos posteriores se analizan algunos fenómenos eléctricos.

Un Acercamiento a la Historia de la Electricidad

La electricidad es un fenómeno asociado a las cargas eléctricas y su interacción entre ellas. Cuando una carga es estacionaria o estática produce fuerzas sobre objetos en regiones adyacentes, y cuando está en movimiento produce efectos magnéticos. Como tal, la

Electrónica y electricidad



Figura 5

electricidad es una de las manifestaciones de energía que más beneficios ha dado al ser humano.

Con ella ha producido luz, calor, movimiento, sonido, etc, aunque lograrlo no ha sido nada fácil. Tuvieron que pasar 2000 años desde su descubrimiento para que fuera aprovechada en algo realmente útil: el telégrafo, inventado por Morse en el siglo XIX.

El resplandor de la antigua Grecia en su período clásico, produjo un efecto profundo sobre la cultura en el ámbito mundial; incluso, sus alcances perduran en nuestros días. Dentro de sus múltiples contribuciones, se atribuye a los griegos el descubrimiento de la electricidad; la Historia registra que experimentaron con este fenómeno al frotar un pedazo de ámbar (resina fósil de color amarillo) contra la piel de un animal; observaron que como resultado de esta acción, el ámbar atraía pedazos pequeños de hojas secas y virutas de madera.

De hecho, el mismo principio puede seguirse para comprobar el fenómeno de la electricidad. Así que como experimento, frote una regla de plástico en su cabello y luego acérquela a pequeños pedazos de papel; observará cómo son atraídos por ella (figura 6).

El término "**electricidad**" proviene de la palabra griega elektrón, que significa "ámbar"; pero no fue propuesto por los griegos, sino por William Gilbert en el siglo XVI. Gilbert, de nacionalidad inglesa, hizo una modesta clasificación de los materiales: si al frotarlos atraían pedazos de otros materiales ligeros, los denominaba "eléctricos"; si no era así, los llamaba como "no eléctricos".

Después, en el siglo XVII Charles Du Fay comprobó que el vidrio podía atraer, al igual que el ámbar, pequeños trozos de materiales ligeros. Sin embargo, también descubrió que a partir de un segundo intento, los materiales mostraban repulsión en vez de atracción hacia el vidrio; entonces dedujo que podían existir dos clases de electricidad. A éstas, el estadounidense Benjamin Franklin las llamó finalmente electricidad positiva y electricidad negativa.

Para entender correctamente el concepto de electricidad y las clases propuestas por Benjamin Franklin (negativa y positiva), es necesario conocer primero los componentes estructurales de la materia, que es de lo que nos ocuparemos enseguida. Le sugerimos que antes consulte el cuadro 1, donde se describen algunos datos relacionados con la historia de la electricidad. Hasta aquí hemos dado una pequeña parte de la historia de la electricidad y la electrónica.

Recuerde que esta enciclopedia está destinada a estudiantes, aficionados, docentes y todos los amantes de la electrónica que deseen tener una obra de consulta



















Figura 6

Un aparato eléctrico aprovecha la energía que le suministra una carga eléctrica, para ejecutar un trabajo mecánico o producir luz o calor, en tanto que un aparato electrónico aprovecha las cualidades de la corriente eléctrica para convertir, transportar y procesar información.



Figura 7: Se comenzará a publicar la "Enciclopedia de Electrónica Básica", obra que Ud. está leyendo y está destinada a estudiantes, aficionados y docentes. Por otra parte, ya está en los mejores puestos de periódicos el fascículo 19 de la enciclopedia "Teoría, Servicio y Montajes" que enseña a realizar el servicio a equipos electrónicos y contiene gran cantidad de proyectos y montajes (vea en el texto cómo conseguir todos los fascículos de esta obra).

Desarrollo de estudios sobre la electricidad

	<p>Fenómenos electrostáticos Tales de Mileto (600 a.C.) fue el primero en comprobar que frotando un trozo de ámbar (electron) contra un paño de piel, se atraían partículas de paja.</p>		<p>Electromagnetismo André-Marie Ampère (1823) establece los principios de la electrodinámica, experimentó con conductores, y determinó que éstos se atraen si las corrientes fluyen en la misma dirección y se repelen cuando fluyen en contra. El Ampere es la unidad de medida de la corriente eléctrica.</p>
	<p>Fenómenos magnéticos William Gilbert (1600) investigó la escaoción del ámbar y de los electrificables. Fue el primero en utilizar la palabra "electricidad". Gilbert es la unidad de medida de la fuerza magneto-motriz.</p>		<p>Ley de Ohm George Simon Ohm (1826) formuló con exactitud la Ley de las Corrientes Eléctricas, definiendo la relación exacta entre tensión y corriente. El Ohm es la medida de la resistencia eléctrica.</p>
	<p>La Máquina electrostática Otto von Guericke (1672) desarrolló la primera máquina para producir cargas eléctricas.</p>		<p>Bobinas de Henry Joseph Henry (1828) perfeccionó los electroimanes; observó que la polaridad cambia al cambiar la dirección del flujo de la corriente. Desarrolló el término de "inductancia propia". El Henry es la medida de la inductancia eléctrica.</p>
	<p>La botella de Leyden Von Kleist y Van Musschen Broock (1745) desarrollan la botella de Leyden, donde se almacena electricidad estática; esto daría paso al desarrollo del condensador eléctrico.</p>		<p>Campo eléctrico Michael Faraday (1831) establece que el magnetismo produce electricidad a través del movimiento. La tensión inducida en la bobina que se mueve en un campo magnético no uniforme, fue demostrada en el primer generador. Faradio es la medida de la capacitancia eléctrica.</p>
	<p>Teoría del fluido eléctrico Benjamin Franklin (1752) desarrolló la teoría que considera a la electricidad como un fluido que existe en la materia, y cuyo flujo depende del exceso o defecto del mismo.</p>		<p>Lámpara incandescente Thomas Alva Edison (1881) produce la primera lámpara incandescente con un filamento de algodón, el cual permaneció encendido por 44 horas.</p>
	<p>La ley de cargas Augustin de Coulomb (1776) inventó la balanza de torsión, con la cual logró medir con exactitud la fuerza de las cargas eléctricas.</p>		<p>Ondas electromagnéticas Heinrich Hertz (1884) perfecciona la teoría de Maxwell (propagación, polarización y reflexión de las ondas electromagnéticas), con lo cual abre la puerta para el desarrollo de las ondas de radio. Hertz es la unidad de medida de la frecuencia.</p>
	<p>Pila voltaica Alessandro Volta (1800) construye la primera celda electroquímica y la batería, capaz de reproducir corriente eléctrica. Demostró que cuando dos metales distintos y una sustancia química entran en contacto, pueden producir corriente eléctrica. Para ello, usó láminas de plata y zinc en una solución salina.</p>		<p>Motor eléctrico, bobina Tesla Nikola Tesla (1888) desarrolló la teoría de los campos rotatorios. Se le considera el padre del sistema eléctrico que hoy en día utilizamos. Tesla es la unidad de medida de la densidad de flujo magnético.</p>
	<p>Relación electricidad-magnetismo Hans Christian Oersted (1819) descubre el electromagnetismo, cuando accidentalmente coloca una brújula cerca de un cable energizado por una pila voltaica. Este descubrimiento fue crucial para el desarrollo de la electricidad. Oersted es la unidad de medida de la reluctancia magnética.</p>		<p>Superconductividad Kamerlingh Onnes (1911) descubrió que la resistencia de algunos conductores eléctricos desaparece repentinamente cuando éstos alcanzan una temperatura cercana al cero absoluto (-273°C).</p>

permanente. Por otra parte, también les recordamos que Editorial Quark está editando otra enciclopedia, nos referimos a **“Teoría, Servicio y Montajes”** que posee 24 tomos, 6 CDs y abundante información adicional que se actualiza periódicamente. Esta segunda enciclopedia lo prepara para **“la reparación de equipos electrónicos”** y si bien enseña los conceptos de la electrónica en los prime-

ros fascículos, se orienta más a la tecnología, mantenimiento y servicio de equipos de audio, TV, video y comunicaciones.

Si bien en los puestos de periódico hoy se encuentra el fascículo 19 de la Enciclopedia **"Teoría, Servicio y Montajes"** (vea la figura 7), Ud. puede conseguir los 18 fascículos y los 3 primeros CDs de la obra por sólo \$300 M.N. (en México) llamando al (0155) 5882-5664 o dejar su mensaje al (0155) 5787-8140 para que nos comuniquemos con Ud. (no olvide dejar su teléfono, sin importar la localidad de la República desde donde llame) y le enviamos la obra a su domicilio. En Argentina puede llamar al 4301-8804 y para otros países puede consultar al distribuidor autorizado en www.webelectronica.com.ar

LAS BASES DE LA ELECTRÓNICA

Estructura Atómica

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:

Si se pudiera dividir el átomo de un elemento, tendríamos pequeñísimas partículas que son las que dan a los átomos sus particulares características.

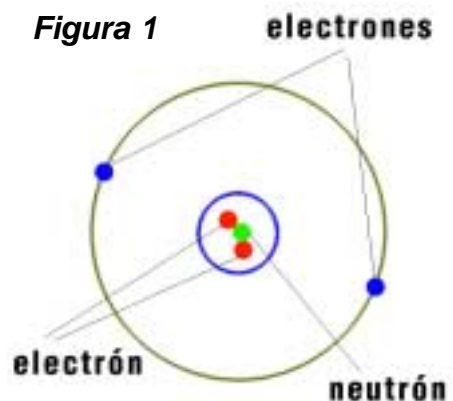
Debemos saber que un átomo de un elemento se diferencia de un átomo de otro elemento en el número de ciertas partículas subatómicas que tiene cada uno de ellos, y éstos son los electrones.

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 deno-

La electricidad se ocupa del estudio de la corriente eléctrica, mientras que la electrónica es la ciencia que aprovecha la misma energía eléctrica pero ya procesada en forma de señales de audio, video, etc.

El término "electricidad" proviene de la palabra griega *elektrón*, que significa "ámbar"; pero no fue propuesto por los griegos, sino por William Gilbert en el siglo XVI. Gilbert, de nacionalidad inglesa, hizo una modesta clasificación de los materiales: si al frotarlos atraían pedazos de otros materiales ligeros, los denominaba "eléctricos"; si no era así, los llamaba como "no eléctricos".



La electrónica es como un lenguaje: quien conoce sus principios, domina sus técnicas.

Un conductor de la corriente eléctrica es 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.



Figura 2

mina "**NUMERO ATOMICO**". 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 ELECTRICA**.

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 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 positivos 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 volt = 1.000 milivolt
1V = 1.000mV

1 volt = 1.000.000 microvolt
1V = 1.000.000μV

1 volt = 0,001 kilovolt
1V = 0,001kV

Corriente Eléctrica

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 positivos 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 (miliampere)
1μA = 0,000001A
1A = 1.000.000μA (microampere)
1μA = 0,001mA
1mA = 1.000μA

Resistencia Eléctrica

Definamos la resistencia eléctrica de un conductor como una propiedad del material que representa la oposición del mismo frente al paso de la corriente eléc-

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.

Los protones y neutrones tienen carga eléctrica y son los "autores" principales de la electrónica.

Para conocer cómo se conduce la corriente eléctrica es preciso saber las propiedades de la materia.

Es preciso saber qué materiales conducen la corriente eléctrica y cuáles son aislantes.

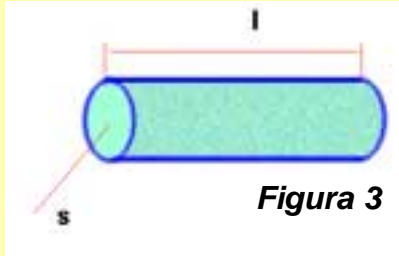


Figura 3

Los semiconductores a veces se comportan como conductores y otras veces como aislante. Todo depende de cómo se los excite.

trica. 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 que lo descubrió.

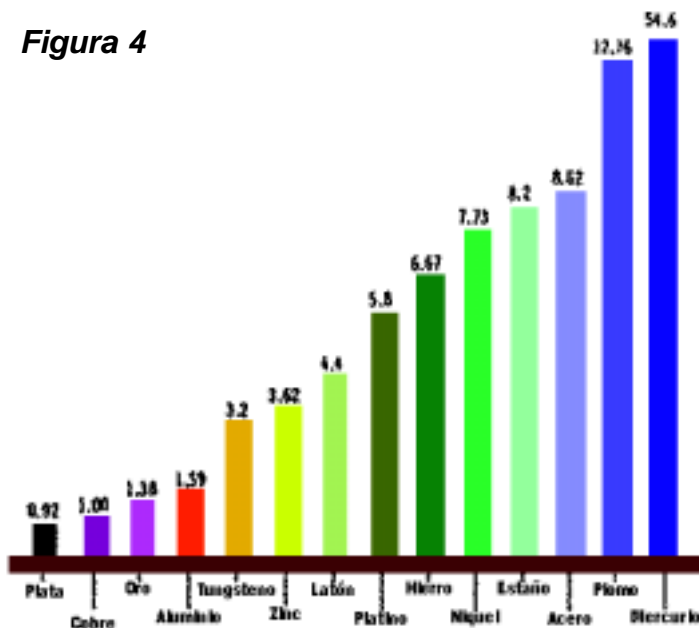
La resistencia eléctrica del material dependerá de tres factores: la longitud, la sección transversal y la resistividad del material. Veamos cómo es la fórmula matemática:

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

La resistividad del material (r) 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.

Figura 4



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

La unidad es: **mho = SIEMENS**

Clasificación 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:

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

$$1M\Omega = 1000000\Omega = 1000k\Omega$$

Podemos agrupar a los resistores (figura 5) en:

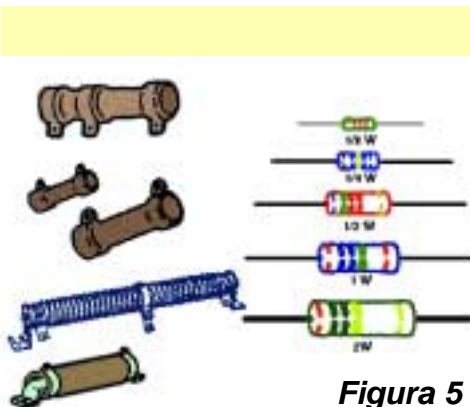


Figura 5

- 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 22MΩ.

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 tempera-

tura, sobre un tubito 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).

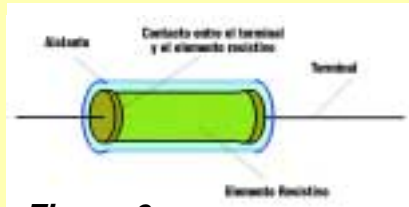


Figura 6

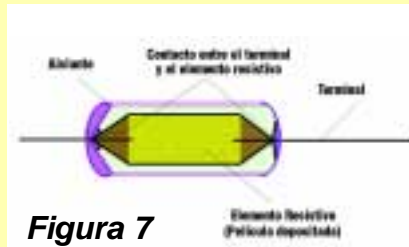


Figura 7

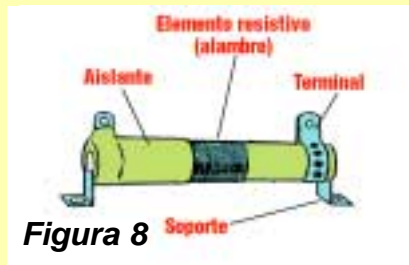


Figura 8

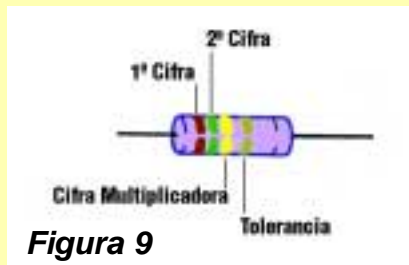


Figura 9

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

Código 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 Ω; 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 cuánto 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 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

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

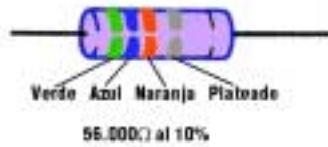
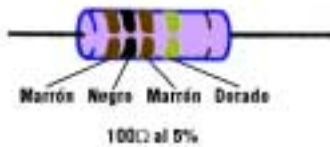
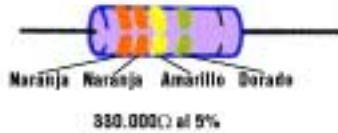


Figura 10



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

resistores 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.



Pre-set o Trimpot Figura 11

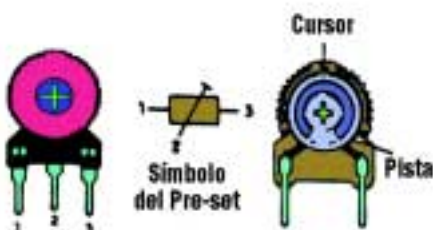


Potenciómetro



Figura 12

Vista Interior de un Potenciómetro



Símbolo del Pre-set

Cursor

Pista

Pilas y baterías

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 dependerá 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 pro-

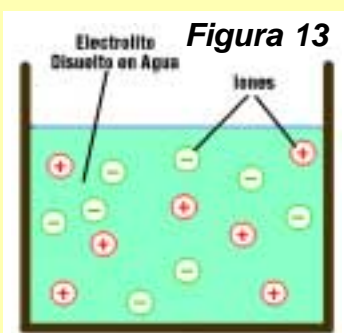


Figura 13

Electrolito Disuelto en Agua

Iones

ducirá 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.

CONDUCCIÓN DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Conductores y Aislantes

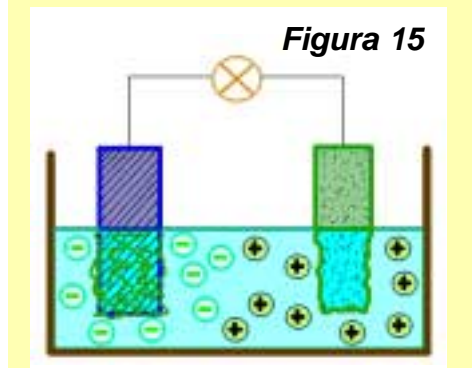
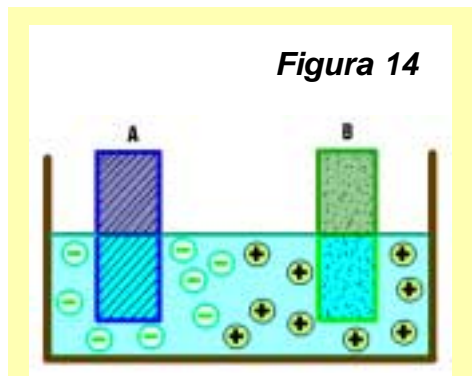
El hecho de que algunos cuerpos pueden retener la electricidad y que otros permiten que se escape, nos revela que en la naturaleza existen dos comportamientos de este "fluido" representado por las cargas. De hecho, los dos grupos de cuerpos serán estudiados en esta lección. Veremos que en un caso se 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



La corriente eléctrica está formada 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.

Figura 1

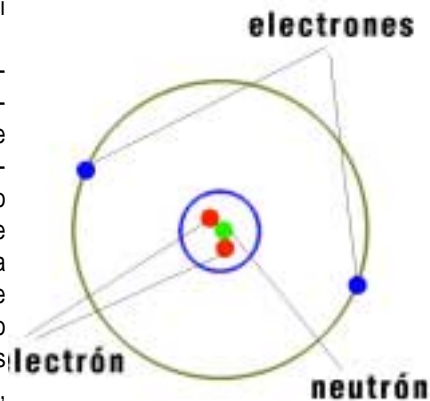
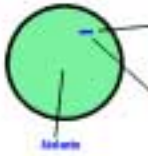




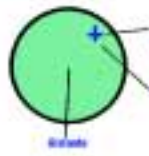
Figura 2

Distribución Uniforme de Cargas

AISLANTE CARGADO



Electrones Agregados a Esta Superficie
Carga Negativa Localizada



Electrones Ausentes de Esta Superficie
Carga Positiva Localizada

Figura 3

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 pueden 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 los 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, 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.

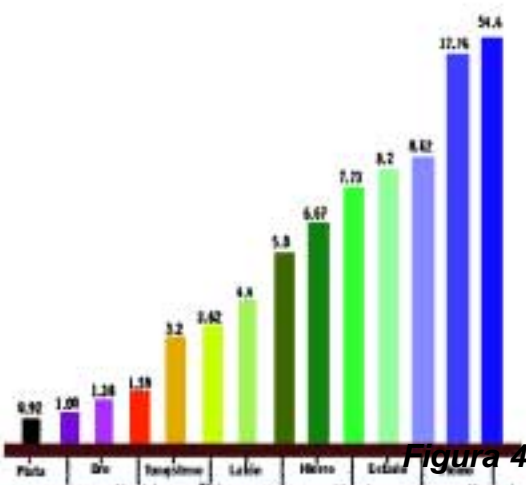


Figura 4

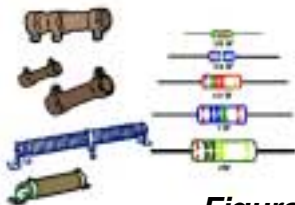


Figura 5

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).

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 los 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.



Figura 6

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.

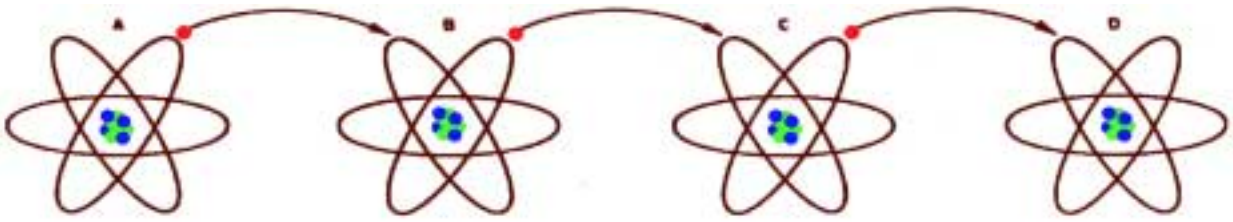


Figura 7

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

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 (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 vuelve conductora.

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, 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 cantida-

Figura 10

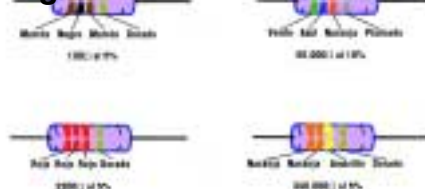


Figura 8

Figura 9

También podemos definir a la corriente eléctrica como el número de electrones libres que pasa una sección cualquiera del conductor en un momento específico.

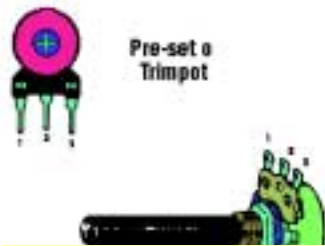


Figura 11

des 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, 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 de $= 1,60 \times 10^{-19}$ 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 trocito 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.

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

La unidad de la corriente eléctrica es el ampere.

La resistencia eléctrica de un conductor es una propiedad del material que representa la oposición del mismo frente al paso de la corriente eléctrica.

Los aislantes impiden el paso de la corriente eléctrica u ofrecen una oposición muy grande.

sentir a distancia? ¿Qué ocurre cuando una gran cantidad de cargas eléctricas se mueve en un material conductor?

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 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.

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 electroestática 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:

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

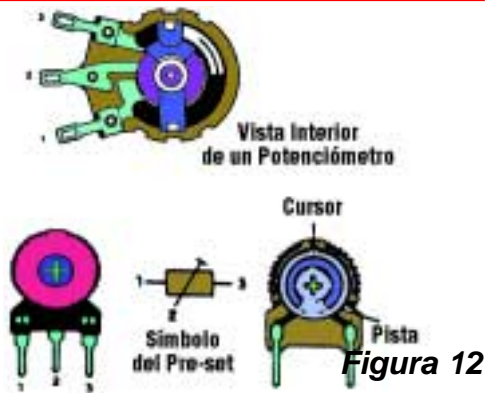


Figura 12

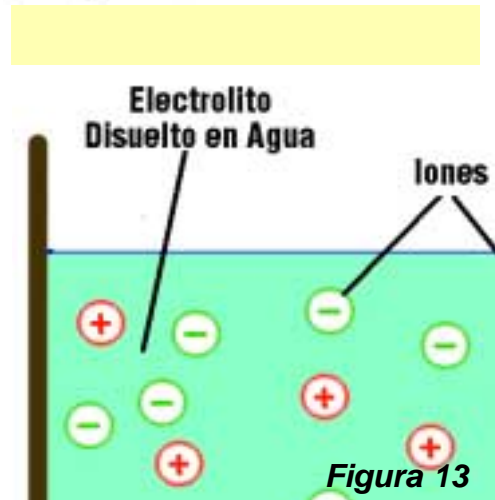


Figura 13

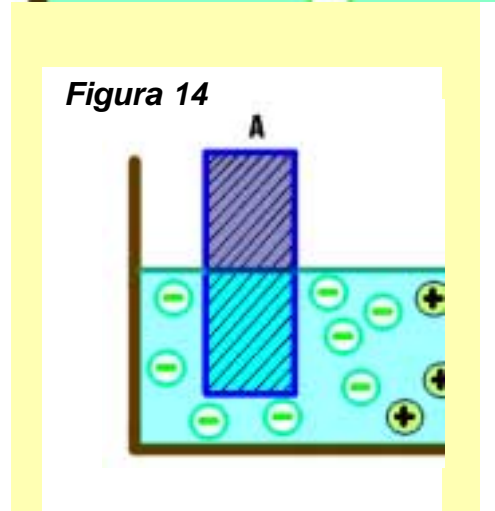


Figura 14

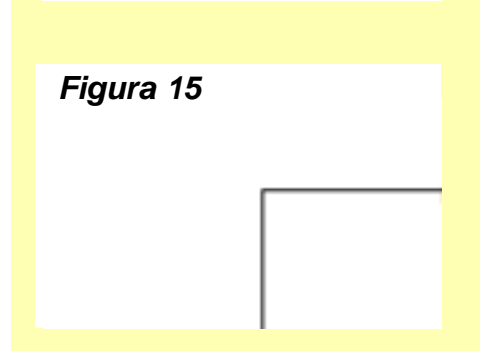


Figura 15

Figura 16

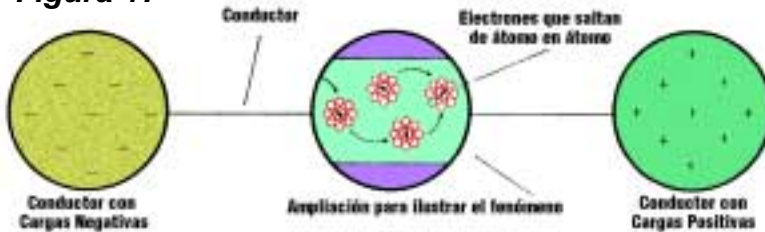


Donde: E es la intensidad del campo medida en N/C (Newtons por Coulomb).
 $1/4\pi\epsilon_0$ es la constante que vale $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$
 Q es la carga que provoca el campo en Coulomb
 d es la distancia de la carga al punto P.
 Como vemos, una carga eléctrica colocada 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 Coulombs y d es la distancia en metros hasta la carga que produce el campo.

Figura 17



La Corriente Eléctrica



Figura 18

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 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 (figura 19)

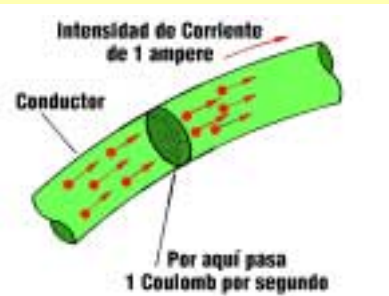


Figura 19

El valor de un resistor se expresa, en el componente, mediante bandas de colores.



Figura 20

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 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 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.

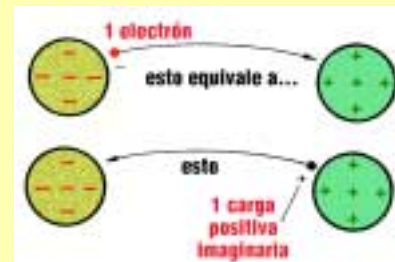


Figura 21

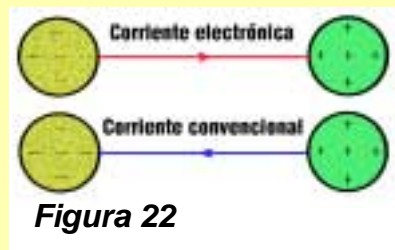


Figura 22

Velocidad de la corriente

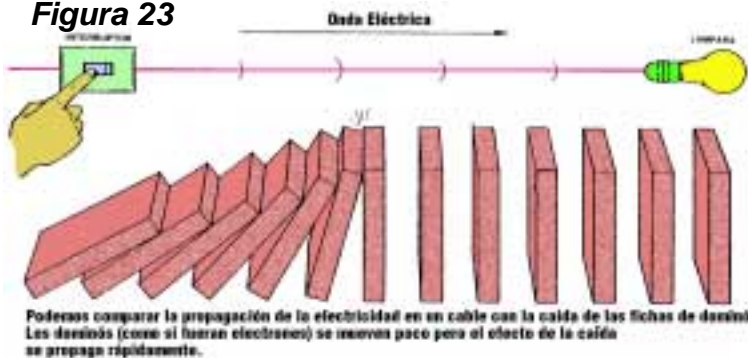
Usted acciona el interruptor de la luz y ¡zas!, la luz se enciende instantáneamente. Por más largo que sea el cable, no conseguirá notar retraso alguno entre los dos momentos: el accionamiento del interruptor y el encendido de la lámpara son simultáneos.

En verdad, lo que ocurre es que el fenómeno de la acción de la 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 comparada con la velocidad con que se establece la corriente.

Figura 23



RESISTENCIA

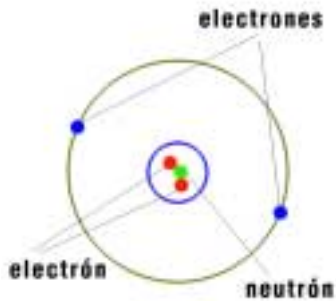
Introducción

La cantidad de agua que sale de un caño, como se muestra en la figura 1, depende de la altura del tanque (comparable a la "presión" o tensión) y del espesor del caño. La analogía eléctrica de este fenómeno se estudiará enseguida.

La tolerancia nos indica hasta cuánto puede estar el valor por encima o por debajo del componente.

La potencia de un resistor no viene impresa en el resistor, pero se reconoce por su tamaño.

Figura 1



Pensando en la analogía con un depósito de agua, vemos que el flujo por el caño depende en gran parte del espesor del mismo. En un caño más grueso el agua encuentra menor "resistencia" y puede fluir con más facilidad. El resultado es un flujo mucho más intenso y por consiguiente una cantidad mayor de agua, con la electricidad ocurre lo mismo.

Si tenemos una fuente cualquiera de energía eléctrica capaz de proporcionar cargas en cantidades limitadas, que a la vez hace de tanque, la unión con un cable conductor entre los polos de la fuente hace que la corriente pueda fluir y eso nos lleva a un comportamiento semejante al del tanque de agua (figura 2).

La intensidad de la corriente que va a fluir, es decir, el número de "amperes" no depende sólo de la tensión de la fuente sino también de las características del conductor. Estudiamos que los materiales se comportan de modo diferente en relación a la transmisión de cargas. No existen conductores perfectos. Y además, el cable conductor puede ser fino o grueso, largo o corto.

Si el cable fuera fino y largo, de material mal conductor de la electricidad, el flujo será muy pequeño. La corriente encontrará una gran "resistencia" u "oposición" a su circulación. Si el cable fuera de un buen material conductor, corto y grueso, la oposición al pasaje de corriente será mínima y la corriente intensa (figura 3).

El efecto general de un cable —o de un cuerpo cualquiera— que es recorrido por una corriente se denomina **Resistencia Eléctrica**.

Podemos definir la resistencia eléctrica como:

"Una oposición al pasaje de la corriente."

La resistencia eléctrica de un conductor depende de diversos factores, como la naturaleza del material de que está hecho el conductor y del formato (longitud, espesor, etc.).

Unidad de resistencia

Si conectamos un conductor a un generador (pila) u otra fuente de energía que establezca una tensión de 1V y verificamos que es un recorrido por una corriente de 1A (1 ampere) de intensidad, podemos decidir entonces que el conductor presenta una resistencia de 1 ohm (Ω).

El ohm, abreviado Ω , es la unidad de resistencia. La letra griega omega mayúscula se utiliza para la abreviatura (figura 4).

Podemos, como en el caso de la corriente y la tensión, usar múltiplos y submúltiplos del ohm para representar resistencias grandes y chicas. Es más común el uso de múltiplos.

Es así que si tuviéramos una resistencia de 2.200 ohms, podemos, en lugar de ese número, escribir 2k2 ó 2,2k, donde k significa "kilo" o 1.000 ohm. Vea que podemos usarlo al final del número o en lugar de la coma decimal. Del mismo modo, si tuviéramos una resistencia de 1.500.000 ohm podemos escribir 1M5 ó 1,5M Ω donde M significa "Mega" o millones de ohm. Vea en este caso que también la letra M puede usarse al final del número o en lugar de la coma decimal.

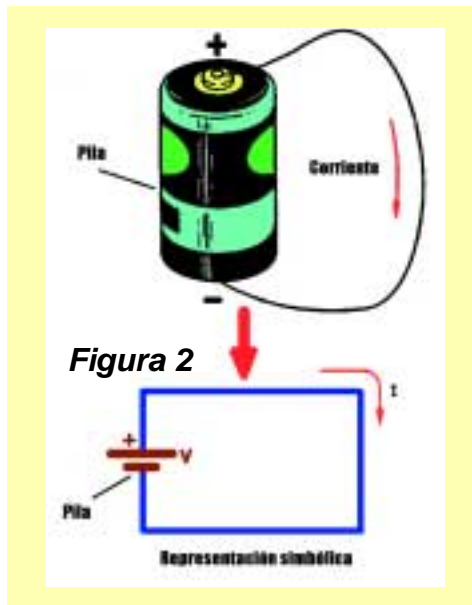


Figura 2

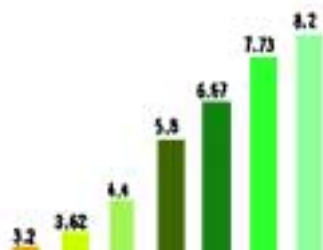
Figura 3



Figura 4

La Ley de Ohm

Una de las leyes más importantes de la electricidad es la Ley de Ohm. Para enunciarla, conectemos a la fuente de energía eléctrica que establezca tensiones diferentes, un cable conductor que presente cierta resistencia y mi-



damos las corrientes correspondientes, comprobaremos que se dan determinadas situaciones que permitirán verificar esta importante ley (figura 5).

Lo que hacemos entonces es aplicar al conductor diferentes tensiones y anotar las corrientes correspondientes.

Si tenemos una tensión de 0V la corriente será nula.

Si tenemos una tensión de 1V, la corriente será de 0,2A.

Si tenemos una tensión de 2V, la corriente será de 0,4A.

Podemos ir anotando sucesivamente las tensiones y las corrientes correspondientes para este conductor determinado y formar una tabla:

Tensión Corriente

(V).....	(A)
0.....	0
1.....	0,2
2.....	0,4
3.....	0,6
4.....	0,8
5.....	1,0
6.....	1,2
7.....	1,4
8.....	1,6
9.....	1,8
10.....	2,0

Analizando la tabla sacamos dos conclusiones importantes:

1) Dividiendo la tensión por cualquier valor de la corriente obtenemos siempre el mismo número:

$$1/0,2 = 5$$

$$5/1,0 = 5$$

$$8/1,6 = 5$$

El "5", valor constante, es justamente la resistencia.

La resistencia depende, por lo tanto, de la tensión y de la corriente y puede calcularse dividiendo la tensión (V) por la corriente (I). (En las fórmulas representamos las tensiones por E o V y las corrientes por I). Podemos establecer la importante fórmula que expresa la Ley de Ohm:

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Para calcular la resistencia de un conductor (o de otro elemento cualquiera) basta dividir la tensión entre sus extremos por la corriente que circula en el elemento. De la fórmula obtenemos otras dos:

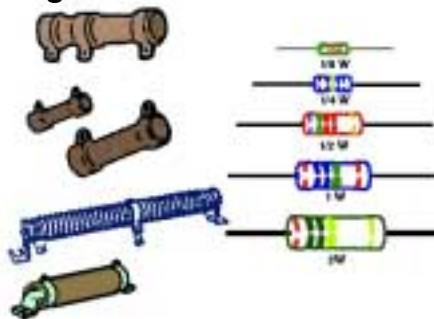
$$V = R \times I \quad (2)$$

$$I = V/R \quad (3)$$

La primera nos permite calcular la "caída de tensión en un cable" o cuántos volt cae la tensión a lo largo de un conductor en función de su resistencia.

La segunda nos da la corriente, cuando conocemos la tensión y la resistencia de un conductor.

Figura 5



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.

En una pila seca, el electrolito es una pasta húmeda (pilas comunes) mientras que se denominan húmedas cuando el electrolito es un líquido.

El pasaje de electrones de un cuerpo a otro, cuando puede ser establecido, es lo que puede llevar energía de un punto a otro, así permiten la aplicación práctica de la electricidad.

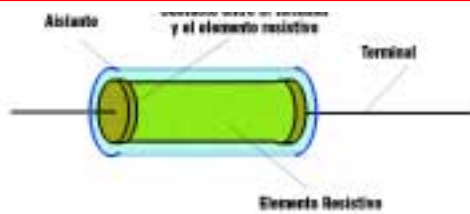


Figura 6

2) Graficando los valores de las tensiones y corrientes de un conductor obtenemos la representación siguiente (figura 6). Unidos los puntos obtenemos una recta inclinada. Esta recta es la "curva características de una resistencia".

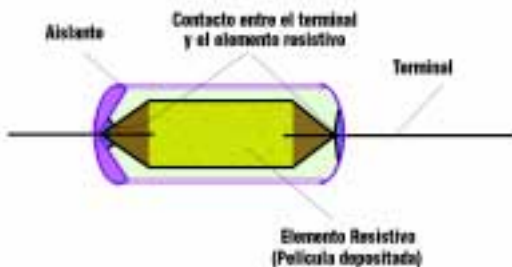
Si se tienen dos conductores con otras resistencias, podemos hacer los gráficos y obtener "curvas" con inclinaciones diferentes (figura 7). La inclinación de la "curva" se mide por la tangente (tg) del ángulo.

Esa tangente es justamente el valor dado de la tensión por la corriente correspondiente, como muestra la figura 8. La tangente del ángulo A (tgA) corresponde entonces a la resistencia del conductor.

Es importante que recuerde que:

- El cociente de la tensión y la corriente en un conductor es su resistencia.
- En un conductor la corriente es directamente proporcional a la tensión.
- La "curva característica" de un conductor que presente una cierta resistencia, es una recta.

Figura 7



Vea que todos los conductores presentan curvas como las indicadas. Los componentes o elemento que presentan este tipo de comportamiento se denominan "dipolos lineales" y podemos citar a los resistores y a los conductores como ejemplos. Existen también dipolos no lineales cuyas "curvas" pueden presentar configuraciones diferentes.

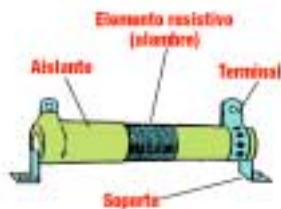


Figura 8

La obra está dirigida a todo el público en general interesado en aprender electrónica básica y saber cómo se manejan los instrumentos (multímetro, osciloscopio, generador de funciones, inyector de señales, analizador dinámico, fuente de alimentación, etc.) pero sobre todo está orientado a estudiantes, aficionados y docentes, dado que cada tema se explica desde el comienzo, presumiendo que el lector no posee conocimientos previos de la especialidad. La Enciclopedia se complementa con CDs (éste es uno de ellos) y bibliografía adicional a la que puede acceder por Internet dirigiéndose a:

www.webelectronica.com.ar

Debe hacer click en el ícono PASSWORD y luego ingresar las claves que se dan en los CDs. El contenido del CD que acompaña a este primer tomo es el siguiente:

- a) Un Archivo LEAME: Indispensable leer de comienzo a fin de explorar el CD con éxito
- b) Programas ACROBAT READER y WINDOWS MEDIA PLAYER
- c) Video Presentación
- d) Enciclopedia Visual Parte 1
- e) Curso de Electrónica con Prácticas
- f) 80 Montajes
- g) Video "Manejo del Multímetro"
- h) Programas de Electrónica
- i) CDs, Libros y Videos.

Muchos archivos están comprimidos, siendo necesario el WINZIP. Si no lo posee puede ejecutarlo desde la opción PROGRAMAS del menú de este CD.

CONTENIDO DEL CD

Programas ACROBAT READER y WINDOWS MEDIA PLAYER

Estos programas son indispensables para explorar el CD, ver los archivos de texto que contiene y visualizar los videos. Si no están instalados en su PC hágalo cuando el CD se lo pregunte.

Video Presentación

En este video el Ing. Horacio Vallejo, realizador de la obra, lo guía paso a paso para que pueda explorar el CD de la forma más rápida y efectiva. Le sugerimos ver este video para obtener el mayor provecho posible.

Enciclopedia Visual Parte 1

Se dan los primeros 4 fascículos de la ENCICLOPEDIA VISUAL DE LA ELECTRONICA, obra complementaria que enseña con mayor profundidad los conceptos vertidos en cada tomo escrito de la obra.

Curso de Electrónica con Prácticas

Este Curso de Electrónica es el primer sistema de enseñanza a distancia con seguimiento personal a través de Internet. El curso se compone de 14 lecciones, 5 series de prácticas y 6 evaluaciones. Los exámenes son la parte del curso (quizá la más tediosa para muchos) en la que el alumno deberá responder y si lo desea, enviar a las direcciones que se mencionan en el CD para su corrección. Sin embargo, Ud. posee la respuesta a cada examen en Internet. En cualquier momento puede realizar consultas por medio de los formularios que hemos habilitado en Internet para tal fin.

Cabe aclarar que en este CD se encuentran las primeras 4 lecciones, la Práctica número 1 y los exámenes 1 y 2. En lo sucesivo se continuará con este curso.

80 Montajes

En este archivo Ud. cuenta con 80 circuitos electrónicos para armar y disfrutar "construyendo" mientras aprende electrónica. Entre los proyectos que contiene esta sección podemos mencionar los siguientes:

Amplificadores, Osciladores, Mezcladores, Preamplificadores, Generadores, Interruptores, Adaptadores, Instrumentos, Protecciones, Fuentes, Conversores, Controles de Velocidad, etc.

Video "Manejo del Multímetro"

Este es un video de unos 15 minutos de duración que muestra qué es un multímetro y cómo se realizan las mediciones básicas. Con él aprenderá a realizar medidas de resistencia, tensión y corriente.

Programas

Esta es una de las secciones más importantes de nuestro CD dado que contiene muchos utilitarios para realizar diferentes tareas.

Al acceder a este MENU, se encuentran los programas que hemos seleccionado que son:

1) Manual de Componentes: Este es un manual que posee características de más de 96.000 componentes que se ejecuta desde DOS. Al hacer click sobre esta opción aparece la carpeta que contiene varios archivos. Copie esta carpeta en el disco rígido de su PC y lea el archivo "léame", posteriormente abra la carpeta MANUAL y ejecute el ícono MANUAL.COM para saber el contenido y cómo se usa el programa. Por último ejecute el programa IC.EXE que está dentro de la misma carpeta y accederá al programa.

2) Construcción de Circuitos Impresos: Ejecute esta opción y copie la carpeta dentro del disco rígido de su PC. Debe leer el archivo en Word y seguir las instrucciones que allí se brindan, incluso para ejecutar el programa. Este programa es una aplicación que le enseña a diseñar circuitos impresos.

3) MPLAB: Este es un programa editor, simulador y emulador para utilizar con microcontroladores de la familia MICROCHIP. Con este programa se pueden construir proyectos que le permitirán realizar programas de microcontroladores y cargarlos en el circuito integrado. Para usarlos copie la carpeta dentro del disco rígido de su PC, ejecute los archivos. Mayores instrucciones de uso e instalación puede obtenerlos de la dirección: www.microchip.com.

4) Winzip: Es el clásico utilitario necesario para comprimir y descomprimir archivos.

5) ICTV: Programa para el técnico. Si no posee conocimientos de electrónica espere a tenerlos para usar este programa, dado que posee un banco de datos para la reparación de televisores.

6) ICPROG: Utilitario para la carga de microprocesadores. Su uso queda explicado en Saber Electrónica.

7) Lector de Tarjetas: Utilitario para leer datos de tarjetas telefónicas. La teoría y el uso se explicaron en Saber Electrónica.

Utilitarios

Gran cantidad de utilitarios para probar y optimizar computadoras. Lea el archivo apropiado para saber cómo emplearlos. .

Nota:

Cabe aclarar que en el CD encontrará más información y catálogos de productos para que esté enterado de las ofertas existentes en plaza y cómo puede acceder a ellas.

Como nota adicional les comentamos nuevamente que esta obra se compone de 6 entregas y que siempre estaremos a su disposición a través de Internet.

¡Hasta la próxima!



Este Archivo Fue Descargado de
www.Melca.com.ar

Quedan todos los derechos reservados a sus respectivos autores
citados en los documentos.

MELCA

Mundo Electronica

WWW.MELCA.COM.AR



Documento propiedad de su respectivos autor/es.
Prohibida su Impresión en Papel.