

USERS

6

Argentina \$ 27.- // México \$ 54.-

TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL

Dispositivos electrónicos

▶ Diodos
y transistores

▶ Circuitos
integrados

▶ Disipadores

▶ Protoboard

▶
**ACCESO A
eBook
DE REGALO**



www.reduserspremium.com

USERS

TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL



Coordinación editorial

Paula Budris

Asesores técnicos

Federico Pacheco

Nuestros expertos

Diego Aranda

Esteban Aredez

Alejandro Fernández

Lucas Lucyk

Luis Francisco Macías

Mauricio Mendoza

Norberto Morel

David Pacheco

Federico Pacheco

Gerardo Pedraza

Mariano Rabioglio

Luciano Redolfi

Alfredo Rivamar

Federico Salguero



Técnico en electrónica es una publicación de Fox Andina en coedición con Dálaga S.A. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, por ningún medio actual o futuro sin el permiso previo y por escrito de Fox Andina S.A. Distribuidores en Argentina: Capital: Vaccaro Sánchez y Cía. S.C., Moreno 794 piso 9 (1091), Ciudad de Buenos Aires, Tel. 5411-4342-4031/4032; Interior: Distribuidora Interplazas S.A. (DISA) Pte. Luis Sáenz Peña 1832 (C1135ABN), Buenos Aires, Tel. 5411-4305-0114. Bolivia: Agencia Moderna, General Acha E-0132, Casilla de correo 462, Cochabamba, Tel. 5914-422-1414. Chile: META S.A., Williams Rebolledo 1717 - Ñuñoa - Santiago, Tel. 562-620-1700. Colombia: Distribuidoras Unidas S.A., Carrera 71 Nro. 21 - 73, Bogotá D.C., Tel. 571-486-8000. Ecuador: Disandes (Distribuidora de los Andes) Calle 7° y Av. Agustín Freire, Guayaquil, Tel. 59342-271651. México: Distribuidora Intermex, S.A. de C.V., Lucio Blanco #435, Col. San Juan Tlihuaca, México D.F. (02400), Tel. 5255 52 30 95 43. Perú: Distribuidora Bolivariana S.A., Av. República de Panamá 3635 piso 2 San Isidro, Lima, Tel. 511 4412948 anexo 21. Uruguay: Espert S.R.L., Paraguay 1924, Montevideo, Tel. 5982-924-0766. Venezuela: Distribuidora Continental Bloque de Armas, Edificio Bloque de Armas Piso 9no., Av. San Martín, cruce con final Av. La Paz, Caracas, Tel. 58212-406-4250.

Impreso en Sevagraf S.A. Impreso en Argentina.

Copyright © Fox Andina S.A. VI, MMXIII.

PARA ACCEDER AL eBook



REGISTRATE EN premium.redusers.com Y CANJEA EL SIGUIENTE CÓDIGO

TELE-RHGR-EB01

Anónimo

Técnico en electrónica / Anónimo ; coordinado por Paula Budris. - 1a ed. - Buenos Aires : Fox Andina; Dalaga, 2013.

576 p. ; 27x19 cm. - (Users; 23)

ISBN 978-987-1949-14-4

1. Informática. I. Budris, Paula, coord. II. Título.

CDD 005.3

En esta clase veremos

LOS PRINCIPALES DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS, COMO EL DIODO, EL TRANSISTOR, Y SU GENERALIZACIÓN EN MODO DE CIRCUITOS INTEGRADOS.



Uno de los más importantes avances de la electrónica se dio a raíz de los materiales denominados semiconductores. De este tipo de materiales, están compuestos una gran cantidad de componentes y dispositivos electrónicos, algunos de los cuales conoceremos y estudiaremos en esta clase.

El diodo, por ejemplo, es el dispositivo semiconductor más sencillo, que permite o bloquea el paso de corriente eléctrica en función de su polarización. El transistor extiende las funciones del diodo, y puede actuar tanto como llave o como regulador de una señal de corriente alterna, una vez polarizado correctamente.

Dentro de los transistores, veremos dos clases: los bipolares y los llamados de efecto de campo, o FETs. Ampliando el concepto de unir transistores y semiconductores de forma organizada y definida, abordaremos también el tema de los circuitos integrados y sus usos en la actualidad. Como complemento, explicaremos la necesidad de eliminar la mayor cantidad de calor generada por los componentes durante su utilización, por medio del uso de componentes metálicos denominados disipadores.

SUMARIO

- 2** EL DIODO
Conoceremos sus componentes y usos típicos.
- 8** TRANSISTORES
Principios de funcionamiento y principales usos.
- 20** CIRCUITOS INTEGRADOS
Revisaremos la integración de circuitos y los disipadores.





EL DIODO

EN ESTA SECCIÓN, ANALIZAREMOS EL PRINCIPIO DE TODO LO QUE CONOCEMOS COMO TECNOLOGÍA. SEMICONDUCTORES Y DIODOS, IMPRESCINDIBLES EN EL CAMPO DE LA ELECTRÓNICA.



Semiconductores

Sabemos que los materiales se clasifican por su capacidad de conducir electricidad en: conductores, aislantes y semiconductores. Pues bien, nosotros ahora veremos los semiconductores.

Los materiales **semiconductores** pueden ubicarse en medio de conductores y aislantes, ya que precisamente se comportan como conductor o aislante dependiendo de algunos factores externos, como la luz, la temperatura, etcétera.

Los materiales más utilizados como semiconductores son el silicio y el germanio, los cuales tienen cuatro electrones de valencia, pero en diferentes órbitas: el silicio en la tercera y el germanio en la cuarta.

El silicio (Si) y el germanio (Ge) intrínsecos (puros, sin alterar) son muy susceptibles a factores externos (por ejemplo, el calor); el germanio es más sensible al calor, porque su banda de valencia es la cuarta, la cual está más alejada del núcleo. Recordemos que cuanto más alejado está un electrón del núcleo, se encuentra menos ligado a él, por lo tanto, cualquier fuente de energía externa puede afectarlo, y hacer que algunos electrones adquieran energía suficiente como para saltar a la banda de conducción y convertirse en electrones libres.

Los materiales que tienen un comportamiento entre conductor y aislante no son confiables para utilizar, sin embargo, poseen otras propiedades que son bastante interesantes y que se pueden notar desde el principio de su uso en el diodo.

EL SILICIO

El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno y, además de ser muy utilizado en el campo de la electrónica, también se usa en aleaciones, en la preparación de siliconas, como un constituyente del hormigón, y como fertilizante. Volviendo al campo de la electrónica, el silicio se utiliza en el acero eléctrico, que se usa para fabricar los núcleos de los transformadores eléctricos.

UN SEMICONDUCTOR
ESTÁ ENTRE CONDUCTOR
Y AISLANTE; ESTO ES ASÍ
PORQUE TIENE CUATRO
ELECTRONES DE VALENCIA.



3

// Clase 06



La imagen muestra una oblea de silicio impresa, lista para ser cortada, de la cual saldrán muchos circuitos integrados.

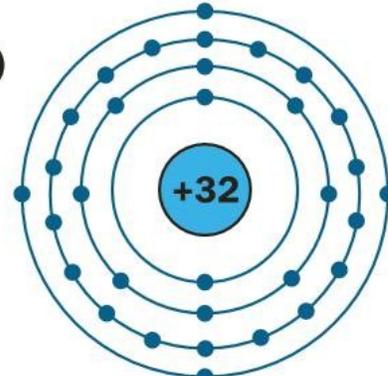
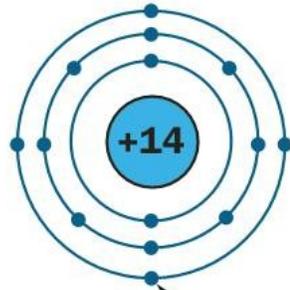
Para que un material semiconductor se comporte de una forma práctica, es decir, para poder ser utilizado en algún dispositivo, es necesario agregar otros elementos a los que se los denomina **impurezas**, ya que el silicio y el germanio por sí solos son materiales puros, esto quiere decir que no tienen otros materiales incluidos en ellos. Se denomina **dopado** o **dopaje** a la acción de agregar impurezas a otro material; y, dependiendo del material agregado, se clasifican en material **tipo P** y material **tipo N**.





Átomo de germanio (Ge)

Átomo de silicio (Si)



cuatro átomos en la
banda de valencia

Las bandas de valencia del silicio (Si) y del germanio (Ge) están a diferentes distancias del núcleo.

Material tipo N

El **material tipo N** se caracteriza por ser más negativo, ya que tiene electrones de más; para que esto suceda, se le deben agregar impurezas de algún otro elemento que sea pentavalente, lo que quiere decir que tiene cinco electrones de valencia.

Los **materiales pentavalentes** más utilizados en el dopado para la obtención de material tipo N son: arsénico (As), fósforo (P), bismuto (Bi) y antimonio (Sb). Si el material semiconductor intrínseco de silicio que tiene cuatro electrones valencia se une, por ejemplo, con el antimonio (Sb) que tiene cinco, esto haría que existiera un electrón libre proveniente del antimonio. Por ser el que ofrece el electrón libre, se conoce como **átomo donante**.

Debemos resaltar que el número de electrones libres en un material tipo N puede ser controlado por la cantidad de impurezas que se le agreguen; cuantas más impurezas, electrones libres existirán; cuantas menos impurezas, menos electrones libres habrá. En el material tipo N, los portadores mayoritarios son los electrones, porque hay más electrones que huecos, lo que deja a los huecos como portadores minoritarios.

Material tipo P

El **material tipo P** se caracteriza por ser mayormente positivo, es decir, existen más huecos. En el dopaje para obtener material tipo N, se utilizan elementos **trivalentes**, los cuales tienen solo tres electrones de valencia; esto dejaría un hueco en el material tipo P. Los elementos trivalentes utilizados en el dopaje son boro (B), indio (In) y galio (Ga). Si al material semiconductor intrínseco de silicio con cuatro electrones de valencia le agregamos impurezas de boro (B) que tiene tres electrones de valencia, dejaría un hueco que es un camino para los electrones que circulen por ese material; y, como el átomo de boro ofrece el hueco, se lo llama **átomo aceptor** porque es el que acepta electrones.

La cantidad de huecos que tiene un material tipo P se puede controlar por medio del dopado; cuanto más material trivalente agreguemos, más huecos existirán. Consideremos que, en el material tipo P, los portadores mayoritarios son los huecos, y los minoritarios, los electrones.

Diodos

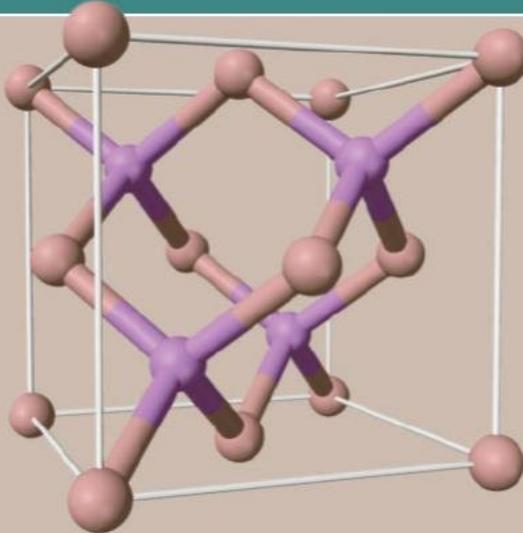
El **diodo** es un dispositivo electrónico activo de dos terminales que permite el paso de la corriente en un solo sentido. Antes de la invención del diodo semiconductor de estado sólido, se utilizaba el tubo de vacío que se basaba en el **efecto Edison**.

Los materiales tipo N y tipo P no son muy útiles por sí solos, por eso, si nosotros juntáramos un material tipo N y otro tipo P y les pusieramos dos terminales, una para cada material, obtendríamos un diodo de unión PN. Los electrones en el material N se mueven constantemente en él por ser electrones libres;

LA CAÍDA DE VOLTAJE
EN UN DIODO ES IGUAL A SU
POTENCIAL DE BARRERA, 7V
PARA LOS DIODOS DE SI Y 3V
PARA LOS DE GE.



SEMICONDUCTOR ASGA



Estructura molecular del arseniuro de galio. El AsGa es muy complicado de producir; además, para eso se utilizan productos químicos venenosos.

El arseniuro de galio (AsGa) es otro semiconductor; no se trata de un elemento, sino de un compuesto de arsénico y galio. Las propiedades que presenta este compuesto superan por mucho a las del germanio e incluso al silicio, ya que el AsGa ofrece una alta respuesta a las señales eléctricas, alrededor de cinco veces más de lo que lo hace el silicio. Debemos considerar que el AsGa es ideal para amplificadores de alta frecuencia; se utiliza en radares, sensores, satélites, etc. Sin embargo, es muy difícil de producir.

al unirlos, se forma la unión PN, y los electrones del material tipo N pasan a llenar los huecos del material tipo P que se encuentran cerca de la unión. Cuando esto sucede, las cargas se anulan, y se crea la **zona umbral** o de **empobrecimiento**. Esta zona es muy delgada y funciona como barrera entre el material P y el N, la cual constituye otra característica peculiar de un diodo.

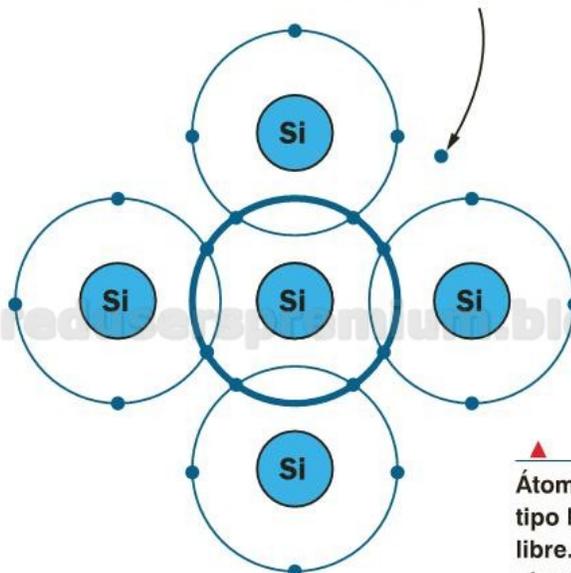
En esta formación del diodo, tenemos una zona con material N y otra con material P; esto quiere decir que hay cargas diferentes, por lo tanto, habla de una diferencia de potencial entre ellas. No suena muy práctico que, en un diodo, exista una barrera entre la unión PN ya que estaría obstruyendo el paso de electrones de un lado a otro. Esta barrera, también conocida como **barrera de potencial**, puede ser atravesada sin problemas por una corriente siempre y cuando el voltaje que se le aplique al diodo sea mayor a .7 volts para diodos de silicio y .3 volts para diodos de germanio. El diodo no conducirá un voltaje menor a estos.

Polaridad

El diodo tiene polaridad; esto indica que debe ser polarizado directamente para que pueda conducir. La zona tipo N debe ir al negativo de la fuente, y la zona tipo P, al positivo; si se conectase de forma inversa, la zona N al positivo y la zona P al negativo, el diodo se comportaría como un interruptor abierto.

¿Por qué sucede esto? Pues bien, cuando polarizamos directamente el diodo, como la zona N va al negativo de la fuente y la zona P al positivo, la región de empobrecimiento se hace más delgada, lo que provoca que se requiera menos energía para cruzarla. El negativo de la fuente tiene muchos electrones al igual que la zona N, lo cual hace que el negativo de la fuente repela los electrones de la zona N permitiendo que estos pasen a la zona P y llenen huecos. Una vez ahí, los electrones se mueven de hueco en

Electrón libre, proveniente del átomo de Antimonio



▲
Átomo de impureza pentavalente tipo N, el cual deja un electrón libre. El electrón libre lo cede el antimonio.

5

// Clase 06





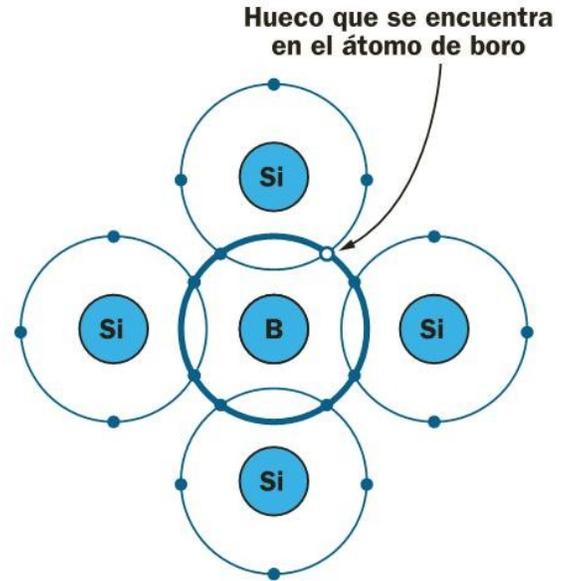
huevo hacia el positivo de la fuente; los huecos solo funcionan como un camino para que los electrones se muevan por la zona P, entonces, se crea una corriente que fluye a través del diodo; como dijimos anteriormente, el voltaje debe ser mayor a 7V.

Ahora, ¿qué pasaría si lo polarizáramos inversamente, la zona P con el negativo de la fuente y la zona N con el positivo de la fuente? Pues lo que sucede es que los electrones de la zona N se ven atraídos por el positivo de la fuente, y los huecos de la zona P son llenados por los electrones del negativo de la fuente; así, la zona de empobrecimiento se hace más grande, por lo tanto, no hay circulación de corriente en el diodo.

Como podemos ver, el diodo se comporta como un interruptor abierto; sin embargo, esto no es del todo cierto ya que conduce una corriente relativamente pequeña llamada **corriente de fuga** y es tan pequeña que generalmente se desprecia en los cálculos. Algo que debemos tener en cuenta es que, si aumentamos demasiado el voltaje inverso, podemos llegar a lo que se denomina **voltaje de ruptura**, que se abrevia VBR (**Voltage Break**), y el diodo se destruirá; por lo general, en las hojas de datos del diodo, dice cuánto es el voltaje inverso que puede soportar el diodo antes de dañarse o destruirse. Por ejemplo, la hoja de datos o datasheet del diodo 1N4001 dice que este diodo tiene un voltaje de ruptura de 35V, es lo máximo de voltaje inverso que le podemos aplicar; claro que lo más recomendable es mantenerse por debajo de este valor.

Curva característica de un diodo

Cuando polarizamos directamente un diodo con una fuente de voltaje, se produce en él una corriente llamada **corriente de polarización directa**; se abrevia IF (**Forward Current**), al igual que el voltaje tomará el nombre de VF (**Forward Voltage**). La curva del diodo se grafica en un plano cartesiano con dos ejes; en el eje vertical, se mide la corriente, y, en el horizontal, medimos el voltaje. La curva del diodo se caracteriza

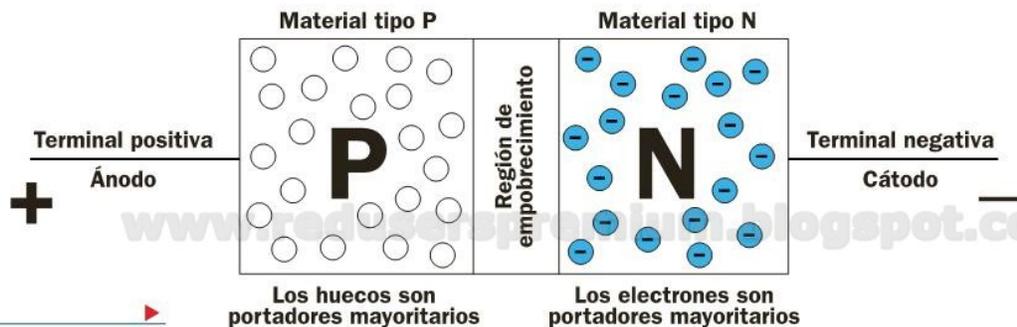


▲ **Átomo de impureza trivalente tipo P, en el cual existe un hueco. El hueco es por parte del boro.**

porque empieza a conducir alrededor de los 7V para los diodos de silicio y, cuanto más voltaje le apliquemos al diodo, la corriente aumentará. Además, en el mismo plano se grafica cuando le aplicamos un voltaje inverso y observamos cómo, al alcanzar el voltaje inverso, este llega a lo que ya habíamos dicho; se llama **voltaje de ruptura** o VBR. En este punto, la corriente aumenta rápidamente, lo que supondría un daño irreparable para diodo.

Debemos tener en cuenta que las curvas características de los diodos se pueden encontrar en las hojas de datos que proporcionan los fabricantes de estos dispositivos; una de las páginas de donde se descargan estos datasheets es www.datasheetcatalog.com; en estas hojas, muchas veces no se muestra la curva de polarización inversa, pero la de polarización directa sí, y esto es más que suficiente.

Estructura de un diodo



Las terminales de un diodo se denominan ánodo y cátodo; el ánodo corresponde al terminal positivo, y el cátodo, al negativo.





Circuitos con diodos

Imaginemos un circuito con un diodo. Tenemos una resistencia de $1\text{ k}\Omega$ en serie con un diodo y una fuente de voltaje de 10VDC , queremos saber: a) cuál es la caída de voltaje en el diodo, b) qué corriente circula por el diodo, c) cuál es la caída de voltaje en la resistencia y d) qué corriente circula por la resistencia. Lo que ya sabemos es que el diodo tiene un potencial de barrera de 7V que necesita para conducir; la caída de voltaje en un diodo es igual a su potencial de barrera, entonces ya tenemos su caída de voltaje: a) 7V .

Para la corriente, debemos restar la caída de voltaje del diodo ($.7\text{V}$) a la fuente (10V) y, luego, dividirlo entre la resistencia; para ello usamos ley de Ohm (**Fórmula 1**).

Por tratarse de un circuito serie, la intensidad que circula por el circuito es la misma para todos los elementos, entonces, 9.7 mA es la corriente que también circulará por la resistencia de $1\text{ k}\Omega$, por lo tanto, d) 9.3 mA . Ya solo falta obtener la caída de voltaje de la resistencia de $1\text{ k}\Omega$, con la ley de Ohm; la obtenemos multiplicando la corriente por la resistencia y nos queda: (**Fórmula 2**).

Tipos

A continuación, se hace una breve descripción de algunos de los diodos que existen y sus tipos de encapsulados:

- ▼ **Diodo rectificador:** es un dispositivo que permite el paso de la corriente en un solo sentido.
- ▼ **Diodo Zener:** este diodo mantiene un voltaje constante entre sus terminales cuando se polariza inversamente; si se polariza en forma directa funciona como un diodo común.
- ▼ **Diodo led:** este diodo emite una luz cuando le aplicamos un voltaje determinado; debe ser polarizado directamente. Se utiliza en aparatos electrónicos como indicador, en lámparas o autos.
- ▼ **Diodo Schottky:** estos diodos hechos de silicio son llamados también **diodos de recuperación rápida**, ya que tienen una caída de voltaje de $.25\text{V}$ o menos; son utilizados en aplicaciones donde se manejan altas frecuencias.

Del lado izquierdo del diodo, se puede observar el cristal semiconductor oscuro de forma cuadrada.

Probar un diodo

Muchas veces nos encontraremos con un diodo que no sirve, para probarlo seleccionamos en el multímetro el símbolo del diodo; después, localizamos el ánodo y el cátodo del diodo y, por último, tocamos con la punta positiva del multímetro el terminal positivo del diodo (ánodo) y, con la punta negativa, tocamos el terminal negativo del diodo (cátodo). Ahora, debemos probar el diodo en inversa, en esta ocasión, el multímetro debe marcar OL, que marca como circuito abierto, lo que quiere decir que el diodo está en buen estado. Si, en cambio, el multímetro siempre marcara OL o 0V , el diodo no sirve ya que está abierto internamente o se encuentra en cortocircuito.

NOMENCLATURA

Los semiconductores tienen una nomenclatura que es una serie con la que se los identifica. Existen varias nomenclaturas como, por ejemplo, la estadounidense (JEDEC), la europea (Pro-Electrón) y la japonesa (JIS).

La nomenclatura JEDEC consta de: un número, una letra y un número de serie.

El primer número indica las uniones que tiene, el segundo indica el tipo de material, y el último es un número de serie. Así, para el diodo $1\text{N}4001$, indica que tiene 1 unión PN, la N indica que es de silicio, y el 4001 es solo un número de modelo.

(Fórmula 1)

$$I_F = \frac{V_{Fuente} - V_{diodo}}{R} = \frac{10\text{V} - .7\text{V}}{1\text{k}\Omega} = 9.3\text{mA} \quad b) 9.3\text{mA}$$

(Fórmula 2)

$$V_R = 9.3\text{mA} \times 1\text{k}\Omega = 9.3\text{V} \quad c) 9.3\text{V}$$



TRANSISTORES

LOS APARATOS ELECTRÓNICOS ESTÁN COMPUESTOS POR MILES DE ELEMENTOS FUNCIONALES; SIN LOS TRANSISTORES, MUCHAS APLICACIONES HOY SERÍAN IMPOSIBLES E INIMAGINABLES.



www.reduserspremium.blogspot.com.ar



Transistor bipolar

Para introducirnos brevemente en el tema, debemos imaginar un transistor como un simple puente de tres pasos: una entrada y dos salidas, o dos entradas y una sola salida; el transistor se comporta como un regulador. En electrónica, todos reconocemos los bits como una instrucción simple de 1 y 0, entrada y salida, abierto o cerrado; este concepto es el que jamás debemos olvidar al estudiar los transistores.

Alrededor del 1947, se buscaba un dispositivo que pudiera reemplazar los relés utilizados para telefonía; en los laboratorios de Bell de la AT&T, fabricaron un dispositivo de tres terminales que funcionaba como un conmutador de estado sólido (un solo componente), al que denominaron **transistor bipolar** (*Transfer Resistor* o resistencia a la transferencia). Fue inventado por los ganadores del Premio Nobel de Física John Bardeen, Walter Houser Brattain y William Bradford Shockley. Este dispositivo reemplazó directamente a la válvula de vacío (también conocida como válvula termoiónica) que estaba presente en la mayoría de los componentes electrónicos de la época.

Un **transistor** es un dispositivo electrónico fabricado a partir de materiales semiconductores que cumple la función de permitir o impedir el paso de señales electrónicas a partir de una señal de mando, y funciona como elemento amplificador de señal.

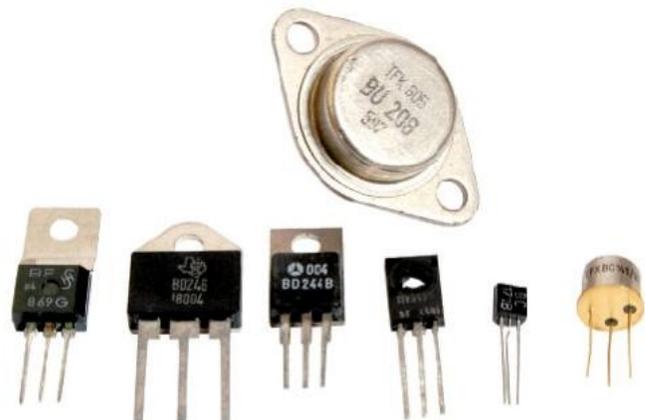
En su origen, se conocía que el contacto de un alambre metálico y el sulfuro de plomo II (galena) permitía el paso de la corriente en una sola dirección (que conforma el funcionamiento de un diodo), pero se necesitó incorporar una rejilla, el tercer electrodo, que funcionara como un amplificador. Para conseguir este efecto, fue necesario modificar la conducti-

vidad de los semiconductores utilizando el principio de niveles de energía de los átomos para controlar los materiales; de este modo, se lograron materiales conocidos como **tipo N** y **tipo P**.

Los diodos son construidos a partir de la unión de materiales N y P; el transistor de PNP o NPN también es llamado triodo.

A partir de los transistores, surgieron los transistores de efecto de campo (FET, *Field Effect Transistor*), que funcionaban a partir de un campo eléctrico que se establecía en un canal. Posteriormente, fue mejorado con un semiconductor de óxido-metal denominado MOSFET (*Metal Oxid Semiconductor Field Effect Transistor*), que permitió la miniaturización primordial para crear los circuitos integrados. En la actualidad, se utilizan los CMOS (*Complementary MOS*) que es la aplicación de dos MOSFET distintos.

Para un transistor convencional, vamos a encontrar un encapsulado o sustrato, por lo general, de cristales de silicio, y tres segmentos (también denomina-



Algunos modelos de transistores bipolares. Su morfología varía según el uso y la aplicación.

TAMAÑO DE LOS TRANSISTORES

Los transistores han ido evolucionando con el paso de los años, y su forma física se redujo desde válvulas de vacío a tamaño invisibles al ojo humano. El desarrollo de estas nuevas dimensiones ha permitido no solo extender el funcionamiento de los electrodomésticos, sino disminuir el tamaño general de ellos. Los relojes de pulsera sin esta tecnología jamás podrían haber sido creados, y seguiríamos usando los mecánicos.

LOS TRANSISTORES OCUPAN UN ROL MUY IMPORTANTE EN TODOS LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS E INFORMÁTICOS ACTUALES.





dos terminales) unidos entre sí: Emisor (E), Base (B) y Colector (C), donde cada segmento está dopado en distintas cantidades. El emisor tiene un dopaje mucho más alto que la base y rodea la región del emisor para que los electrones inyectados en la base no se escapen de ella; la base tiene un dopaje mayor que el colector; está físicamente localizada entre el colector y el emisor, apenas dopada, y posee una alta resistividad.

El dopaje que se le asigna es una contaminación intencional realizada al material en cantidades determinadas con el fin de obtener un comportamiento deseado. El material dopado con estas cantidades obtiene propiedades eléctricas específicas, y aumenta el número de portadores de carga libre.

Para materiales tipo N, los portadores de carga son los electrones; para los materiales tipo P, los portadores son huecos que equivalen a cargas positivas. La unión de ellos produce los diodos, como ya se explicó.

Para el transistor, el emisor emite portadores (huecos); el colector los recolecta, y la base modula el paso de los portadores. Mediante este funcionamiento, obtenemos un dispositivo que, controlado por corriente, consigue una nueva corriente amplificada.

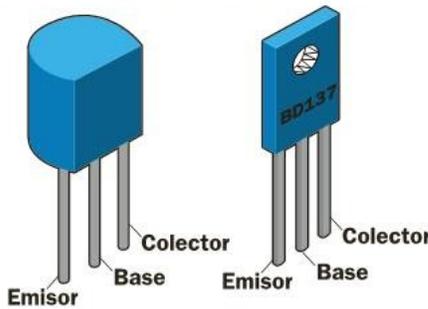
Funcionamiento

Un transistor funciona mediante la polarización adecuada de sus conexiones. Se utiliza corriente continua para que este cumpla su función; se sitúa una fuente de corriente entre PN (base-emisor) polarizada directamente y, en la otra unión NP (base-colector), polarizada inversamente. Cuando la tensión de la base emisor supere los 0,7V (barrera mínima), tendremos el transistor polarizado y, por lo tanto, funcionará de manera correcta, es decir, entendemos que el transistor tiene la capacidad de conducir corriente desde la terminal colector hasta la terminal emisor.

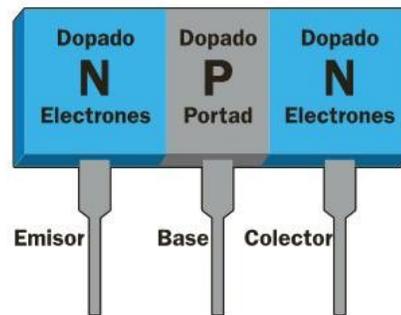
La corriente que circula por el colector es función amplificada de lo que finalmente pasará por el emisor, y está graduada por la corriente aplicada en la base y por la ganancia propia del transistor. Debido a la agitación térmica, los portadores del emisor atraviesan la barrera potencial entre el emisor-base, y llegan a la base donde son impulsados por el campo magnético que existe entre la base y el colector.

Cuando una tensión positiva se aplica entre emisor y base, se rompe el equilibrio entre los portadores generados térmicamente, y el campo eléctrico repelente de la región agotada se desbalancea permitiendo que los electrones excitados térmicamente

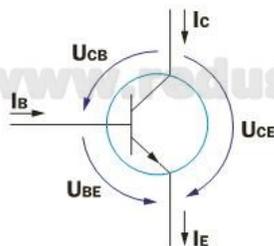
TRANSISTOR BÁSICO
TRANSISTOR BC547 TRANSISTOR BD137



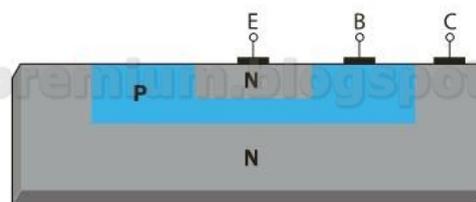
TRANSISTOR TEÓRICO



TRANSISTOR SIMBÓLICO



TRANSISTOR REAL



▲ **Transistor representado en todas sus formas. Físicamente, cómo se entiende, cómo se debe leer electrónicamente y cómo se construye.**

CONEXIONES MICROSCÓPICAS

Para transistores microscópicos, se han debido desarrollar técnicas de conexiones prácticamente invisibles. Todas las conexiones realizadas en este universo se llevan a cabo mediante maquinaria de soldadura de precisión y, en algunos casos, se fabrican directamente soldadas por el mismo material. Por esto, muchos de los problemas relacionados con microcontroladores son imposibles de resolver, y estos deben ser reemplazados. Las conexiones externas son las que se pueden revisar.

11

// Clase 06

circulen a la base. Los electrones circulan por la base desde la región rica de portadores del emisor hasta la región pobre del colector. Los electrones que circulan por la base son llamados **portadores minoritarios**, ya que la base está dopada con material P. La base es delgada en comparación con el colector y el emisor, debido a que es necesario que los portadores de esta puedan difundirse a gran velocidad y evitar que se recombinen antes de alcanzar la unión base-colector

La ganancia de un transistor se conoce como **beta** (β), y funciona como amplificador logrado entre la corriente del colector y la corriente de la base. El beta es una constante que depende de cada transistor que puede valer entre 50 y 300 (según el modelo y la aplicación, puede valer hasta 1000 o más) y nos da una idea de cuál es la capacidad de amplificar de la corriente. A mayor ganancia o beta, mayor es la capacidad de amplificar la corriente. Analizamos entonces que la corriente que circula por el colector es proporcional a la corriente aplicada en la base.

Existe otro parámetro denominado **ganancia de corriente de base común** (α), que se toma según el transistor a la ganancia de corriente desde el emisor al colector en la región activa directa (interruptor cerrado o pase libre). Su valor es aproximadamente cercano a la unidad y oscila entre 0.98 y 1. La relación entre ambos se da:

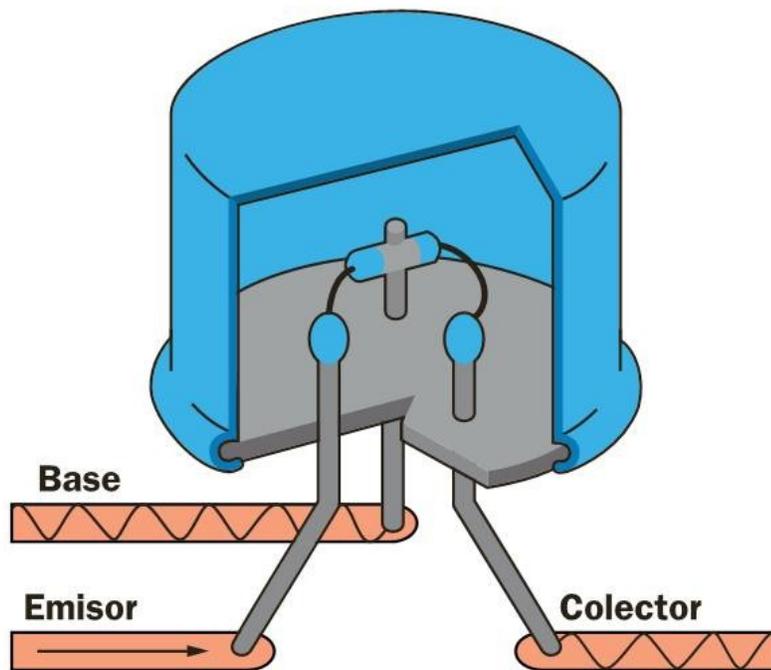
$$\alpha = \frac{I_c}{I_e}; \beta = \frac{I_c}{I_b}$$

Matemáticamente analizamos que: llamamos I_e (corriente del emisor), I_c (corriente del colector) e I_b (corriente de la base).

Si $I_e = I_c + I_b$, la corriente aplicada en la base es muy pequeña por lo que $I_e = I_c$ (aproximadamente) se corrige mediante $I_e = \beta I_b$.

Mediante esta expresión podemos obtener diversos estados:

Transistor



Interior de un transistor circular. Se puede observar la base de pequeño tamaño que controla al colector y al emisor.

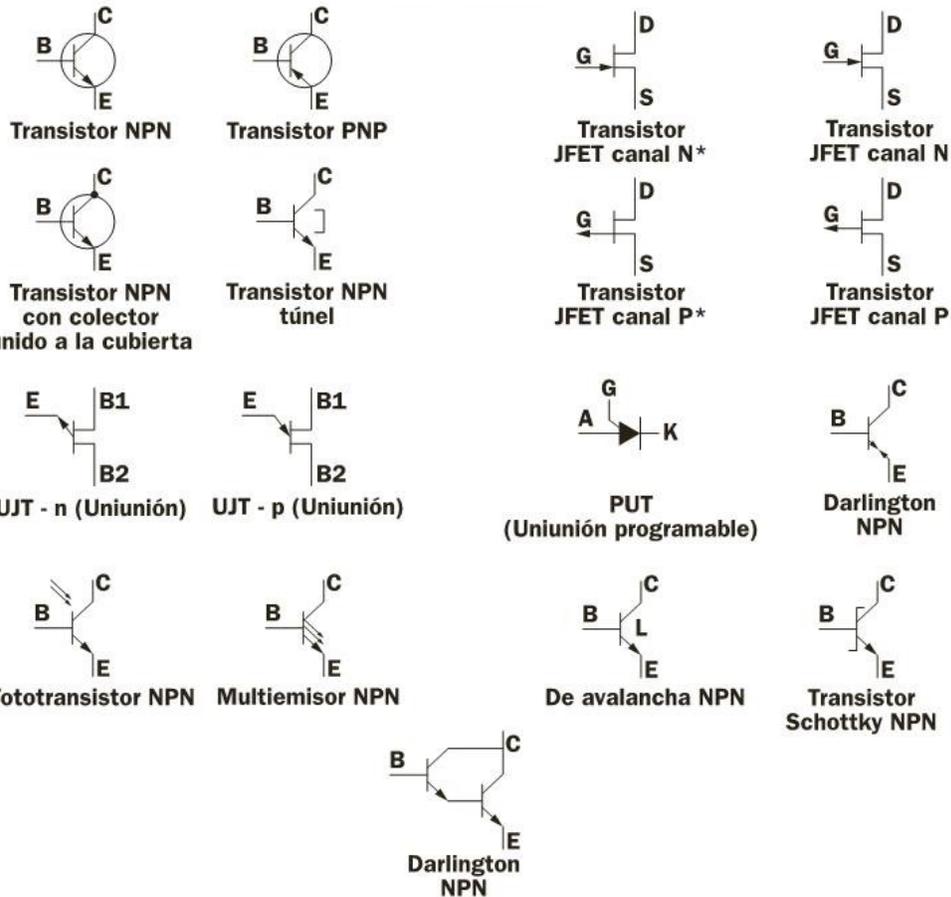
▼ **Estado activo:** en este caso, circula corriente, y nuestro β es distinto de 0. Nuestro transistor amplifica la señal por el valor de β . Si $\beta = 100$, la corriente del emisor $I_e = 100 I_b$, o sea, amplifica 100 veces. En este estado, la corriente del colector depende de la corriente de la base, del β , y de las resistencias conectadas entre el emisor y el colector.

▼ **Estado inverso:** se invierten las condiciones de polaridad del estado

SE UTILIZAN TRANSISTORES
COMO AMPLIFICADORES
ANALÓGICOS DE SEÑAL O COMO
INTERRUPTORES ELECTRÓNICOS
DIGITALES.



Simbología electrónica Transistores



Simbología de transistores en todos sus usos. Cuando se diseñan circuitos electrónicos, es importante diferenciarlos unos de otros.

activo. En este estado, las regiones del colector y del emisor invierten su funcionamiento. No maximiza el potencial del transistor.

▼ **Estado de corte:** si la corriente de base $I_b = 0$, la expresión resulta en $I_e = 0$ sin importar el valor de β , por lo que no conduce corriente y se lo considera al transistor como una llave abierta, sin paso. La tensión entre los terminales es la misma que la de alimentación; al no haber corriente circulando, no hay caída de tensión.

▼ **Estado de saturación:** cuando la corriente de base alcanza un valor muy alto (para el transistor), la expresión no se cumple ya que, por más que I_b aumente, no aumentará la I_c , e $I_c = I_e = I_{max}$. Se dice que el transistor está saturado ya que no puede amplificar más la señal, y toda la corriente aplicada en el emisor circula por el colector como un interruptor cerrado, paso total.

En la electrónica analógica, se utiliza el estado activo ya que permite una amplificación de señal en varios puntos. Mientras que los estados de saturación y corte son útiles para

NANOTECNOLOGÍA

Hoy en día, llegar al límite del material es un hecho. Trabajar con silicio implica tener un límite de material de aproximadamente 10 nanómetros, lo que

impide seguir consiguiendo circuitos de menor tamaño y más efectivos. En la actualidad, se estudian materiales novedosos, como los nanotubos de

carbono, para reemplazar el silicio. Aún son procesos caros y no pueden ser reproducidos a gran escala, pero esto es solo el principio.



la electrónica digital, ya que representan los dos estados fundamentales: abierto y cerrado (1 y 0).

Estructura

Los transistores estructuralmente poseen sus tres regiones no simétricas, por lo que intercambiar el emisor con el colector implica que deje de funcionar de modo activo y funcione en modo inverso, ya que son construidos y optimizados para funcionar en modo activo disminuyendo el β . La falta de simetría se debe a la tasa de dopaje entre emisor (altamente dopado) y colector (ligeramente dopado).

Se provee de un emisor altamente dopado para aumentar la eficacia de entrega de portadores en comparación con la base, que no debe influir mucho en la operación. De esta manera, obtenemos una gran ganancia de corriente siempre que los portadores inyectados provengan del emisor. Existen transistores simétricos utilizados en CMOS que presentan bajos desempeños debido

a que no hay diferencia entre la operación en modo activo o inverso.

La corriente que circula entre el emisor y el colector puede ser controlada por la corriente o la tensión base-emisor, ya que ambas están ligadas en su funcionamiento y se describen en curvas de funcionamiento.

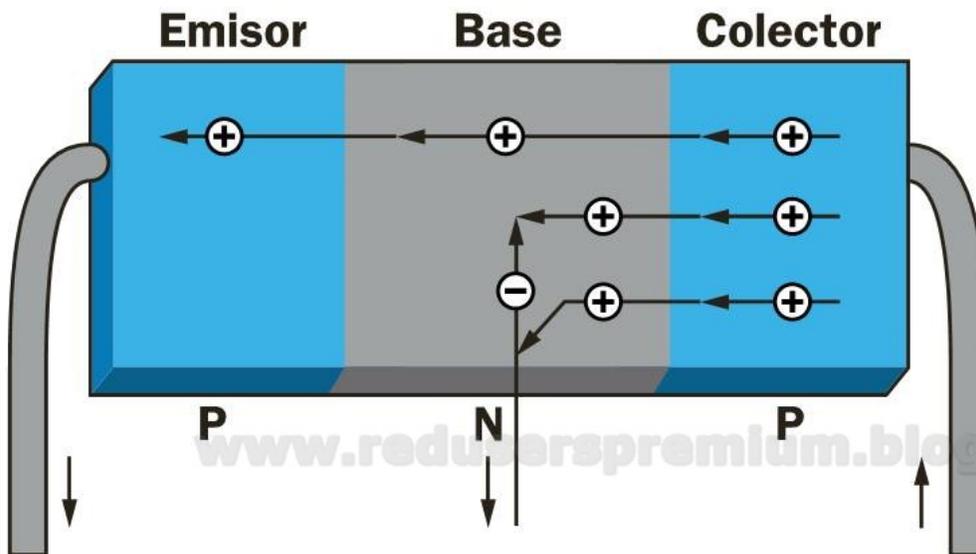
Dependiendo del dopaje a las capas del transistor, podemos configurarlo como NPN o PNP, donde la base siempre estará representada por la letra del medio. La configuración NPN se caracteriza por ser la más utilizada actualmente. N y P hacen referencia a los portadores de carga mayoritarios dentro de las distintas capas del transistor; en ellas y en esta configuración, los electrones poseen mayor movilidad que los huecos permitiendo mayores corrientes y velocidades de funcionamiento. La configuración PNP es poco usada, ya que su desempeño no es muy eficiente. Posee una capa dopada N y dos capas dopadas P,

LOS TRANSISTORES
POSEEN TRES
REGIONES NO
SIMÉTRICAS,
ESTO SE DEBE
A LA FALTA
DE DOPAJE.



y son conectadas mediante el colector a masa y el emisor a la terminal positiva de la fuente de corriente. Excitando la base mediante una pequeña corriente, permite una corriente mayor desde el emisor al colector.

A partir de las distintas necesidades de generar un modelo lineal para analizar circuitos electrónicos con



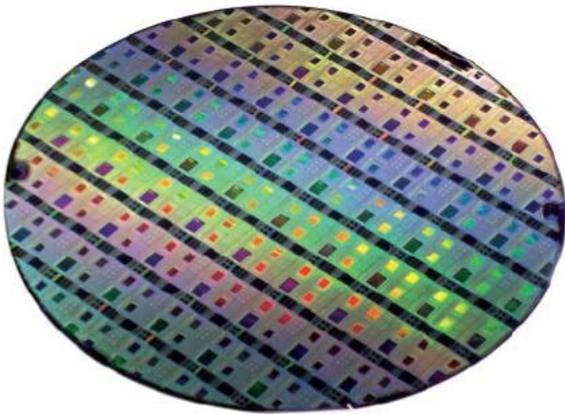
Esquema del principio de funcionamiento de los transistores al paso de los electrones y los portadores, así como también su sentido de circulación.





transistores, se plantearon diversos modelos matemáticos para analizarlos. Entre estos modelos, encontramos el de Ebers y Moll, el de parámetros h y π que representa al transistor bipolar genérico y con cualquier tipo de polarización. Sin embargo, su modelo no lineal hace que cualquier circuito que se pretenda analizar utilice soluciones numéricas y cálculos con ordenador. Pero, si se utiliza un punto de operación dado y una zona básica de funcionamiento, es posible restringir las variables y así utilizar un modelo lineal que facilite el análisis de los circuitos.

El modelo Ebers y Moll se usa para los transistores bipolares y puede ser utilizado en todos sus estados. Se usaba previo a las aplicaciones computacio-



▲ **Transistores en los procesadores, ¿difícil de creer? Créanlo. Millones de transistores interrelacionados para funcionar.**

DISIPACIÓN DE CALOR



Los transistores de potencia vienen preparados para ser acoplados a disipadores de calor y evitar quemarse debido a la gran temperatura que levantan.

Debido al paso y la amplificación de la corriente que circula por los transistores de potencia, se producen altas temperaturas por la interacción de los electrones y los canales. Estructuralmente, los transistores de alta ganancia vienen fabricados con una placa que ayuda a la disipación del calor y, en otros casos, preparados para ser acoplados a disipadores físicos impidiendo que se quemen.

Transistor de efecto de campo

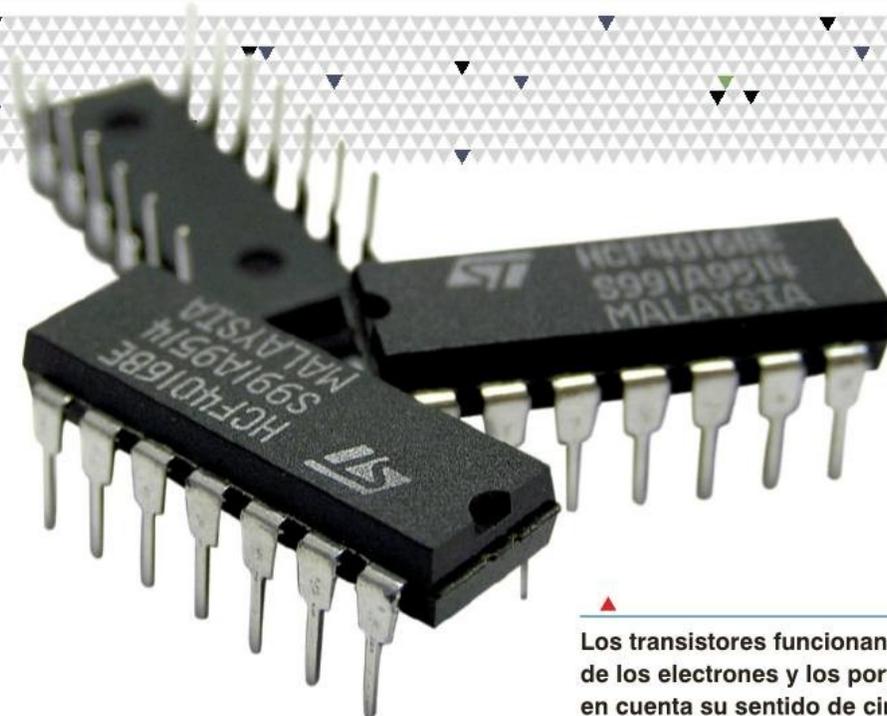
nales y aplica los principios de dos diodos ideales y dos fuentes. Cada diodo representa la unión emisor-base y base colector. Las fuentes de energía son las responsables de hacer circular los portadores a los huecos.

Más allá de sus variantes y modelos, los transistores son utilizados por lo general en proyectos de pequeña escala para demostrar su funcionamiento, como los amplificadores de voz, utilizando un micrófono o una salida de audio de baja intensidad. Se alimenta el emisor con una señal, luego, se la potencia excitando la base y tomando como salida al colector;

este proceso es utilizado varias veces para modular el funcionamiento.

Debemos tener en cuenta que, en la electrónica de precisión comúnmente llamada **electrónica digital**, los transistores son utilizados como llaves de paso; se los somete a estados de corte y de saturación para simular el comportamiento de puertas o interruptores abiertos y cerrados gracias a una señal de saturación en la base.

Todos estos efectos combinados logran darles la máxima utilidad a estos componentes presentes en todos los dispositivos actuales.



Los transistores funcionan permitiendo el paso de los electrones y los portadores, teniendo en cuenta su sentido de circulación.

Antes de la creación de los transistores bipolares, fueron inventados los transistores de efecto de campo, pero no se les encontró utilidad o aplicación inmediata hasta el desarrollo de los transistores bipolares. Recién décadas después de estos, se empezaron a desarrollar y aplicar en forma masiva.

Los transistores de efecto de campo (FET, *Field Effect Transistor*) son transistores basados en campos eléctricos, que controlan el paso de electrones por los canales gracias a una diferencia de potencial. Tengamos en cuenta que los transistores bipolares controlan el flujo de electrones mediante una excitación de la base con corriente, mientras que los FET son controlados mediante este campo eléctrico y se plantean como resistencias controladas por diferencias de potencial.

En los FET, la corriente se controla mediante tensión. Si son utilizados como amplificadores, suministran una corriente de salida proporcional a la tensión aplicada en la entrada. En la base o terminal de control, no se absorbe corriente,

LOS TRANSISTORES PRESENTAN UNA GANANCIA B QUE NOS INDICA EL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DE SEÑAL DEL TRANSISTOR.



lo que posibilita que la tensión que sí controla sea muy pequeña (una señal de audio de baja intensidad, por ejemplo) permitiéndole a esta tensión generar el campo eléctrico.

Como los transistores bipolares que se dividen en NPN y PNP, los FET tienen dos tipos de canal, denominados **n** y **p**; estos dependen de la tensión en la puerta.

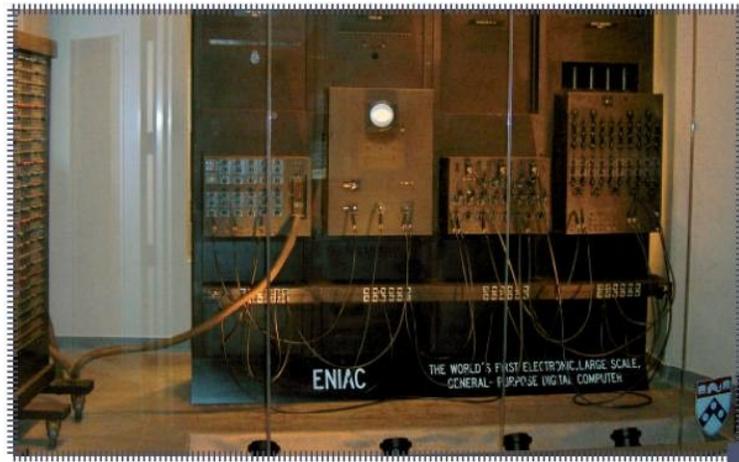
¿TE RESULTA ÚTIL?

Lo que estás leyendo es el fruto del trabajo de cientos de personas que ponen todo de sí para lograr un mejor producto. Utilizar versiones "pirata" desalienta la inversión y da lugar a publicaciones de menor calidad.

NO ATENTES CONTRA LA LECTURA. NO ATENTES CONTRA TI. COMPRA SÓLO PRODUCTOS ORIGINALES.

Nuestras publicaciones se comercializan en kioscos o puestos de vendedores; librerías; locales cerrados; supermercados e internet (usershop.redusers.com). Si tienes alguna duda, comentario o quieres saber más, puedes contactarnos por medio de usershop@redusers.com





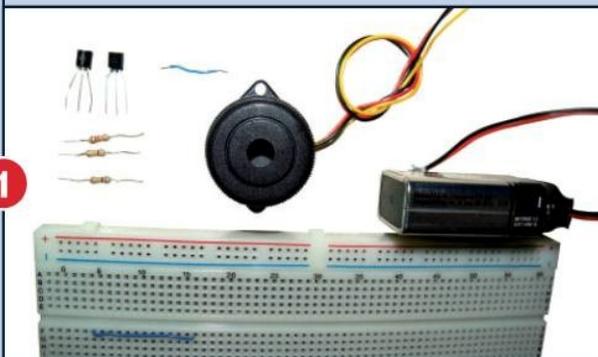
ENIAC era un equipo que pesaba más de treinta toneladas y consumía 200 kilovatios. Tenía alrededor de 18.000 válvulas, de las cuales cada día se quemaban algunas.

Las características de los FET son particulares principalmente porque, en la entrada, tienen una resistencia muy alta (100 M Ω), no poseen un voltaje de unión cuando se utilizan como interruptores, son inmunes a la radiación, se aplican para proporcionar mayor estabilidad térmica y resultan menos ruidosos.

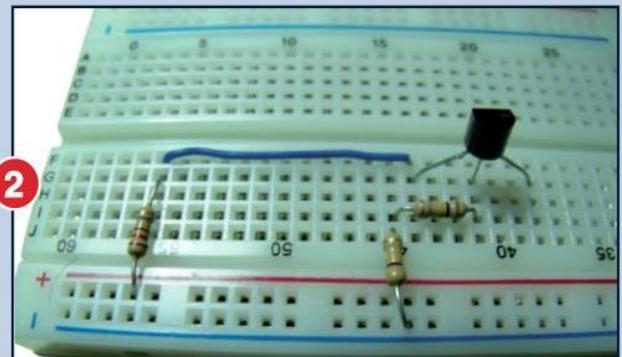
Entre los distintos tipos de FET que existen, encontramos:

MOSFET: *Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor*, se aísla con óxido de silicio SiO₂. Con respecto a los bipo-

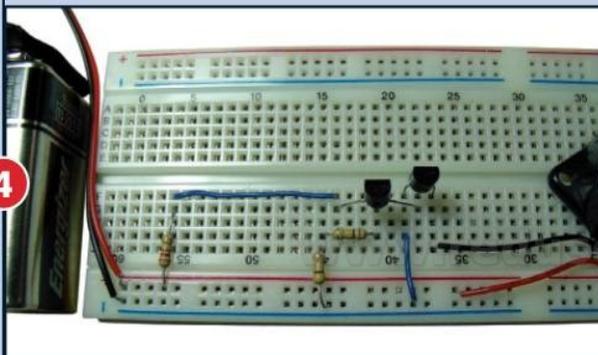
DETECTOR DE NIVEL DE AGUA PASO A PASO



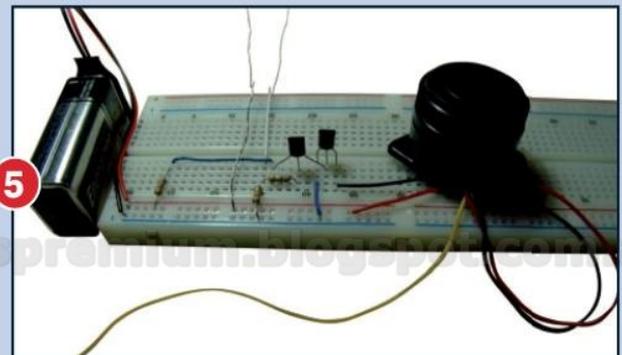
1 Necesitamos 1 protoboard, 1 batería 9V, 1 conector, 1 zumbador, 3 resistencias (R1 2,2 k Ω , R2 100 k Ω , R3 470 k Ω), 2 transistores (T1 y T2 BC548), cable.



2 Conectamos al transistor (BC548) las resistencias R2 y R3 en la base y masa. El emisor a R1, y esta al canal (+).



4 Conectamos el zumbador: el cable rojo al canal positivo (+), el cable negro al emisor de T2.



5 Colocamos dos cables, los "sensores de nivel": primer cable (+), 2.º cable a R2. Conector a canales + y -.

lares, ocupan menos espacio y son más utilizados en circuitos integrados. A su vez, en los transistores MOSFET los tres conectores se denominan: Puerta (G, *Gate*), Fuente (S, *Source*) y Drenaje (D, *Drain*).

JFET: *Junction-Field-Effect-Transistor*, utiliza una unión P-N.

MESFET: *Metal-Semiconductor-Field-Effect-Transistor*, sustituye la unión P-N con una barrera Schottky.

HEMT: *High-Electron-Movility-Transistor*, conocido también como HFET; la banda dopada con portadores forma el aislante, la entrada y el cuerpo del transistor.

IGBT: *Insulated-Gate-Bipolar-Transistor*, dispositivo para

LOS FET SON PARTICULARES
PORQUE EN LA ENTRADA TIENEN
UNA RESISTENCIA MUY ALTA,
SON INMUNES A LA RADIACIÓN
Y RESULTAN MENOS
RUIDOSOS. 

17

// Clase 06 ◀



el control de potencia. Se utiliza cuando el rango de potencial entre el colector-base se ubica entre 200 y 3000V.

FREDFET: es un FET especializado que se ha diseñado para brindar una recuperación máxima del transistor.

DNAFED: otro tipo especializado de FET que actúa como biosensor para detectar cadenas de ADN idénticas.

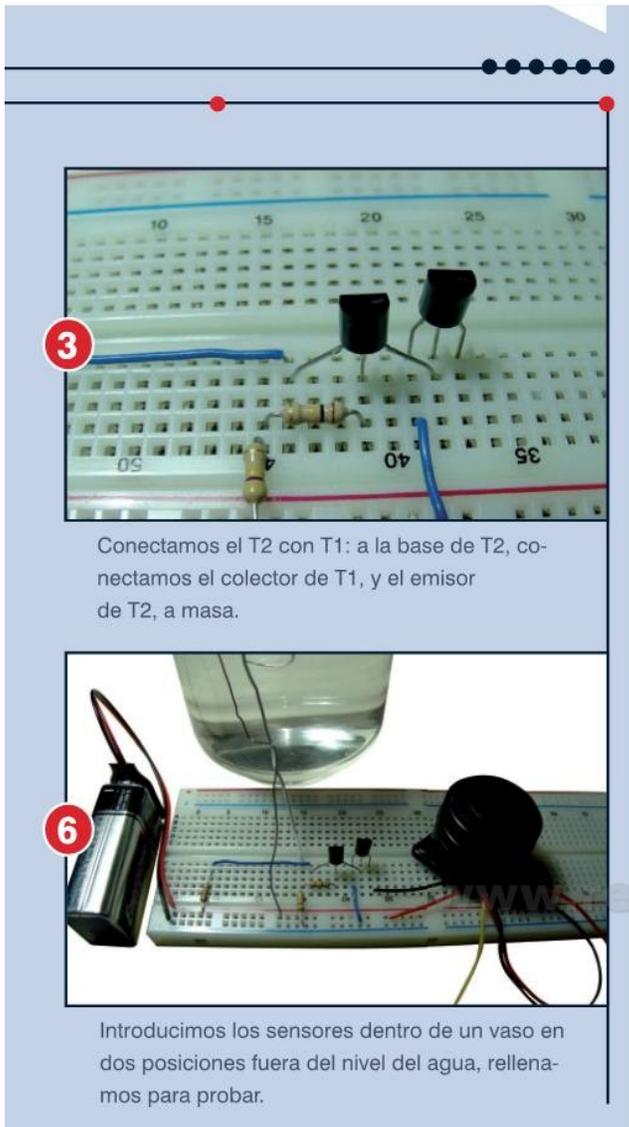
TFT: *Thin-Film-Transistor*, un tipo especial de FET fabricado a partir de capas finas de semiconductores, como capas de material dieléctrico y contactos metálicos, sobre un sustrato de soporte.

Origen

Como sabemos, el transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple diversas funciones, entre ellas amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.

Debemos considerar que el término transistor se origina de transfer resistor (resistencia de transferencia). Actualmente se los encuentra prácticamente en todos los dispositivos domésticos de uso diario, como radios, televisores, grabadoras, reproductores de audio y video, lavadoras, automóviles, equipos de refrigeración, alarmas, relojes de cuarzo, computadoras, calculadoras, impresoras, lámparas fluorescentes, equipos de rayos X, tomógrafos, ecógrafos, reproductores mp3, celulares, entre otros.

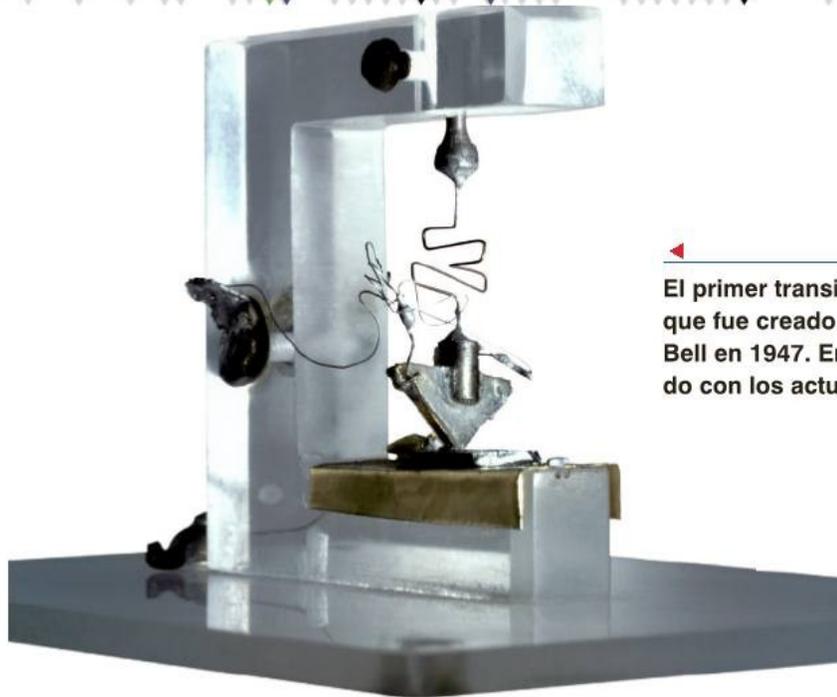
Los transistores se encargan de sustituir a las antiguas válvulas termoiónicas de tres electrodos o triodo. El transistor bipolar fue inventado en los Laboratorios Bell, de EE. UU., en diciembre de 1947 por John Bardeen, Walter Houser Brattain y William Bradford Shockley, quienes fueron galardonados con el Premio Nobel de Física en 1956. Gracias a ellos, fue posible la construcción de receptores de radio portátiles llamados comúnmente transistores.



Conectamos el T2 con T1: a la base de T2, conectamos el colector de T1, y el emisor de T2, a masa.

Introducimos los sensores dentro de un vaso en dos posiciones fuera del nivel del agua, rellenamos para probar.





◀ El primer transistor ensamblado que fue creado en los laboratorios Bell en 1947. Era robusto comparado con los actuales.

Antes de aparecer los transistores, los aparatos de válvulas tenían que trabajar con tensiones bastante altas, tardaban más de treinta segundos en empezar a funcionar, y en ningún caso podían funcionar a pilas, debido al gran consumo que presentaban.

Transistor versus válvula iónica

Antes de la aparición del transistor, los ingenieros utilizaban elementos activos llamados válvulas termoiónicas. Las válvulas tienen características eléctricas similares a las de los transistores de efecto de campo (FET): la corriente que los atraviesa depende de la tensión en el borne de comando, llamado rejilla. Las razones por las que el transistor reemplazó a la válvula termoiónica son varias:

- ▼ Las válvulas termoiónicas necesitan tensiones muy altas, del orden de las centenas de voltios, tensiones que son letales para el ser humano.
- ▼ Las válvulas consumen mucha energía, lo que las vuelve particularmente poco útiles para el uso con baterías.

▼ Probablemente, uno de los problemas más importantes es el peso. El chasis necesario para alojar las válvulas, los transformadores requeridos para suministrar la alta tensión, todo ello sumaba un peso importante, que iba desde algunos kilos a algunas decenas de kilos.

▼ El tiempo medio entre fallas de las válvulas termoiónicas es muy corto comparado con el del transistor, sobre todo a causa del calor generado.

▼ Además, las válvulas termoiónicas tardan mucho para poder ser utilizadas. Estas válvulas necesitan estar calientes para funcionar.

Principales usos

Los transistores poseen una gran cantidad de aplicaciones:

- ▼ Amplificación de todo tipo (radio, televisión, instrumentación).
- ▼ Generación de señal (osciladores, generadores de ondas, emisión de radiofrecuencia).

AMPLIFICADOR

Considerando que el comportamiento del transistor se puede ver como dos diodos (Ebers-Moll), uno entre base y emisor polarizado en directo, y otro diodo entre base

y colector, pero polarizado en inverso. Vemos que entre base y emisor tendremos una tensión igual a la tensión directa de un diodo, es decir, 0,6 a 0,8V para un transistor

de silicio y unos 0,4 para el germanio. En el colector, tendremos una corriente proporcional a la corriente de base: $I_C = \beta I_B$, es decir, ganancia de corriente cuando $\beta > 1$.

▼ Conmutación, actuando de interruptores (control de relés, fuentes de alimentación conmutadas, control de lámparas, modulación por anchura de impulsos PWM).

▼ Detección de radiación luminosa (fototransistores).

▼ Se usan generalmente en la electrónica analógica y en la electrónica digital como la tecnología TTL o BICMOS.

▼ Son empleados en convertidores estáticos de potencia, controles para motores y llaves de alta potencia (en especial inversores), aunque su principal uso está basado en la amplificación de corriente dentro de un circuito cerrado.

Consideraciones finales

Debemos tener en cuenta que hoy, la mayoría de los circuitos se construyen con tecnología CMOS. La tecnología CMOS (*Complementary MOS* o *MOS Complementario*) es un diseño con dos diferentes MOSFET, que se complementan mutuamente y consumen muy poca corriente en un funcionamiento sin carga.

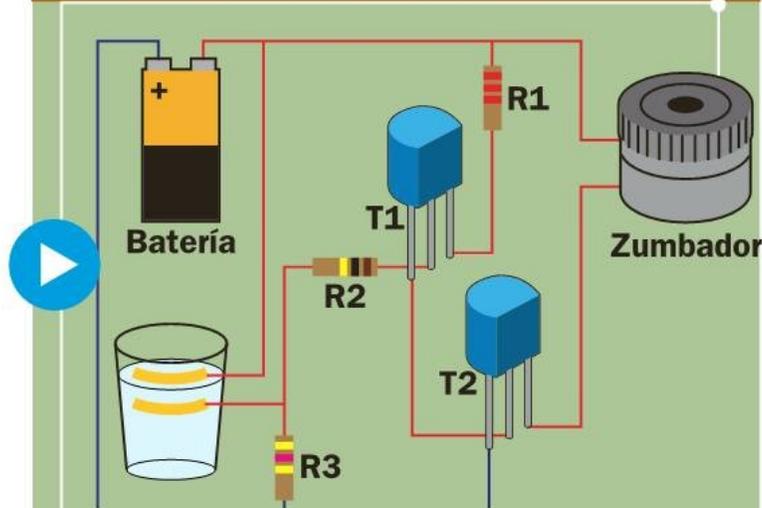
En el diseño de circuitos, a los transistores se les considera un elemento activo, a diferencia de los resistores, condensadores e inductores, que son elementos pasivos. Su funcionamiento solo puede explicarse mediante mecánica cuántica.

De manera simplificada, la corriente que circula por el colector es función amplificada de la que se inyecta en el emisor, pero el transistor solo gradúa la corriente que circula a través de sí mismo.

Es necesario tener en cuenta que de manera simplificada, la corriente que se encarga de circular por el colector corresponde a una función amplificada de la corriente que se inyecta en el emisor.

Teniendo esto en cuenta debemos recordar que el transistor solo es capaz de graduar la corriente que circula a través de sí mismo.

ALERTADOR NIVEL DE AGUA



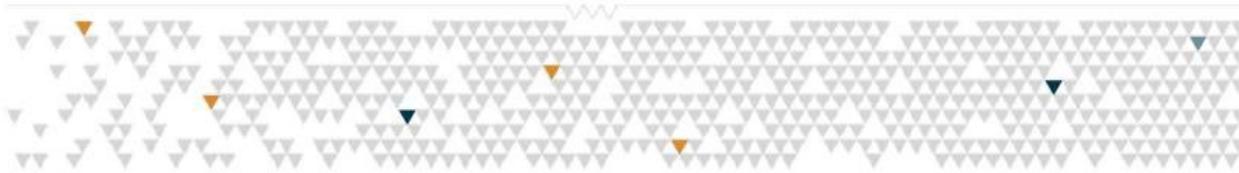
Esquema de la conexión correspondiente al medidor de nivel de agua con zumbador. Utilizamos una batería de 9V en circuito cerrado.

Este proyecto nos sirve para mostrar cómo actúan dos transistores funcionando en saturación y corte. Cuando el nivel de agua aún no llega a los conectores, el T1 se encuentra en corte y funciona como una llave abierta. Cuando el agua llega al segundo conector, circula corriente a la base de T1 y se satura permitiendo el paso de corriente del emisor al conector. Esta corriente excita a la base de T2 y lo satura, permitiendo que pase corriente desde el terminal + de la batería por el zumbador al que activa, y la alarma suena.

Este esquema nos permite ver dos situaciones. En la primera, cuando el nivel está bajo, no circula corriente por ningún instrumento ya que ambos transistores están en corte o llaves abiertas, no hay circulación. En el momento en que los cables entran en contacto gracias al agua (elemento conductor), saturamos a T1, y este satura a T2 abriendo la compuerta, y abrimos la circulación por el elemento alarmante, en este caso el zumbador.

Las resistencias utilizadas R1 (en el emisor), R2 y R3 en la base del T1 se usan para reducir la tensión de entrada. Recordemos que solo necesitamos 0,7V en la base de T1 para que entre en estado de saturación. Se busca que, con las resistencias, se limiten las tensiones para impedir el mal funcionamiento y regular la tensión circulante. Si reemplazamos el agua con otro medio, como la piel humana, obtendremos distintos niveles de señal.





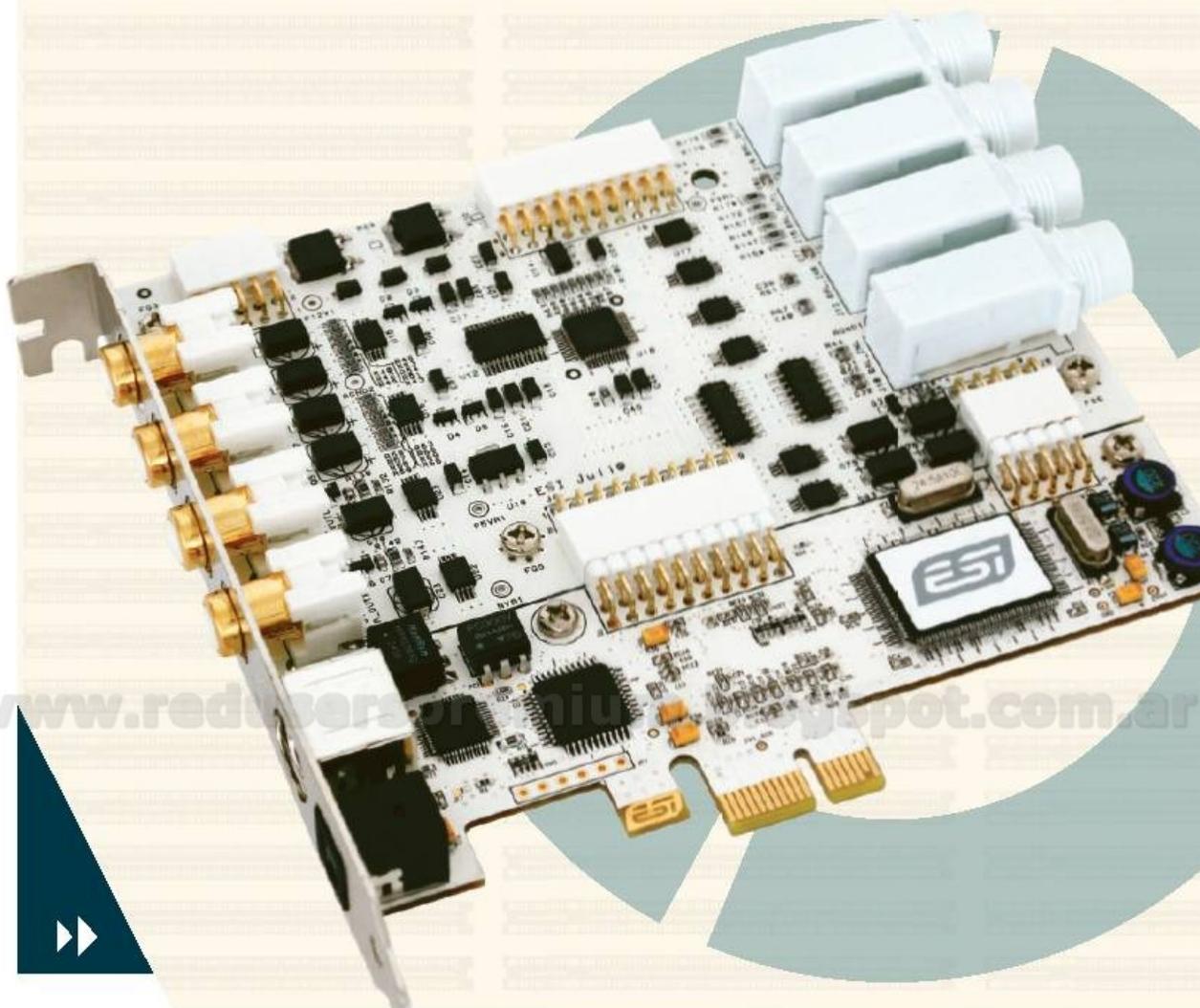
20

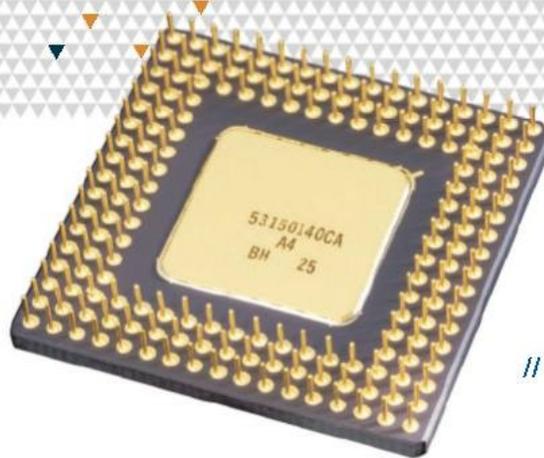
► Clase 06 //



CIRCUITOS INTEGRADOS

COMPONENTES ELECTRÓNICOS MUY UTILIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DE DIVERSOS PROYECTOS EN ELECTRÓNICA, DEBIDO A SU GRAN CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN Y SU ESTABILIDAD.





Los **circuitos integrados**, también llamados **chips**, son pastillas semiconductoras de silicio en las cuales se hallan, según su composición, miles o millones de dispositivos electrónicos, como transistores, resistencias, diodos y capacitores, interconectados entre sí para formar un circuito electrónico específico.

Estos circuitos electrónicos se encuentran dentro de un encapsulado de plástico o cerámica, el cual posee, en su exterior, conductores metálicos llamados **pinos**, que se hallan conectados a la pastilla interna.

Fabricación de los circuitos integrados

El proceso para la creación de circuitos integrados que se encuentran actualmente en diversos productos electrónicos es muy complejo. En él, intervienen numerosas etapas de **fotolitografía**, proceso que consiste en transferir un patrón desde una fotomáscara, denominada **retícula**, a la superficie de una plancha de material semiconductor, comúnmente de silicio, aunque también se utilizan semiconductores compuestos para aplicaciones más específicas.

Clasificación de los circuitos integrados

Según el número de componentes que posean, podemos clasificarlos según su nivel de integración; entre ellos encontramos:

▼ **SSI (Small Scale Integration)** Integración a pequeña escala: es la escala de integración más pequeña de todas y comprende todos aquellos integrados que contienen hasta diez componentes.

▼ **MSI (Medium Scale Integration)** Integración a media escala: a esta escala pertenecen todos los integrados que contienen entre 10 y 100 componentes. Son muy comunes en los sumadores y multiplexores, y eran muy utilizados en las primeras computadoras.

▼ **LSI (Large Scale Integration)** Integración a gran escala: comprende todos los integrados que contienen de 100 a 1000 componentes. La aparición de esta escala de integración dio lugar a la construcción de microprocesadores, ya que pueden realizar operaciones básicas de una calculadora o almacenar una cierta cantidad de bits.

▼ **VLSI (Very Large Scale Integration)** Integración a muy gran escala: estos integrados poseen de 1000

Ya que las pastillas de silicio son muy delicadas, los circuitos integrados se encuentran protegidos por medio de encapsulados.

a 10000 componentes. Con su aparición, dan inicio a una gran era de compresión de los dispositivos, haciendo cada vez más común el uso de equipos portátiles.

Lo que conocemos como **microelectrónica** debe su nombre al volumen muy pequeño de sus componentes, incluso de dimensiones microscópicas, que son utilizados para la producción de dispositivos altamente funcionales a pesar de su reducido tamaño. Según sus funciones, podemos clasificarlos en dos grandes tipos:

▼ **Circuitos integrados analógicos:** pueden contener un número determinado de transistores sin conexión alguna entre ellos, o circuitos complejos y funcionales, como amplificadores, osciladores e, incluso, receptores de audio.

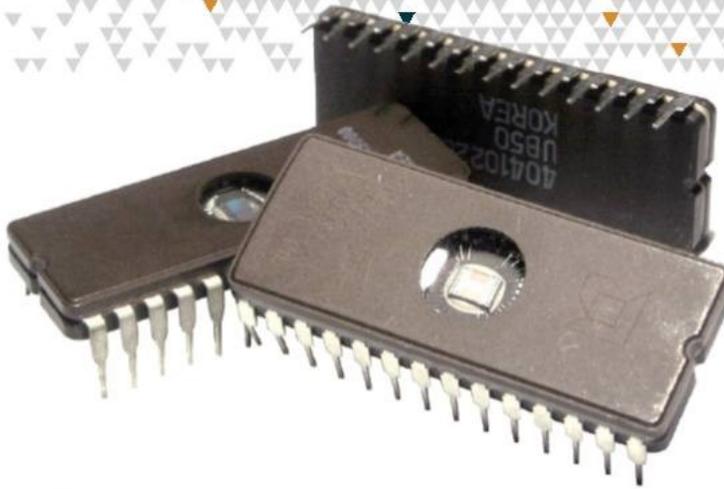
▼ **Circuitos integrados digitales:** pueden ser compuertas lógicas básicas, AND, OR, NOT, o aún más complejos, microprocesadores o microcontroladores.

Tipos de encapsulados

Todos los chips están encapsulados de distintas formas y tamaños, dependiendo de la función que van a cumplir. Además, cada tipo de encapsulado posee una distribución y asignación de pinos, que podemos consultar en las hojas de datos respectivas.

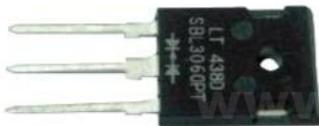
En la actualidad, existe una gran variedad de encapsulados, entre los cuales podemos encontrar algunos como:

▼ **Encapsulados DIP (Dual In line Package):** estos son el tipo de encapsulado más antiguo; están recubiertos por una carcasa de plástico rectangular con una fila de pinos a cada lado. El número máximo



Estos integrados son capaces de borrar de forma automática los datos guardados en ellos, mediante una radiación ultravioleta.

AL REALIZAR ALGÚN CIRCUITO ELECTRÓNICO, SIEMPRE DEBEMOS LEER LA HOJA DE DATOS DEL COMPONENTE QUE UTILICEMOS.



Entre los tipos más comunes de integrados, encontramos los que vemos en la imagen, que son muy utilizados en reguladores de tensión y transistores de potencia.

de montaje superficial ya que sus pines están dispuestos en forma de alas de gaviota, por lo que se los denomina *gullwing packages*.

Fueron los primeros en introducir una distancia muy pequeña entre sus pines y, de esta manera, obtener un mayor número, generalmente, más de 64.

▼ **Encapsulados QFP (Quad Flat Package):** los terminales de este tipo de encapsulados son del mismo tipo que los SOIC, pero se caracterizan por tener pines en los cuatro lados del componente. Estos también son de un montaje superficial, al igual que los antes nombrados.

▼ **Encapsulados SOJ (Small Outlined J-Lead):** estos encapsulados tienen pines solo a dos lados del dispositivo. La letra *J* del nombre se debe a que los terminales tienen la forma de dicha letra. Son muy utilizados en tecnologías **SMD** y, también, a la hora de montar los chips **DRAM** que se fabricaban con encapsulados DIP.

▼ **Encapsulados BGA (Ball Grid Array):** estos tipos de encapsulados aparecen ante la necesidad de incrementar el número de entradas y salidas de circuitos integrados sin que sea necesario aumentar, en gran cantidad, el tamaño del dispositivo o que aparezcan pines demasiado finos. Poseen pines, que tienen forma de bolas de estaño o plomo, ubicados en la superficie inferior del componente. Con esta distribución de pines, se evitan terminales y distancias

de pines de estos encapsulados suele ser de 48. Estos encapsulados pueden ser soldados en los orificios realizados en las placas, o también pueden ser insertados en zócalos dispuestos.

Los DIP son utilizados para circuitos integrados de pequeña y mediana escala de integración.

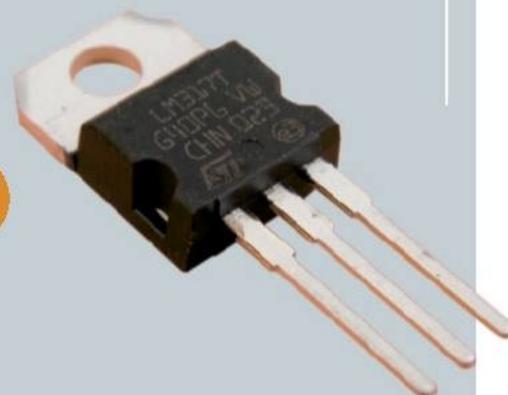
▼ **Encapsulados SIP (Single In line Package):** al igual que los DIP, son los encapsulados más antiguos y presentan una fila única de pines para la conexión; el número máximo de estos suele ser de 24. También, al igual que los DIP, estos encapsulados pueden ser soldados en orificios realizados en las placas, y son utilizados para circuitos integrados de pequeña y mediana escala de integración.

▼ **Encapsulados SOIC (Small Outline Integrate Circuit):** estos encapsulados son los equivalentes de los DIP, pero

ALGUNOS FABRICANTES

Podemos encontrar una gran variedad de fabricantes de circuitos integrados, cada uno de ellos para un fin específico. Todos estos fabricantes ofrecen una hoja de datos de cada componente que integran al mercado, para dar a conocer al usuario el comportamiento de estos componentes, y que este pueda diseñar circuitos electrónicos utilizándolos. Entre los fabricantes, podemos encontrar algunos como Microchip, Intel, Samsung, Toshiba, Motorola, entre otros varios.

REGULADOR DE TENSIÓN



El LM317 es un regulador de tensión ajustable con tres terminales, que, en condiciones normales, puede suministrar hasta 1,5 A en un rango de 1,2 a 37 volts.

Este circuito integrado nos permite regular una tensión en un determinado rango.

Para su empleo, no requiere más que dos resistencias que se conectan a él para obtener un valor de tensión determinado a la salida. Estos dispositivos poseen protección por limitación de corriente y exceso de temperatura, que los resguardan en caso de sobrecarga. Normalmente, no utilizan capacitores si se encuentran cerca del filtro de la fuente de alimentación.

23

// Clase 06



entre ellos. Aunque son muy pequeños, la soldadura, al estar debajo del circuito integrado, no quedará a la vista.

Hojas de datos

También denominados **datasheets**, son documentos que nos permiten dar a conocer el funcionamiento o comportamiento y las características de los componentes electrónicos, brindados por los propios fabricantes. Contienen suficientes detalles para que podamos realizar cualquier circuito electrónico teniendo en cuenta dicha información. En estas hojas de datos, encontraremos la siguiente información:

- ▼ Datos del fabricante.
- ▼ Número y denominación.
- ▼ Distribución de pines.
- ▼ Propiedades.
- ▼ Descripción de su funcionamiento.
- ▼ Esquema de conexiones típicas.
- ▼ Tensión de alimentación y consumo.
- ▼ Condiciones adecuadas para su correcta operación.
- ▼ Esquemas de ondas de entrada/salida.
- ▼ Información sobre normas de seguridad y uso.

Disipadores

Un disipador es un instrumento, por lo general de aluminio, que se utiliza para disminuir la temperatura de algunos componentes electrónicos, como circuitos integrados, evacuando el calor de este hacia el aire.

Como consecuencia de esto, se reduce la temperatura de trabajo del dispositivo, ya que la cantidad de calor en él es menor.

Si bien un disipador clásico es un instrumento de **extrusión** de aluminio o una chapa de aluminio doblada con perforaciones para el montaje de distintos circuitos integrados, en la actualidad el costo del aluminio nos lleva a tratar de resolver el problema de disipación de calor por otros métodos que son menos tradicionales.

Estos, en una primera instancia, parecen ser más caros, pero terminan resultando más económicos que cualquier disipador clásico a la hora de disipar grandes potencias.

Un ejemplo de disipadores son los coolers para computadoras. Entre estos, se pueden encontrar disipadores de menos de 0,5 °C/W a precios relativamente bajos debido a su gran escala de fabricación.

Otro ejemplo son las celdas Peltier, que, al circular una corriente eléctrica por el material, producen una diferencia de temperatura

en ambos lados. Estas pueden trabajar perfectamente como instrumentos disipadores de calor, aunque su bajo rendimiento precisa de una fuente de alimentación muy alta. Estas celdas basan su funcionamiento en la utilización del efecto inverso al Seebeck.

Ley de Ohm térmica

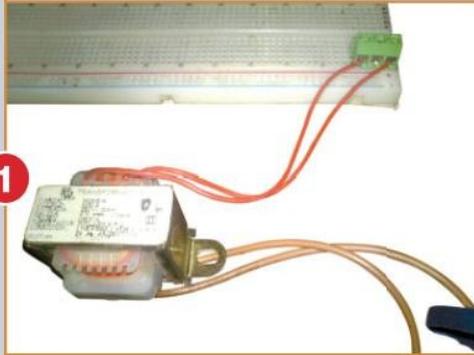
Al igual que en todos los circuitos eléctricos, podemos definir una ley de Ohm en los circuitos de flujo de calor. Pero, antes de esto, es posible identificar elementos térmicos.

El panel de masa del circuito eléctrico está compuesto por el aire, que adopta una temperatura ambiente de unos 25 °C. La diferencia de potencial eléctrica encuentra su similitud con la diferencia de temperatura.

La potencia generada en forma de calor en el dispositivo posee su equivalente en la corriente eléctrica que es entregada por la fuente de tensión. Y, por último, la resistencia eléctrica encuentra su semejanza en la resistencia térmica medida en °C/W, que son los grados Celsius por cada watt.

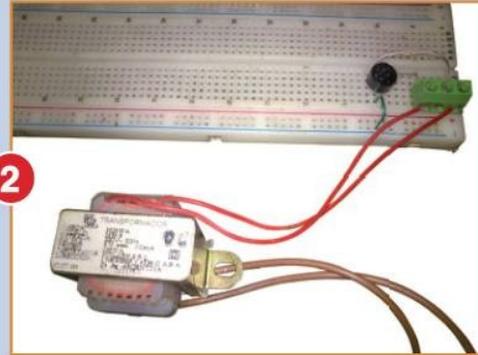


CARGADOR DE BATERÍAS PASO A PASO



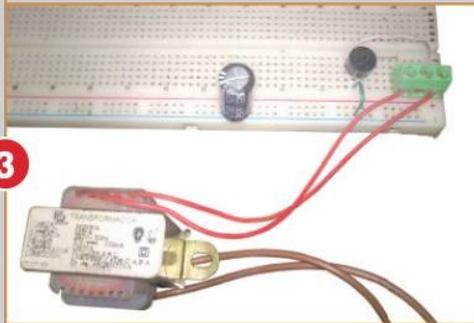
1

Sin conectar el transformador a la red de alimentación doméstica, conectamos la salida a las borneras en el protoboard.



2

Luego, conectamos los diodos o puentes de diodos que vayamos a utilizar para rectificar la señal entregada por el transformador.



3

Una vez conectados los diodos o puentes de diodos, conectamos el capacitor para obtener un menor rizado de la señal.



4

Una vez que obtengamos un menor rizado de la señal, podemos conectar nuestro regulador de tensión con sus capacitores de filtro.



5

Ahora, colocaremos a la salida del circuito un fusible de protección y leds indicadores con resistencias limitadoras de corriente.



6

Para finalizar nuestro cargador, conectamos a este un puerto de salida. Debido a su gran uso, utilizamos un USB hembra.

PRÓXIMA ENTREGA



Construcción de circuitos

EN EL PRÓXIMO FASCÍCULO CONOCEREMOS LA FORMA EN LA QUE SE CONSTRUYEN LOS CIRCUITOS, EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y CÓMO UTILIZAR UN CIRCUITO IMPRESO UNIVERSAL.



TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL



PROFESORES EN LÍNEA

profesor@reduers.com

SERVICIOS PARA LECTORES

usershop@reduers.com

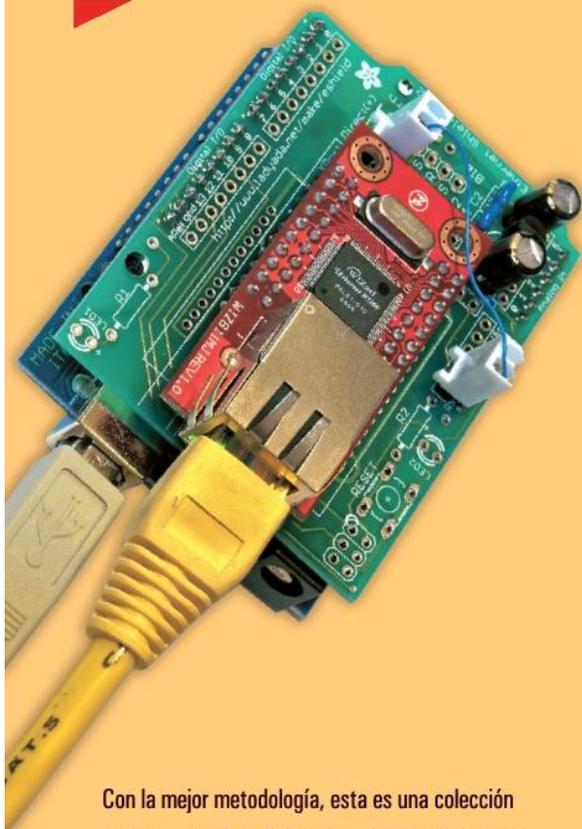
SOBRE LA COLECCIÓN

CURSO VISUAL Y PRÁCTICO QUE BRINDA CONCEPTOS Y CONSEJOS NECESARIOS PARA CONVERTIRSE EN UN TÉCNICO EXPERTO EN ELECTRÓNICA. LA OBRA INCLUYE RECURSOS DIDÁCTICOS COMO INFOGRAFÍAS, GUÍAS VISUALES Y PROCEDIMIENTOS REALIZADOS PASO A PASO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE.

CONTENIDO DE LA OBRA

6/24

- 1 ▲ INTRODUCCIÓN A LAS REDES INFORMÁTICAS
- 2 ▲ PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA
- 3 ▲ EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA
- 4 ▲ CORRIENTE CONTINUA
- 5 ▲ CORRIENTE ALTERNA
- 6 **DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS**
- 7 ▼ CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS
- 8 ▼ PROYECTOS: LUCES AUDIORÍTMICAS Y MICRÓFONO FM
- 9 ▼ DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS
- 10 ▼ SIMULACIÓN DE CIRCUITOS EN LA PC
- 11 ▼ ELECTRÓNICA DIGITAL Y COMPUERTAS LÓGICAS
- 12 ▼ TÉCNICAS DIGITALES APLICADAS
- 13 ▼ MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES
- 14 ▼ MICROCONTROLADORES PIC
- 15 ▼ PROYECTO: ANALIZADOR DE ESPECTRO CON PIC
- 16 ▼ CONECTIVIDAD POR CABLE
- 17 ▼ CONECTIVIDAD INALÁMBRICA
- 18 ▼ DISPLAYS
- 19 ▼ SENSORES Y TRANSDUCTORES
- 20 ▼ PROYECTO: MODIFICADOR DE VOZ
- 21 ▼ FUENTES DE ALIMENTACIÓN
- 22 ▼ PLATAFORMAS ABIERTAS
- 23 ▼ PLATAFORMA ARDUINO
- 24 ▼ PROYECTO: SISTEMA DE TELEMETRÍA CON ARDUINO



Con la mejor metodología, esta es una colección perfecta para los aficionados a la electrónica que deseen profesionalizarse y darle un marco teórico a su actividad, y para todos aquellos técnicos que quieran actualizar y profundizar sus conocimientos.



9 789871 949144

0 0 0 0 6