



Componente formativo

Dispositivos electrónicos

Breve descripción:

Los principales conceptos relacionados con los dispositivos electrónicos semiconductores son la base del hardware de la tecnología que nos rodea actualmente, por tanto, es fundamental comprender su funcionamiento y características para entender la dinámica de sistemas más complejos.

Área ocupacional:

Industria

Junio 2023

Tabla de contenido

Introducción.....	3
1. Naturaleza de los semiconductores	3
2. Diodos	7
2.1 El diodo ideal	9
2.2 Circuitos con diodos	10
2.3 Diodos de propósito especial.....	11
3. Transistores.....	15
3.1 El transistor BJT	15
3.2 Transistor MOSFET	21
4. Tiristores	23
5. Software de simulación	26
Síntesis	28
Material complementario	29
Glosario	30
Referencias bibliográficas	31
Créditos.....	32

Introducción

El desarrollo de la electrónica ha tenido un gran impacto en la evolución de la civilización moderna, pues ha sido marcado ampliamente por el descubrimiento de los semiconductores, los cuales son la base de la tecnología moderna. Por tal razón su estudio y comprensión se han hecho fundamentales para cualquier profesional asociado al mantenimiento, desarrollo o uso final de la tecnología en general.

En este componente formativo se aborda el estudio de los principales semiconductores y sus aplicaciones dentro de los circuitos electrónicos, los cuales forman el hardware de cualquier aparato electrónico. También se describirán sus características y el principio de su funcionamiento.

Para la elaboración de este componente, se abordaron varios autores conocidos en dispositivos electrónicos, de quienes se han citado y referenciado conceptos y ejemplos para los fines educativos de esta materia, en el entendido de que el conocimiento es social y, por lo tanto, es para ser usado por quienes necesitan adquirirlo. Se espera que este documento sea útil para todos, aprendices y lectores en general, que estén interesados en acercarse a asuntos básicos del desarrollo de productos electrónicos.

1. Naturaleza de los semiconductores

El siguiente video precisa el concepto y la naturaleza de los semiconductores.

Video 1. Naturaleza de los semiconductores



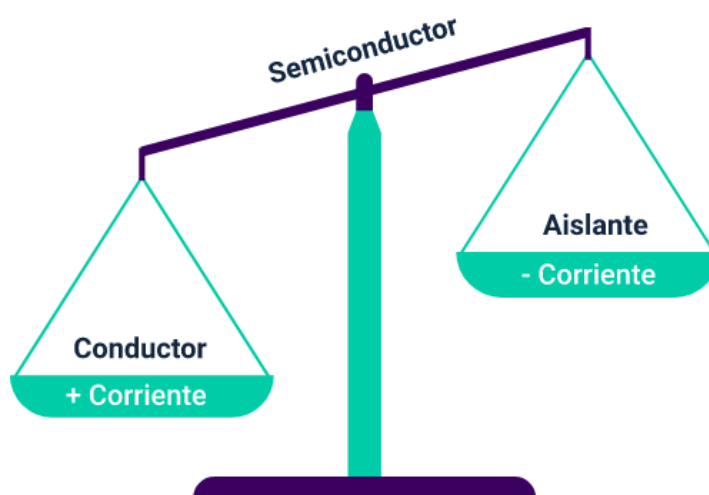
[Enlace de reproducción del video](#)

Síntesis del video: Naturaleza de los semiconductores

Un material conductor provee poca resistencia al paso de los electrones facilitando de alguna forma su movimiento mientras que un material aislante provee una gran resistencia al paso de los electrones provocando que la corriente o flujo de electrones sea casi nula razones por las cuales y va a la naturaleza de su comportamiento los semiconductores pueden actuar como conductores o aislantes eléctricos.

Los elementos semiconductores se encuentran en medio de la balanza entre conductor y aislante. Cuentan usualmente con cuatro electrones de valencia y, bajo ciertas condiciones, pueden convertirse en un conductor o en un aislante; pero en su estado natural, resulta muy complejo controlar su comportamiento, por lo cual, en la producción de los componentes semiconductores que se utilizan en los equipos electrónicos, se hace necesario agregar una serie de impurezas a los materiales para lograr alterar sus propiedades y obtener un mayor control de sus propiedades conductoras o aislantes.

Figura 1. Comportamiento de los conductores y aislantes versus los semiconductores.



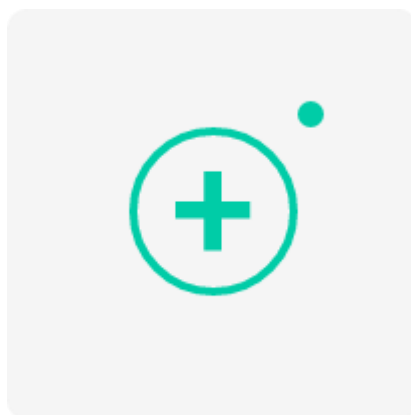
Los elementos semiconductores más comunes son silicio y germanio, los cuales, gracias a la adición de otros elementos, como boro, arsénico, fósforo o galio, se

convierten finalmente en dispositivos semiconductores, como diodos, transistores y tiristores, a partir de los cuales se construyen todos los circuitos electrónicos. A este proceso de adición de estos elementos se le conoce comúnmente como proceso de dopaje de los semiconductores. A nivel subatómico, esto causa una variación en la cantidad de electrones de la última órbita de valencia, generando lo que se conoce como electrones libres y huecos de electrón (o simplemente huecos).

Después de realizar el proceso de dopaje, se obtienen como resultado dos tipos de semiconductores: tipo P y tipo N. Los tipo P son semiconductores cuyo dopaje da como resultado un material que posee más huecos que electrones, y los tipo N son semiconductores que poseen más electrones libres.

Según Aranzabal (2001), “El átomo pentavalente en un cristal de silicio (Si) produce un electrón libre y se puede representar como un signo “+” encerrado en un círculo y con un punto relleno (que sería el electrón) al lado.”

Figura 2. Semiconductor tipo N energizado



Nota. Tomada de Aranzabal (2001).

Asimismo, de acuerdo con Aranzabal (2001): “El átomo trivalente sería un signo - encerrado en un círculo y con un punto sin rellenar al lado (que simboliza un hueco).”

Figura 3. Semiconductor tipo P energizado



Nota. Tomadas de Aranzabal (2001)

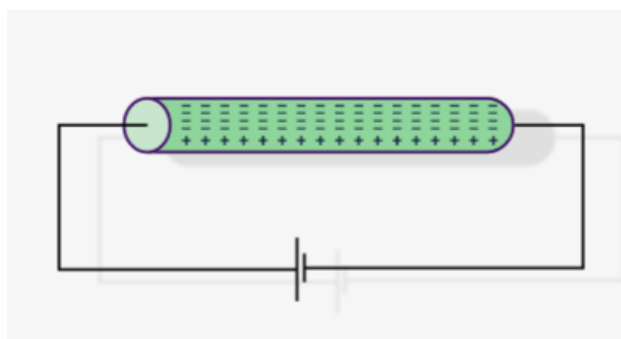
Por lo tanto, en un semiconductor dopado tipo N, los electrones aportados por la impureza superan a los huecos, mientras que en un semiconductor tipo P sucede lo contrario, los huecos superan a los electrones generados por la impureza añadida al semiconductor.

A continuación, se describen los tipos de semiconductores.

Semiconductores tipo N

De acuerdo con Aranzabal (2001), en los semiconductores tipo N: "Al aplicar una tensión al semiconductor de la figura, los electrones libres dentro del semiconductor se mueven hacia la izquierda y los huecos lo hacen hacia la derecha".

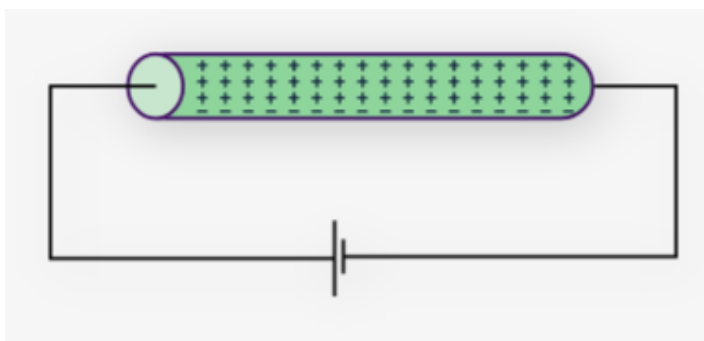
Figura 4. Semiconductor tipo N energizado.



Semiconductores tipo P

Un semiconductor tipo P: "Al aplicarse una tensión, los electrones libres se mueven hacia la izquierda y los huecos lo hacen hacia la derecha. En la figura, los huecos que llegan al extremo derecho del cristal se recombinan con los electrones libres del circuito externo". Aranzabal (2021).

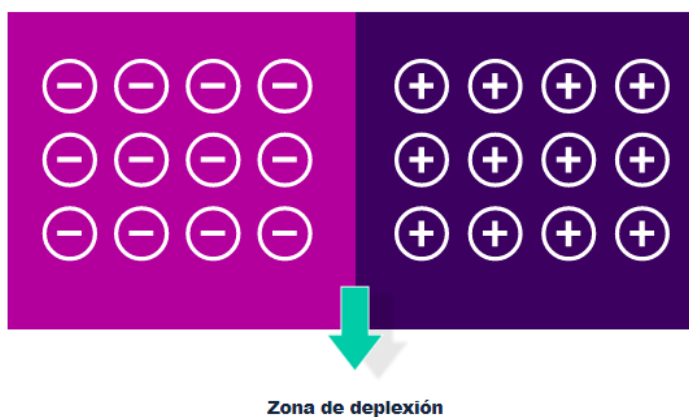
Figura 5. Semiconductor tipo P energizado.



2. Diodos

El componente semiconductor más simple es conocido como diodo. Básicamente, es un dispositivo semiconductor hecho de la unión de dos semiconductores, uno tipo P y uno tipo N, dentro de un encapsulado. A esto se le conoce como la unión PN:

Figura 6. Unión PN del diodo

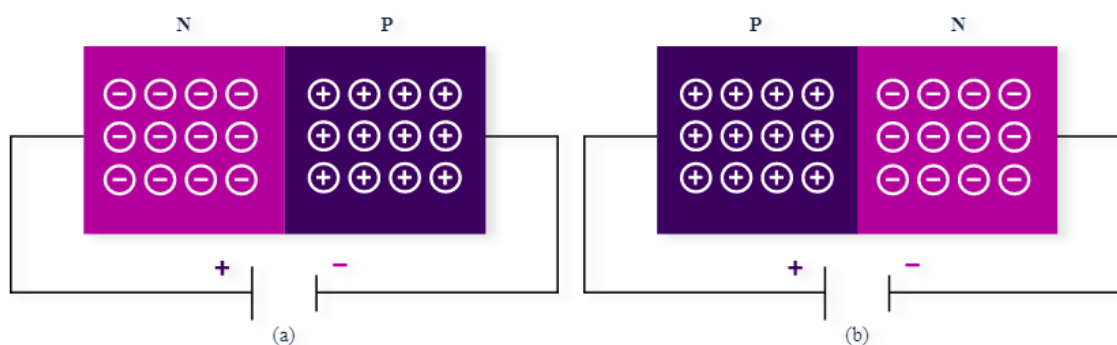


La frontera entre estos dos materiales se conoce como la zona de depleción, y es allí donde la magia del funcionamiento de los semiconductores aparece por primera vez, ya que, de acuerdo con determinadas condiciones eléctricas de polarización y voltaje, el diodo se convierte en conductor o aislante, permitiendo o no la circulación de corriente a través de él.

Estas condiciones son básicamente dos, la primera es la polarización, es decir, el sentido en que se conecta una fuente de energía externa; y la segunda es que se requiere un mínimo de voltaje para lograr la conducción efectiva de los electrones dentro de esta unión PN; a este voltaje mínimo se le conoce como barrera de potencial, que típicamente, para un semiconductor como el germanio, ronda alrededor de los 0,3 V mientras que para el silicio está cerca de los 0,7 V.

Dependiendo de cómo se conecte la fuente externa al diodo, se tendrán dos polarizaciones posibles. Una es la polarización directa y otra es la polarización inversa, las cuales se pueden ver reflejadas en la siguiente figura.

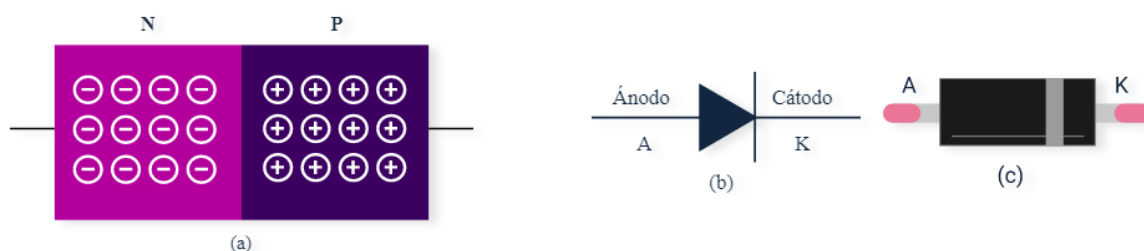
Figura 7. Polarizaciones



Nota. (a) Polarización inversa (b) Polarización directa

Como todo elemento que compone un circuito electrónico, el diodo tiene su respectivo símbolo, el cual puede visualizarse en la siguiente figura. También se puede observar cómo este se relaciona con la unión PN, además se puede ver su aspecto físico típico, aunque es necesario aclarar que no es el único.

Figura 8. Estructura y representación del diodo



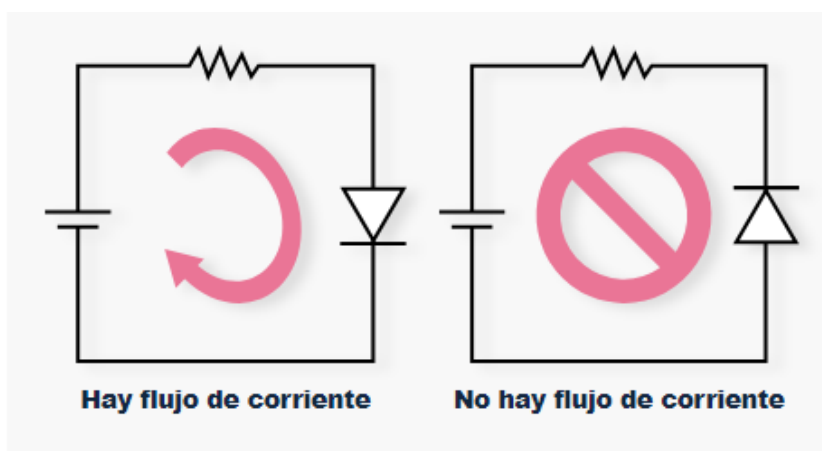
Nota. (a) Unión PN (b) Símbolo estandarizado (c) Aspecto exterior típico

2.1 El diodo ideal

Debido a las características propias del diodo como elemento semiconductor, se adoptan modelos específicos para el análisis que se hace de los diodos y su comportamiento en un circuito electrónico. El más simple es el conocido como diodo ideal, donde simplemente se determina que, dependiendo de la polarización del diodo, este conduce o no.

Un diodo ideal permite el paso de corriente en la condición de polarización directa, mientras que en la condición de polarización inversa se comporta como un elemento aislante, impidiendo el paso de corriente, tal como se diagrama en la siguiente figura.

Figura 9. Efecto en la corriente dependiendo de la polarización del diodo ideal

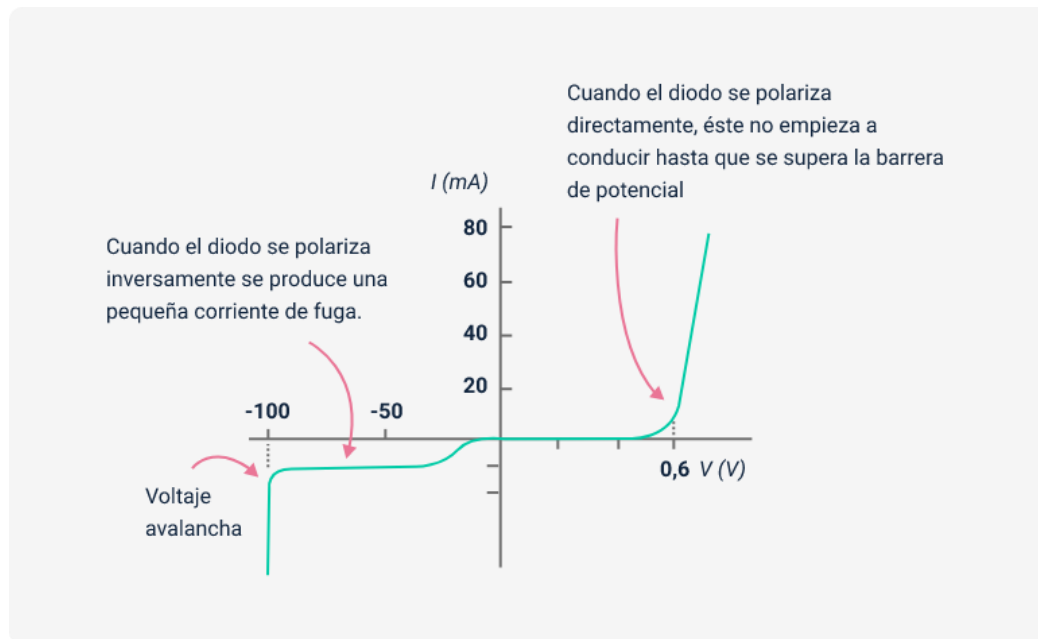


Si se asumen condiciones ideales en polarización directa, el diodo se comporta como corto, mientras que en polarización inversa se comporta como un circuito abierto.

2.2 Circuitos con diodos

Se debe tener en cuenta que ningún diodo se comporta de manera ideal, este elemento posee una serie de características eléctricas que determinan su comportamiento y aplicación. Es importante tenerlas en cuenta a la hora de seleccionar o reemplazar un diodo en un circuito.

Figura 10. Curva del diodo



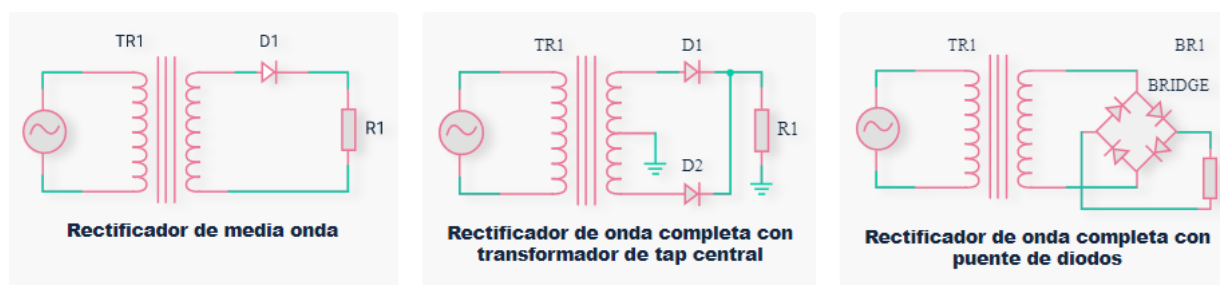
Nota. Adaptada de Arboledas, (2010)

- Cuando el diodo se polariza directamente, éste no empieza a conducir hasta que se supera la barrera de potencial
- Voltaje avalancha
- Cuando el diodo se polariza inversamente se produce una pequeña corriente de fuga.

Gracias a las características propias y el comportamiento de los diodos, se estudian una serie de circuitos típicos con diodos que constituyen sus aplicaciones más destacadas.

Existen al menos tres circuitos que se deben considerar en este aspecto.

Figura 11. Rectificadores



- Rectificador de media onda
- Rectificador de onda completa con transformador de tap central
- Rectificador de onda completa con puente de diodos

2.3 Diodos de propósito especial

Existen varios tipos de diodos, dependiendo de su propósito. Su principio de funcionamiento, en esencia, es el mismo, pero cada cual tiene unas particularidades que le permiten trabajar en aplicaciones diferentes, dependiendo de las necesidades de cada circuito. Los más destacados se muestran a continuación:

Diodos rectificadores

Los diodos rectificadores están destinados a los circuitos rectificadores, específicamente, cuyo propósito es convertir corriente alterna en continua. Básicamente, se trata de un diodo simple que funciona, tal como se expuso anteriormente: en polarización directa, conduce; y en polarización inversa, no conduce.

Estos se subdividen en diodos rectificadores de propósito general (a veces llamados de señal) y diodos rectificadores de potencia. Su diferencia principal radica en sus capacidades de conducción y obviamente en su tamaño.

Figura 12. Tipos de diodos rectificadores

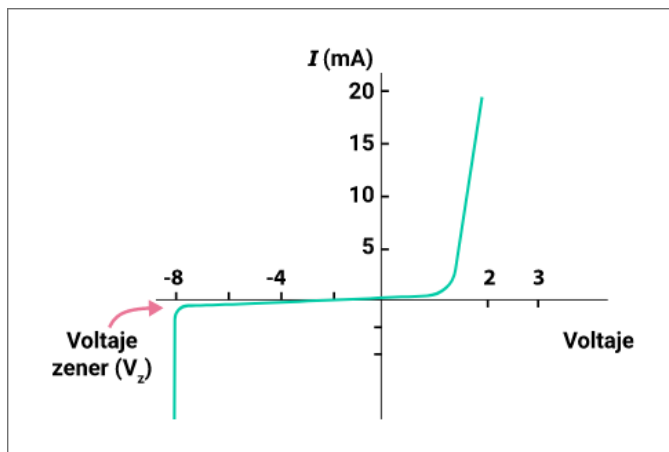


Diodos Zener

Los diodos Zener son un tipo de diodo cuya función usualmente es regular el voltaje, ya que en polarización directa se comporta como un diodo convencional, permitiendo el paso de corriente si se supera su voltaje umbral, mientras que en polarización inversa, a pesar de que el diodo no conduce, sí mantiene un voltaje constante; es decir, mantiene regulado un valor de voltaje determinado que depende específicamente de la referencia del diodo.

Esta particularidad en la región inversa de su curva se puede observar en la siguiente figura, donde el voltaje en polarización inversa queda fijo en un voltaje determinado, que en este caso particular es de 8 V. Existen comercialmente muchas referencias de diodos Zener, se resaltan típicamente diodos de 3,3 V, 5 V, 5,6 V y 12 V, por mencionar algunos.

Figura 13. Curva del diodo Zener

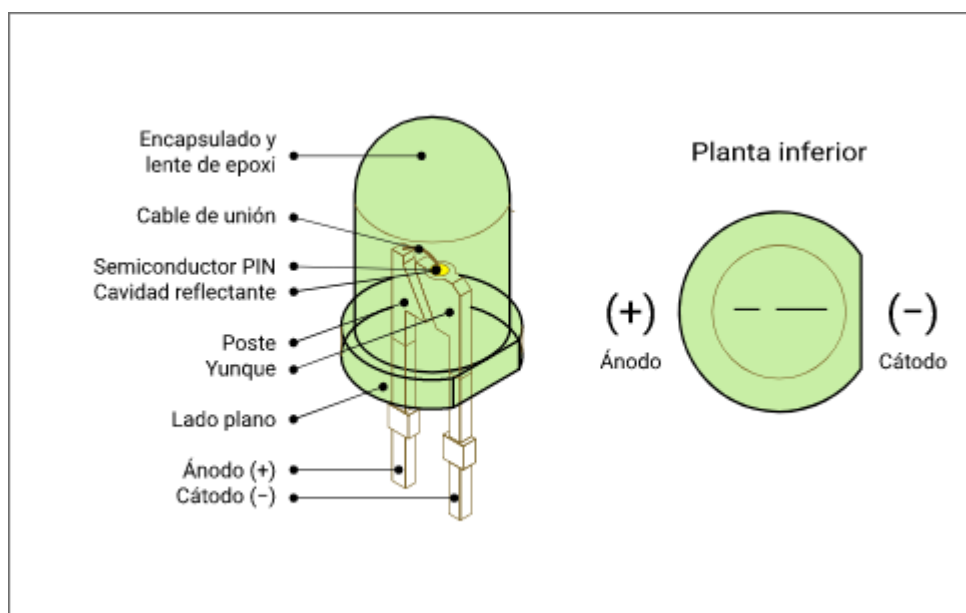


Diodos LED

Podría decirse que estos diodos cambiaron la manera como presentamos la información de un sistema electrónico y han tenido desde su creación varios avances. Los LED no son otra cosa que diodos que con polarización directa emiten un haz de luz de un color específico, dependiendo del dopaje de su semiconductor; en inversa, los LED simplemente no encienden, pero hay que tener precaución porque, como todo diodo, tienen sus límites de voltaje en inversa y de corriente en directa.

En la siguiente figura, se puede observar el aspecto físico de los mismos y su encapsulado típico, pero no es el único con el desarrollo de los mismos para la iluminación de espacio o como indicadores en equipos electrónicos como celulares, tablets, TV, etc. Sus encapsulados son muy variados en forma y tamaño.

Figura 14. Encapsulado típico de los diodos LED



- Encapsulado y lente de epoxi
- Cable de unión
- Semiconductor PIN
- Cavidad reflectante
- Poste

- f. Yunque
- g. Lado plano
- h. Ánodo (+)
- i. Cátodo (-)

Planta inferior

Ánodo (+)

Cátodo (-)

En los diodos led, la barrera umbral para que el diodo conduzca y produzca su haz de luz característico no se produce a un valor tan bajo como los 0,7 V. Esto depende del color del diodo, ya que para producir los diferentes colores es necesario usar una impureza para dopar el semiconductor diferente. En la siguiente tabla, se presentan los valores típicos de tensión de operación del diodo, dependiendo de su color:

Hay que tener en cuenta que estos valores son los típicos para los diodos indicadores. Los diodos de potencia manejan algunos valores tanto en corriente como en voltaje superiores, ya que en promedio los leds mencionados en la tabla anterior consumen alrededor de 20mA. Un diodo de potencia, dependiendo de sus características, podría llegar a consumir hasta 500mA.

Tabla 1. Cuadro de clasificación del diodo según color

Color	Vf
Rojo	1,7 v
Naranja	2,0 v
Amarillo	2,5 v
Verde	2,5 v
Azul	4,0 v

Nota. Imágenes tomadas de Arboledas (2010, p. 90)

3. Transistores

La invención del transistor marcó un hito en la evolución de la tecnología en el siglo XX, pues, gracias a él, se avanzó a pasos agigantados en muchas áreas de la ingeniería, como las telecomunicaciones y la informática, pudiendo miniaturizar muchos equipos y sistemas electrónicos que hasta ese momento eran de considerables proporciones.

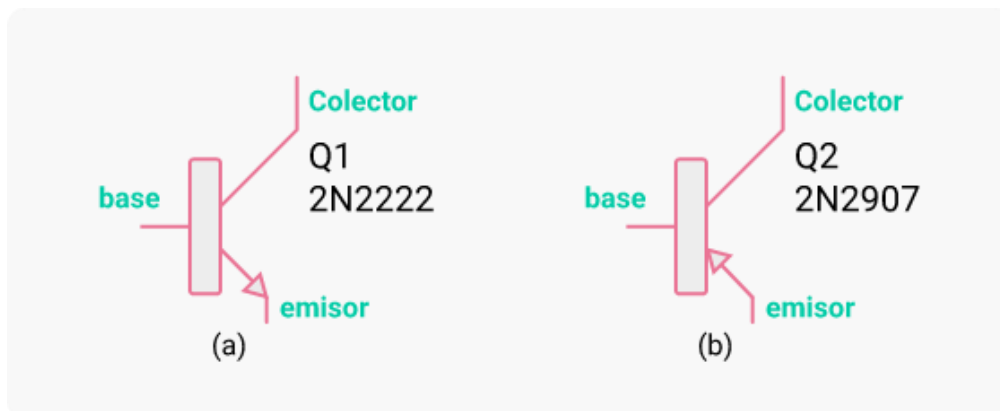
Un transistor es un elemento semiconductor que posee tres terminales: dos por donde transita la corriente y una tercera que se considera de control.



3.1 El transistor BJT

También conocidos como transistores bipolares. Los transistores BJT están formados por tres capas de semiconductor y, dependiendo de la conformación de estas capas, hay dos tipos de transistores BJT: uno es el que está conformado por dos capas N y una en medio P, conocido como transistor tipo NPN; el segundo es el conformado por dos capas tipo P y una en el centro de tipo N, también conocido como transistor PNP. La capa de la mitad de cualquiera de los dos recibe el nombre de 'base' y sus extremos son conocidos como 'emisor' y 'colector'.

Figura 15. Tipos de transistores



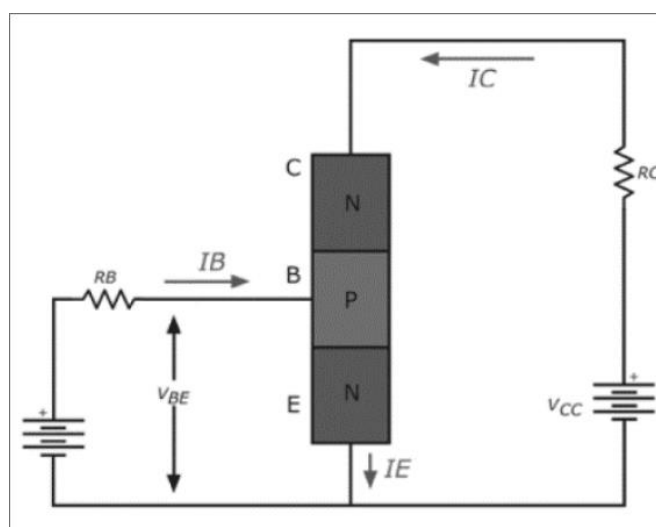
Nota. (a) Tipo NPN (b) Tipo PNP

A continuación, se presentan los modos de trabajo del transistor.

Polarización del transistor

Según Arboledas (2010): “en un transistor, existen dos uniones PN: una entre emisor y base (EB) y otra entre base y colector (BC). Estas uniones deben polarizarse de tal modo que la unión EB se polarice directamente y la unión BC inversamente”. Esta polarización se describe en la siguiente figura.

Figura 16. Polarización de un transistor NPN



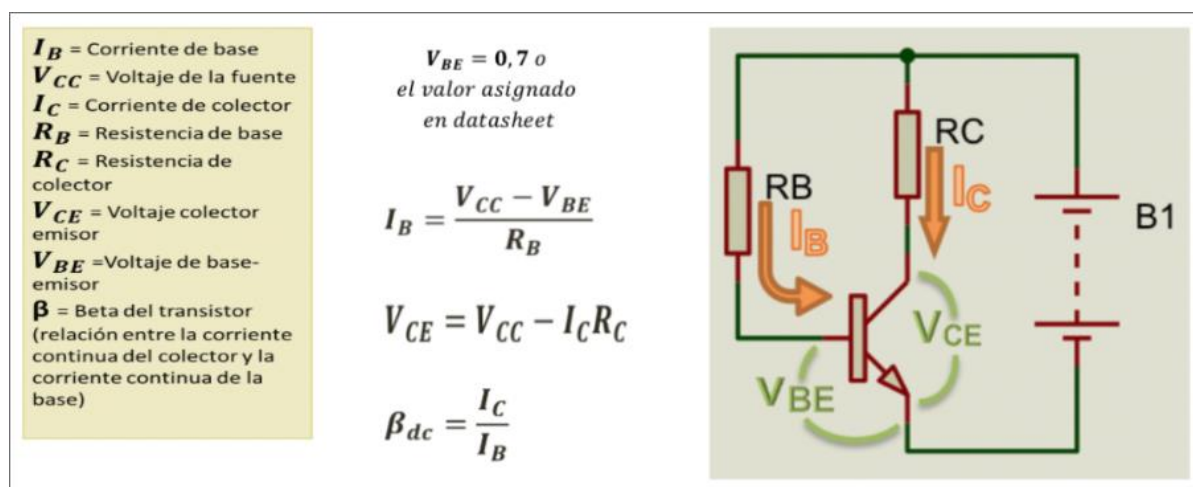
Nota. Tomada de Arboledas (2010, p.98).

Al polarizar el transistor, se producen tres corrientes: una, la que ingresa por el terminal de base o corriente de base (I_B), está la corriente de colector (I_C) y la tercera es la corriente de emisor (I_E), que realmente es la resultante de la suma de la corriente de base más corriente de colector; y son las corrientes las protagonistas en el funcionamiento del transistor, ya que al inyectar una pequeña corriente de base en el transistor se consigue que el transistor conduzca una gran corriente de colector, de tal forma que resulta en un pin de control. El pin de base de la corriente ingresa por el colector y sale por el emisor sumada a la pequeña corriente de base.

El transistor como interruptor

Con base en el análisis de las corrientes y las caídas de voltaje asociadas a las cargas o resistencias presentes en un circuito típico de transistor, se tienen ciertas relaciones matemáticas de estas que se describen a continuación.

Figura 17. Relación de corrientes y voltajes en un circuito con transistor BJT tipo NPN.



I_B = Corriente de base

V_{CC} = Voltaje de la fuente

I_C = Corriente de colector

R_B = Resistencia de base

R_C = Resistencia de colector

V_{CE} = Voltaje colector emisor

V_{BE} = Voltaje de base- emisor

β = Beta del transistor (relación entre la corriente continua del colector y la corriente continua de la base)

$V_{BE} = 0,70$ el valor asignado en datasheet

$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$

R_B

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$

I_B

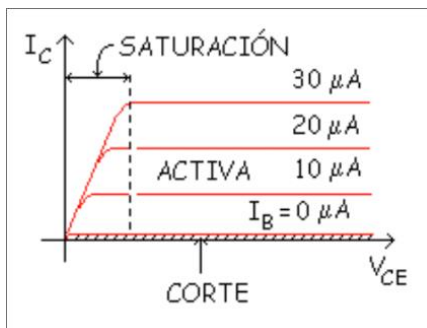
Dependiendo de la relación entre el voltaje de colector emisor versus su corriente de colector resultante de la corriente de base que se inyecta, se puede determinar lo que se conoce como la zona de trabajo del transistor, de la cual pueden distinguirse al menos tres zonas de trabajo:

Zona activa: en la cual el transistor tiende a amplificar la señal resultante gracias al efecto de la relación de corrientes.

Zona de saturación: donde el transistor está en la capacidad de conducir la mayor corriente posible.

Zona de corte: como su nombre lo indica, es donde la corriente no circula, está cortada.

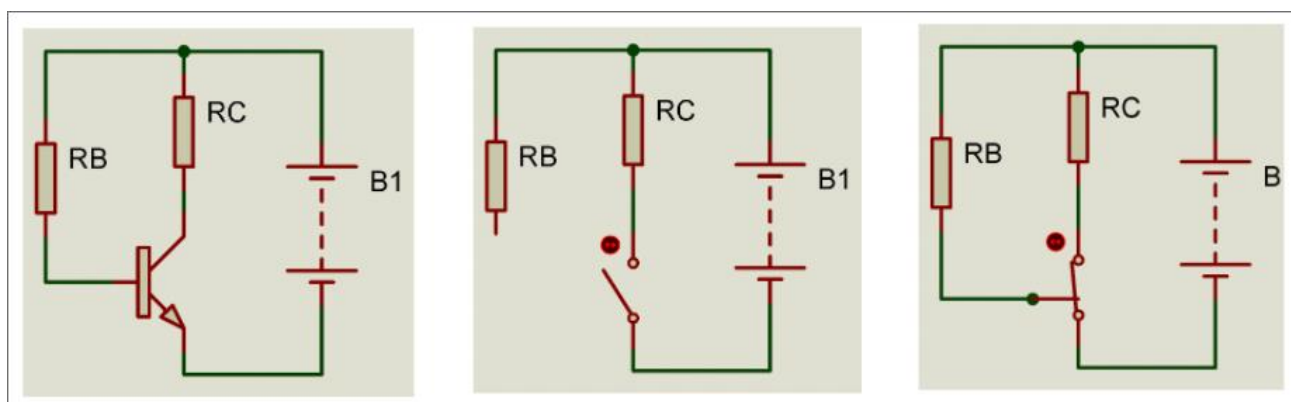
Figura 18. Zonas de trabajo del transistor BJT.



Nota. Tomada de Aranzabal, (2001).

Cuando el propósito es usar el transistor como un interruptor, el transistor estará operando entre las zonas de saturación y corte, de tal manera que la base del transistor tendrá un circuito o elemento, sensor, etc., que le permitirá regular su corriente lo suficiente para hacer que pase de un estado a otro, de conducir mucha corriente, comportándose como un interruptor cerrado, a que no pase prácticamente ninguna corriente, comportándose como un interruptor abierto.

Figura 19. Representación de los efectos eléctricos en un circuito producto en las zonas de corte y saturación de un transistor.



- Representación esquemática del circuito
- Representación del efecto en el circuito de un transistor en zona de corte
- Representación del efecto en el circuito de un transistor en zona de saturación

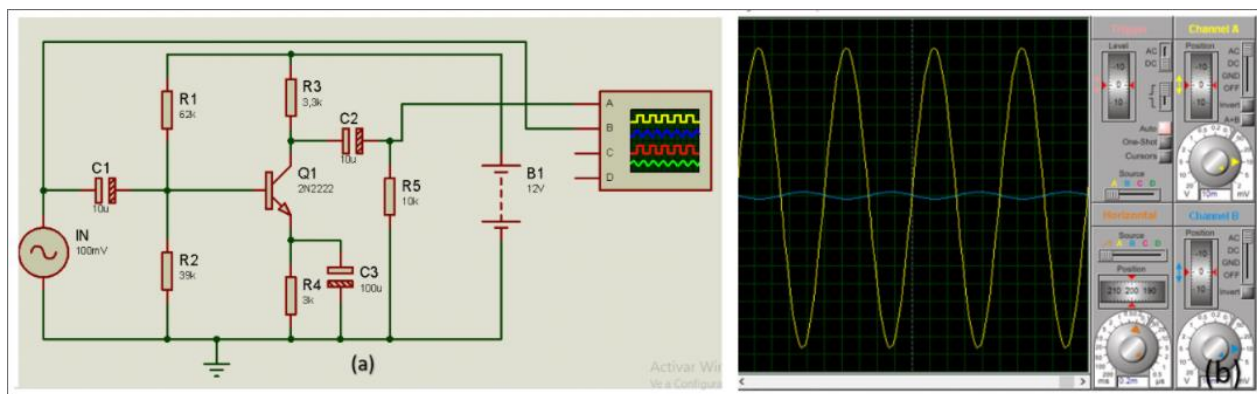
En la industria, los transistores son ampliamente usados como interruptores en fuentes drivers de motores y demás. Es posible encontrar miles de millones de ellos encapsulados, trabajando en conjunto, en los procesadores modernos, donde trabajan como interruptores, cerrando y abriendo circuitos a grandes velocidades. En un procesador, un transistor en corte representa un «cero lógico» o binario, y un transistor en saturación representa un «uno lógico» o uno binario.

El transistor en zona activa

Esta zona se utiliza para amplificar señales de voltaje alterno. Existen varias configuraciones de amplificadores contruidos a base de transistores BJT, pero en general se recomienda siempre que en un circuito con un solo transistor se agregue a la polarización una resistencia entre el emisor y la tierra del circuito, es decir, una resistencia de emisor.

Un ejemplo típico de este tipo de circuitos es un amplificador de emisor común con polarización por divisor de voltaje. Se le llama así porque el emisor resulta común para la referencia de la fuente alterna que inyecta la señal AC al circuito y su polarización de base se obtiene configurando un divisor de tensión que proporciona la corriente de base indicada para poner al transistor en la zona activa. Se puede observar el circuito en la siguiente figura.

Figura 20. Circuito típico de un amplificador en emisor común



Nota. (a) Esquemático del amplificador (b) Oscilograma resultante.

3.2 Transistor MOSFET

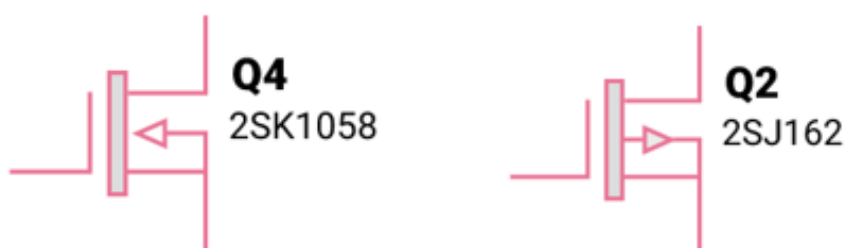
Los transistores MOSFET han ido reemplazando a los transistores bipolares en ciertos campos donde estos no resultaron tan eficientes. MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, en inglés) es un transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor. Este se diferencia del BJT porque no trabaja con la inyección de corriente en su pin de control, sino que depende de un nivel específico de voltaje, que genera un campo eléctrico, que le permite a este elemento semiconductor conducir corriente.

Un transistor MOSFET cuenta con tres terminales: una es el surtidor, por donde generalmente ingresa la corriente que puede conducir el transistor cuando está correctamente polarizado; esta corriente pasa y sale por el drenador, que es la segunda; este paso de corriente es controlado por la compuerta, que es la tercera terminal y funciona como control de este dispositivo.

Hay dos tipos de MOSFET, dependiendo de cómo está construido el semiconductor que forma la compuerta y el resto del transistor.

En la siguiente figura se describen los tipos de MOSFET.

Figura 21. Tipos de MOSFET.



a. MOSFET de canal N

Este se activa cuando se le proporciona un voltaje positivo, así como la polarización del terminal del drenador también debe ser positiva, eso sí, limitada por una resistencia. El surtidor, por su parte, debe encontrarse polarizado de manera negativa. Su símbolo

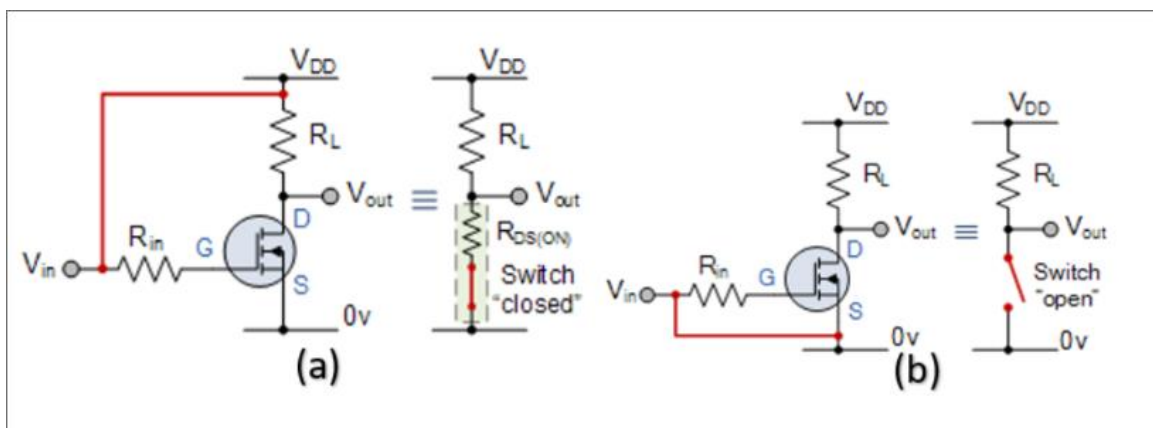
esquemático puede verse en la imagen, teniendo como característica que posee una flecha apuntando hacia la compuerta.

b. MOSFET de canal P

Consiste en un transistor cuya compuerta debe ser activada con un voltaje negativo respecto a tierra. En este caso, se debe polarizar con voltaje positivo el surtidor, y el drenador debe estar polarizado a tierra con una resistencia que ayude a limitar la corriente que circula. En su símbolo esquemático se puede distinguir porque cuenta en la compuerta con flecha que va hacia afuera.

Al igual que con el transistor BJT, el MOSFET es ampliamente utilizado como un interruptor controlado eléctricamente, por lo cual también cuenta con una condición de saturación que le permite comportarse como un interruptor cerrado.

Figura 22. El transistor MOSFET en conmutación



Nota. (a) En zona de saturación (b) En zona de corte. Tomada de tutoriales de electrónica básica (s. f.).

Para lograr esa característica se deben cumplir algunas condiciones en la polarización:

1. El voltaje entre compuerta y surtidor V_{GS} es mayor que el voltaje umbral, esto quiere decir que, para cada referencia de MOSFET, existe establecido un voltaje V_{GS} mínimo para lograr la polarización y este debe ser superado para poner el transistor en saturación.

2. El surtidor debe estar conectado a una fuente de voltaje positivo. En estas condiciones, el voltaje de drenaje a surtidor tiende a ser cero $V_{DS}=0$, esto debido a que el transistor entra en la conocida región óhmica, donde la resistencia interna del dispositivo suele ser muy baja, permitiendo que pase la mayor corriente de drenador posible.

Las características propias de cada transistor MOSFET se pueden consultar en las hojas características del fabricante, donde se puede conocer el V_{GS} necesario para la activación del transistor, así como la resistencia en la zona óhmica R_D que permite calcular el voltaje mínimo entre drenador y surtidor en estas condiciones.

4. Tiristores

Los tiristores, en términos generales, son semiconductores de potencia, que al igual que los demás dispositivos semiconductores, gracias a diferentes configuraciones en el circuito, pueden controlar su forma de conducción para ser aislantes o conductores en ciertos momentos. Revise, a continuación, los tipos de tiristores.

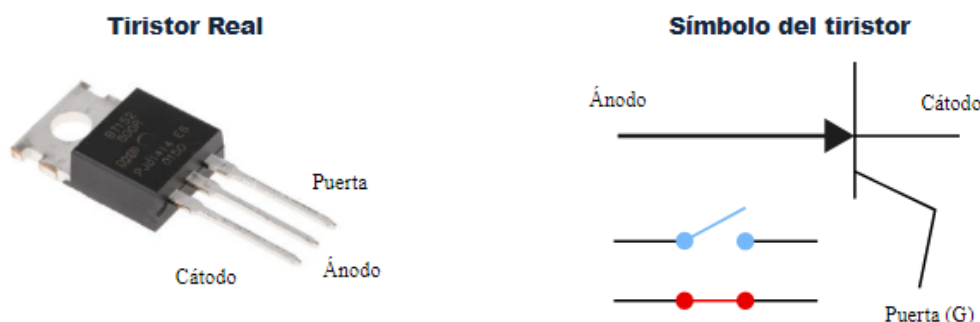
1. Tiristor SCR

a. Rectificador controlado de silicio SCR

El tiristor más simple es el SCR (que viene de su nombre en inglés, Silicon Controlled Rectifier). Básicamente, es un diodo que cuenta con un tercer pin de compuerta que le sirve para hacer un control primario de su conducción; este pin se conoce como compuerta (gate).

Un SCR, como cualquier rectificador, requiere estar correctamente polarizado y superar el voltaje umbral, además de recibir un pequeño pulso de corriente y un mínimo voltaje a través de su compuerta. Estos datos usualmente los brinda el fabricante del dispositivo, pero a diferencia de los transistores, por ejemplo, él no requiere mantener esa corriente, es un disparo momentáneo que lo activa y, mientras sus demás condiciones de polarización entre ánodo y cátodo se mantengan, este se mantendrá conduciendo.

Figura 23. Aspecto físico y simbología del SCR



Nota. Tomada de Ingeniería Mecafenix (2018).

Tiristor Real: puerta, ánodo y cátodo.

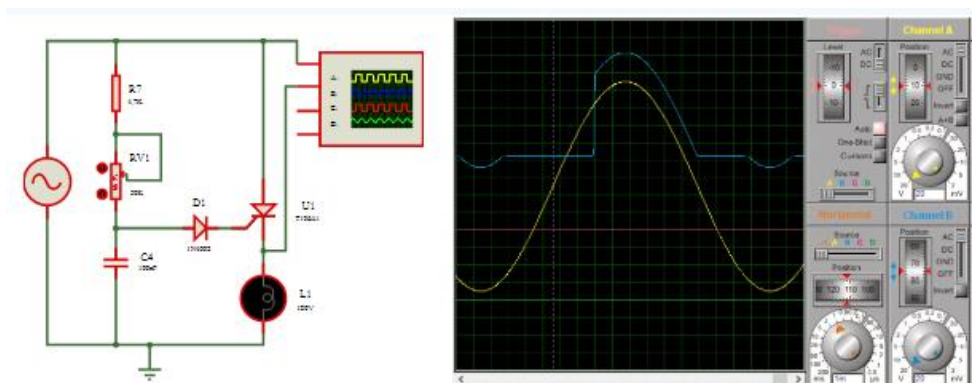
Símbolo del tiristor: ánodo, cátodo y puerta G.

Control del ángulo de disparo del SCR

El uso del SCR en corriente directa no es muy práctico, ya que sería un dispositivo que se dispararía a conducir y por la naturaleza de la corriente DC estaría en ese estado todo el tiempo, activado y conduciendo corriente. El uso más amplio de estos dispositivos electrónicos de potencia es con el aprovechamiento y control de potencia de cargas en corriente alterna o AC.

Dada la forma de onda de la corriente AC, un SCR solo podría conducir corriente en el semiciclo positivo de la onda AC, ya que en el semiciclo negativo este estaría polarizado inversamente. Si se activa la compuerta del SCR con un disparo de corriente y voltaje adecuados, conducirá solo si está en el semiciclo positivo. Cuando viene el semiciclo negativo, este deja de conducir y se inactiva y volverá a conducir cuando se vuelva a enviar el impulso y esté de nuevo en el semiciclo positivo, tal como se puede observar en la siguiente figura, donde el pulso que dispara al SCR en cada semiciclo positivo es controlado por la acción del potenciómetro que regula la corriente y el condensador.

Figura 24. Control de disparo de un SCR a través de un resistor variable



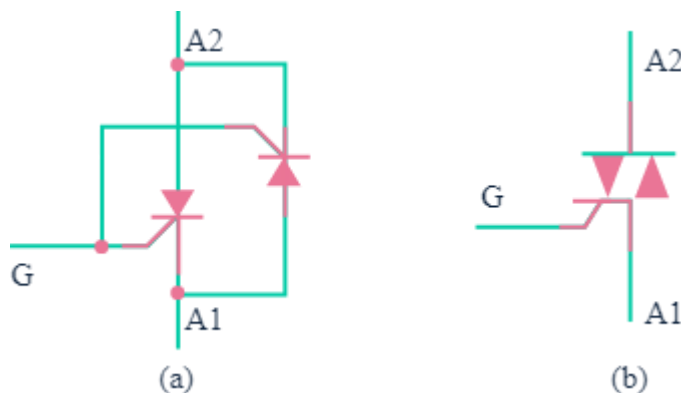
2. Tiristor TRIAC

a. Tiristor bidireccional TRIAC

Se trata de un tipo de tiristor, pero, a diferencia del SCR, este puede conducir en ambos sentidos; es decir que puede conducir tanto en el semiciclo positivo como en el semiciclo negativo. En esencia, un TRIAC es el juego de dos SCRs conectados en antiparalelo.

Como se puede observar en la figura, por un lado, se tiene la estructura interna del TRIAC con los SCR en antiparalelo, y por otro, su símbolo esquemático, donde se observa un componente que puede conducir corriente en ambos sentidos y con un pin de compuerta que permite disparo del dispositivo en el instante que se requiera.

Figura 25. Tiristor TRIAC



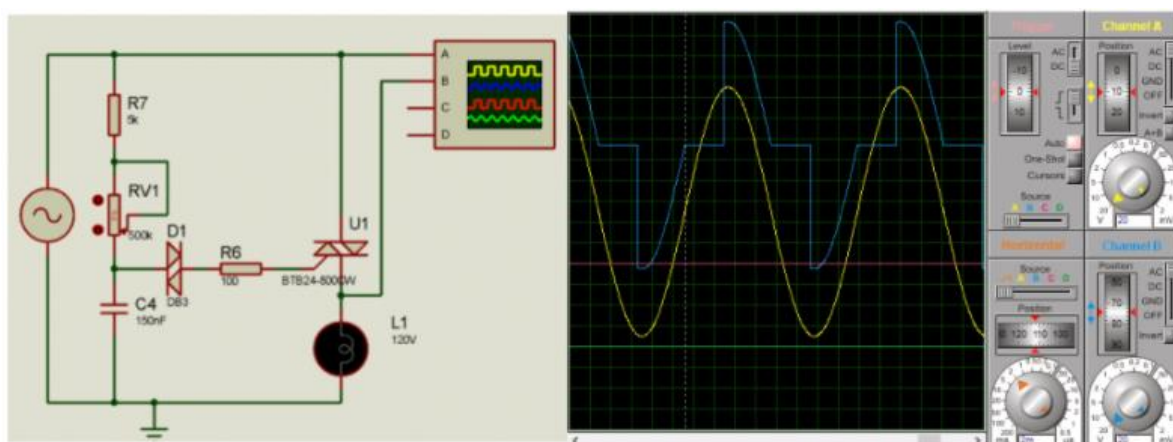
Nota. a) Estructura interna del TRIAC con SCR en antiparalelo (b) Símbolo esquemático del TRIAC

b. Control del ángulo de disparo TRIAC

Tal como sucede con el SCR, en el TRIAC es posible controlar el instante en que se dispara el TRIAC para que, al conectarlo a una fuente AC, se pueda controlar la potencia que se entrega a esta, ya que el TRIAC solo conducirá una porción de la onda senoidal, mas no la onda completa.

Como se puede observar en la siguiente figura, se tiene un circuito que está alimentando de manera controlada una lámpara en corriente alterna, al controlar el ángulo de disparo del TRIAC a través del circuito formado por la resistencia variable y el condensador, que controlan el disparo del mismo. En el oscilograma, se puede observar que a la carga solo se le está entregando la mitad de la potencia total, ya que el disparo del TRIAC, en cada semiciclo, se hace sobre los 90° de la señal.

Figura 26: Control de ángulo de disparo del TRIAC



5. Software de simulación

Actualmente, se pueden tener a la mano una serie de herramientas que facilitan los procesos de los departamentos de ingeniería de cualquier empresa, o que son también grandes aliados de las instituciones educativas, que permiten realizar simulaciones de circuitos electrónicos simples y complejos, dando la capacidad de evaluar el comportamiento de un circuito sin necesidad de contar con él físicamente y permitiendo hacer cambios y ajustes de manera muy sencilla.

En el pasado, antes de que existieran estos softwares, cuando se creaba un nuevo producto, era necesario ensamblar un prototipo de prueba y cualquier cambio o modificación implicaba una cantidad considerable de tiempo y dinero, al estar cambiando constantemente de componentes.



Aparte de las herramientas desarrolladas por grandes empresas para el diseño electrónico, existen herramientas online que nos permiten, con algunas limitaciones, simular circuitos electrónicos de manera sencilla y gratuita; estas son una gran herramienta en el aprendizaje y puesta en práctica de cualquier aprendiz de electrónica. A continuación, se expone una de las más populares en la actualidad: EasyEDA.

Esta herramienta online permite simular circuitos electrónicos sencillos, así como crear proyectos para diseño de tarjetas impresas PCB. También tiene algunas características para el manejo de librerías y creación de componentes. Adicional a ello, tiene una versión descargable, también gratuita. Si se trabaja online, los proyectos son guardados en la nube del software.



Tutorial de uso EasyEDA

En el recurso pdf se describe y se indica el paso a paso de cómo empezar a usarlo.

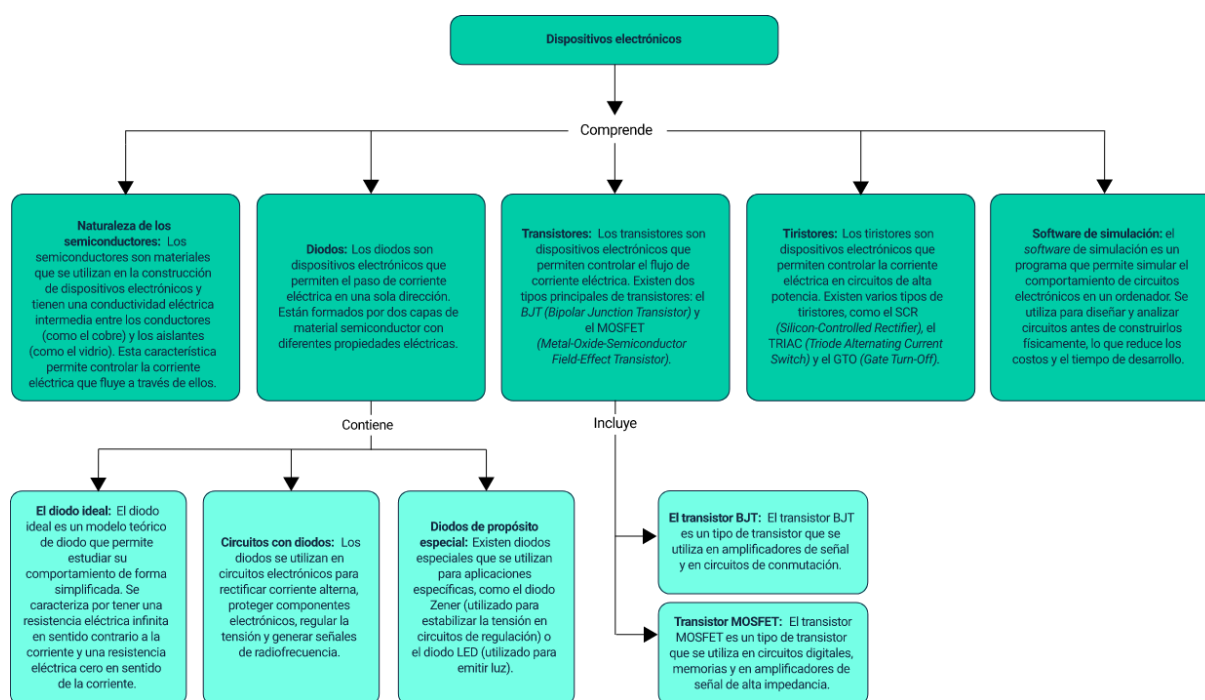
[Descargar](#)

En el recurso pdf se describe y se indica el paso a paso de cómo empezar a usarlo. Haz clic aquí para descargar la infografía en formato PDF: [Tutorial de uso EasyEDA.](#)

Síntesis

En el componente “Dispositivos electrónicos” se describe la naturaleza de los semiconductores, los cuales son materiales que tienen una conductividad eléctrica intermedia entre los conductores y los aislantes. Los semiconductores son ampliamente utilizados en la fabricación de dispositivos electrónicos como diodos, transistores y tiristores, que permiten controlar el flujo de corriente eléctrica. También se menciona el uso de software de simulación para diseñar y probar circuitos electrónicos antes de su fabricación.

Figura 28. Síntesis de la información presentada



Material complementario

Tema	Referencia APA del Material	Tipo de material	Enlace del Recurso o Archivo del documento material
MOSFET	García, V. (2012). El Transistor MOSFET. Electrónica Práctica Aplicada [EPA].	Sitio web	https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/el-transistor-mosfet
SCR	SENSORICX. (s. f.). SCR: ¿Qué es y cómo funciona?	Sitio web	https://sensoricx.com/electronica-de-potencia/scr/

Glosario

Circuito: conjunto de componentes eléctricos o electrónicos que, juntos e interconectados, proporcionan un camino cerrado para la circulación de la corriente.

Corriente: flujo de electrones a través de un material impulsado por la diferencia de potencial entre dos puntos o materiales.

Electrón: partícula subatómica con carga eléctrica negativa que orbita alrededor del núcleo del átomo.

Hardware: parte física y tangible de un sistema electrónico que facilita la interacción con el usuario.

Polarización: forma en la que se interconectan los pines de un dispositivo semiconductor a un polo de alimentación positivo o negativo.

Voltaje: diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito o dos materiales con carga eléctrica diferente.

Referencias bibliográficas

Aranzabal, A. (2001). Electrónica básica. Curso de Electrónica Básica en Internet. Universidad del País Vasco. http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/default.htm

Arboledas Brihuega, D. (2010). Electrónica básica.. RA-MA Editorial. <https://elibro-net.bdigital.sena.edu.co/es/lc/senavirtual/titulos/106571>

Ingeniería Mecafenix. (2018). ¿Qué es un tiristor y cómo funciona? <https://www.ingmecafenix.com/electronica/que-es-un-tiristor-y-como-funciona/>

Tutoriales de electrónica básica. (s. f.). Tutoriales de electrónica básica. <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/>

Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Claudia Patricia Aristizabal	Responsable del Equipo	Dirección General
Norma Constanza Morales Cruz	Responsable de Línea de Producción Regional Tolima	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Ángela Rocío Sánchez Ruiz	Experto Temático	Regional Distrito Capital Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones.
Miroslava González H.	Diseñador y Evaluador Instruccional	Regional Distrito Capital Centro de Gestión Industrial
Juan Gilberto Giraldo Cortés	Diseñador Instruccional	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Álix Cecilia Chinchilla Rueda	Evaluadora Instruccional	Regional Distrito Capital Centro de Gestión Industrial
Viviana Esperanza Herrera Quiñones	Asesora Metodológica	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Rafael Neftalí Lizcano	Asesor Pedagógico	Regional Santander Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Darío González	Revisión y Corrección de Estilo	Regional Tolima - Centro Agropecuario La Granja
José Jaime Luis Tang	Diseñador Web	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Francisco José Vásquez Suárez	Desarrollador Fullstack	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Junior Rodríguez Rodríguez	Storyboard e Ilustración	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios

Nelson Iván Vera Briceño	Animador y Producción Audiovisual	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Sebastián Trujillo Afanador	Actividad Didáctica	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Javier Mauricio Oviedo	Validación y Vinculación en Plataforma LMS	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Naranjo Farfán	Validación de Contenidos Accesibles	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios