3 Sistemas electrónicos

La memoria

La memoria nos permite almacenar información para, posteriormente, recuperarla. Se han ideado distintos sistemas artificiales de almacenar información, muchos de los cuales consisten en hacer marcas sobre un soporte, como la piedra o el papel.

Estas marcas pueden no ser visibles, siempre que se disponga de un sistema para producirlas y recuperarlas. En los CD y los DVD, por ejemplo, las marcas se graban mediante un rayo láser. Para leerlas, el rayo láser recorre la superficie del disco mientras este gira a gran velocidad.

Cuando el rayo de luz llega a una hendidura, se dispersa; pero si choca contra la superficie del disco se refleja y es detectado por un sensor de luz que provoca una señal eléctrica. Es decir, la información almacenada en el disco se convierte en impulsos eléctricos que un microprocesador es capaz de reconocer y procesar.

Nos hacemos preguntas

1 La información que contiene un CD de audio es digital; sin embargo, la música que escuchamos es analógica.

¿Qué diferencia hay entre las señales digitales y las analógicas?

2 Para que produzcan ciertos efectos, muchas señales eléctricas tienen que ser amplificadas. Para ello, se suelen utilizar circuitos con transistores.

¿Sabes cómo funciona un transistor?

3 El microprocesador es un ejemplo de circuito integrado presente en los ordenadores y muchos otros aparatos.

¿Qué es un circuito integrado? ¿En qué se diferencia de los circuitos electrónicos convencionales?

4 Los microprocesadores son el resultado de combinar miles de circuitos electrónicos más sencillos, muchos de ellos basados en el empleo de puertas lógicas.

¿Sabes en qué consisten estas puertas?

1 Los sistemas electrónicos

Los sistemas electrónicos se ocupan de captar la información procedente del mundo exterior (sonido, luz, presión...), convertirla en señales eléctricas, procesar estas señales y transformarlas en otra fuente de energía que produce un cierto efecto (hace vibrar un altavoz, pone en marcha o detiene un aparato, muestra una imagen en una pantalla, etcétera).

Las señales eléctricas

La corriente eléctrica consiste, básicamente, en un flujo de electrones que circulan a través de un elemento conductor; por ejemplo, un cable de cobre.

Este flujo puede ser constante o variable, lo que da lugar a distintos tipos de corriente:

- Cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina **corriente continua.**
- Si los electrones se mueven siempre en el mismo sentido pero varía su número en el tiempo, estaremos ante una **corriente continua pulsante.**
- Si los electrones cambian periódicamente de sentido, tendremos **corriente alterna.**

Las variaciones o impulsos de la corriente se pueden codificar para transmitir información. Este es el caso, por ejemplo, del alfabeto Morse, que emplea impulsos largos y cortos, rayas y puntos, para transmitir mensajes.

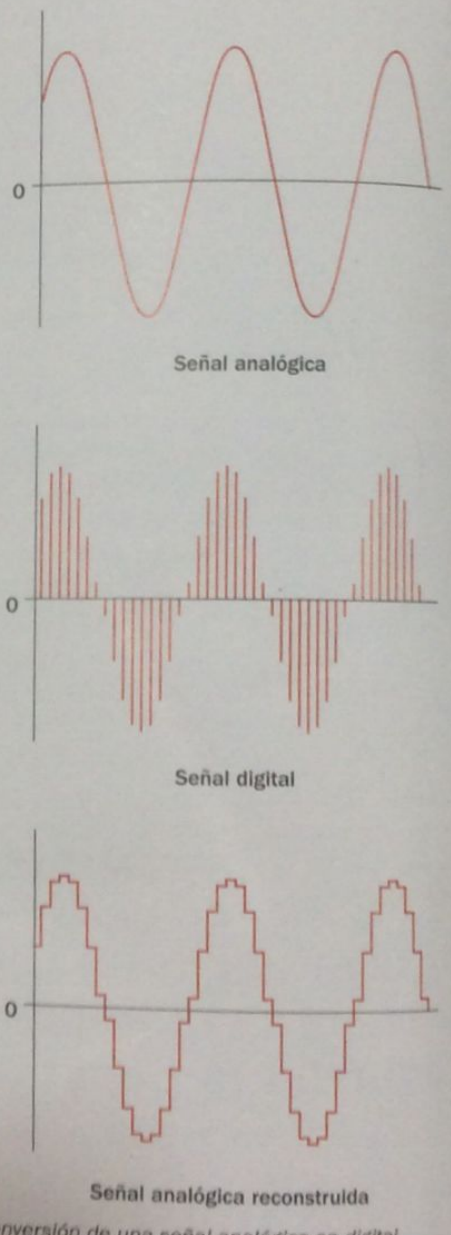
Una señal eléctrica es un conjunto codificado de impulsos eléctricos capaz de transmitir información.

Señales analógicas y señales digitales

Las señales utilizadas en los sistemas electrónicos pueden ser de dos tipos, analógicas o digitales:

- La **señal analógica** es una señal continua. Por tanto, el número de los diferentes valores que puede tomar, entre el mínimo y el máximo valor, es infinito.
- La **señal digital** es una señal discreta; es decir, solo existe en determinados instantes. Puede tomar únicamente valores concretos, transmitidos habitualmente en el **sistema de codificación binario.**

La conversión entre ambos tipos de señales es de vital importancia en los sistemas electrónicos. Por ejemplo, la información que contiene un CD de audio es digital, al escucharla es una señal analógica que previamente ha sido convertida mediante un circuito electrónico llamado conversor analógico-digital.



Conversión de una señal analógica en digital.

Electrónica analógica y electrónica digital

Según el tipo de señales con las que trabaja, la electrónica actual se puede dividir en dos ramas: analógica y digital.

La electrónica analógica opera con señales que varían en un intervalo de tensiones continuo, mientras que los sistemas electrónicos digitales tratan con señales que solamente adoptan dos estados eléctricos: 1 y 0, que corresponden a dos valores de tensión.

Actualmente, la electrónica digital está sustituyendo a la electrónica analógica, ya que resulta más fácil operar, almacenar y transmitir una señal compuesta por ceros y unos que una señal compleja que posea infinitos valores. Por ejemplo, al transmitir dos tipos de señales, una analógica y la otra digital, la degradación de la información es mucho menor en la señal digital que en la analógica.

Componentes de los sistemas electrónicos

En general, todos los sistemas electrónicos, independientemente de la finalidad para la que hayan sido concebidos, constan de tres bloques funcionales claramente diferenciados: bloque de entrada, bloque de proceso y bloque de salida.

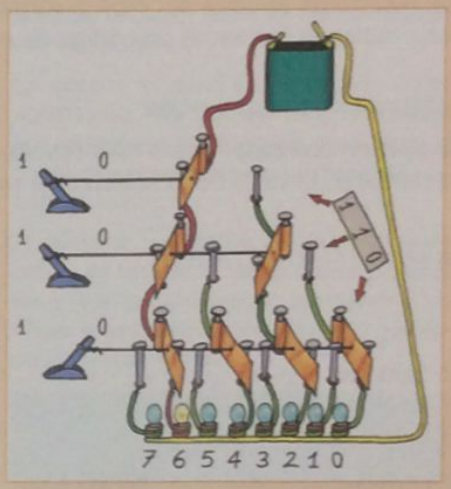
- **El bloque de entrada** sirve para introducir la orden o la señal en el sistema. Puede ser un accionador, como un interruptor o un pedal, o bien estar formado por sensores, como una célula fotoeléctrica o una boya. Existen bloques de entrada muy complejos que incluyen varios accionadores y/o varios sensores.
- **El bloque de proceso** se ocupa de transformar la señal de entrada en otra capaz de accionar el módulo de salida. Este módulo puede ser, por ejemplo, un relé, un amplificador de señal o un microprocesador.
- **El bloque de salida** se encarga de realizar la acción correspondiente: aumentar la temperatura de un recinto, emitir sonidos mediante timbres o altavoces, abrir una puerta, etc.

Por ejemplo, en un televisor, la señal eléctrica se recibiría por la antena o por un cable, los circuitos del interior transformarían esta señal en imagen y sonido, y el bloque de salida estaría formado por los altavoces y la pantalla.

El sistema de codificación binario

Consiste en traducir los datos a valores numéricos y expresar estos datos en el sistema de numeración binario, que solo utiliza dos símbolos, el cero y el uno.

Por ejemplo, el número 6 en base decimal equivale al 110 en base binaria.



Actividades

1. Para convertir una señal analógica en digital, hay que llevar a cabo un muestreo. Averigua qué es la frecuencia de muestreo y cómo influye en la calidad de la señal digital que se obtiene.

2. Observa la figura del margen. ¿Cuál sería la combinación de interruptores necesaria para que se encienda la bombilla correspondiente al número 4? ¿Y la que corresponde al número 7?

2 Componentes electrónicos básicos (1)

Resistencias

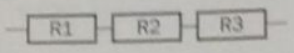
Una resistencia o resistor es un elemento que se intercala en un circuito con la intención de ajustar el valor de la intensidad de la corriente que circula por él.

Los resistores pueden ser fijos o variables. El valor de un resistor fijo viene indicado mediante un código de colores.

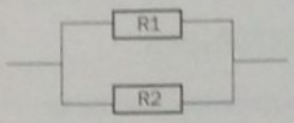
Asociación de resistencias

Se pueden combinar dos o más resistencias conectándolas en serie o en paralelo. El valor de la resistencia equivalente viene dado por:

En serie: $R = R_1 + R_2 + \ldots$



En paralelo: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots$



Resistores variables

Son resistencias cuyo valor se puede ajustar, entre cero y un valor máximo, simplemente moviendo un cursor. Los hay lineales, como los cursores de una mesa de mezclas, y angulares, como los mandos para el control de volumen de muchos equipos de alta fidelidad. Los que se emplean habitualmente en electrónica se llaman potenciómetros.

Potenciómetro.

El resistor variable de este mando sirve para controlar la velocidad de un juguete.

Recuerda

Mediante la expresión matemática de la ley de Ohm, podemos relacionar el voltaje y la intensidad que atraviesan una resistencia eléctrica:

$$V = I \cdot R$$

Si la tensión aplicada en los extremos de una resistencia se mantiene con valor constante —por ejemplo, utilizando una pila—, la intensidad de la corriente que circula a través de la resistencia será tanto más pequeña cuanto mayor sea el valor de esta.

Este hecho nos va a permitir diseñar casi cualquier tipo de circuito, ya que, utilizando el valor adecuado de la resistencia, podemos conseguir que circule la intensidad de corriente que nos interese.

Código de colores

Cada resistencia tiene tres bandas de colores en un extremo y una banda de color oro, plata, marrón o rojo en el otro.

Los colores se leen de izquierda a derecha, colocando la resistencia de forma que las tres bandas de colores queden a la izquierda.

El valor de la resistencia, medido en ohmios, se obtiene multiplicando el número que indican las dos primeras bandas por la potencia de 10 que indica la tercera banda.

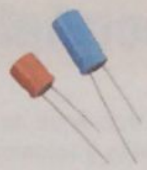
La banda del extremo derecho nos informa sobre la tolerancia de la resistencia, es decir, el porcentaje máximo de variación que puede haber entre su valor nominal y su valor real.

El valor de esta resistencia es de 150 000 Ω con tolerancia de ± 5%

1 5 10 k ±5%

COLOR	1ª BANDA	2ª BANDA	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	1 Ω	
MARRÓN	1	1	10 Ω	± 1%
ROJO	2	2	100 Ω	± 2%
NARANJA	3	3	1K Ω	
AMARILLO	4	4	10 kΩ	
VERDE	5	5	100 kΩ	
AZUL	6	6	1 MΩ	
VIOLETA	7	7	10 MΩ	
GRIS	8	8		
BLANCO	9	9		
ORO			0,1 Ω	± 5%
PLATA			0,0 1Ω	± 10%

Condensadores



Un condensador es un componente electrónico formado por dos placas metálicas paralelas, llamadas **armaduras,** separadas entre sí por el aire o por cualquier otro material aislante, llamado **dieléctrico.**

Tienen como función almacenar carga eléctrica para cederla en el momento en que se necesite. La descarga del condensador se puede forzar poniendo en contacto las armaduras, para lo que se necesita un circuito externo.

La cantidad de carga que es capaz de almacenar un condensador, cuando se conecta a un cierto voltaje, se llama **capacidad** del condensador y se mide en **faradios** (F); aunque, como el faradio es una unidad muy grande, se suelen utilizar el milifaradio (mF = 10^{-3} F), el microfaradio (μF = 10^{-6} F), el nanofaradio (nF = 10^{-9} F), etc.

La relación entre la capacidad (*C*), la carga que almacena (*Q*) y la tensión aplicada a las armaduras (*V*) viene dada por la fórmula:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Entre otras aplicaciones, los condensadores se emplean mucho en circuitos temporizadores, circuitos oscilantes, circuitos sintonizadores, rectificadores de la corriente alterna, etc.

El comportamiento de los condensadores depende del tipo de corriente que reciban:

— Si reciben corriente continua, permiten el paso de la corriente mientras se están cargando y lo impiden cuando están cargados.

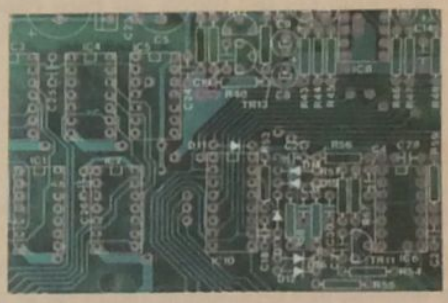
— Si reciben corriente alterna, permiten el paso de la corriente en todo momento.

Circuito impreso

El circuito impreso no es en sí un componente electrónico; sin embargo, es una pieza fundamental en el proceso de miniaturización de cualquier dispositivo. Es el soporte sobre el que se acoplan y se sueldan la mayor parte de los componentes electrónicos.

Un circuito impreso es un circuito cuyas conexiones, en vez de estar formadas por cables, están formadas por pistas de cobre dibujadas sobre una placa de material aislante.

Al sustituir los cables por las pistas de cobre, se reduce el tamaño de los circuitos y resulta más sencillo montarlos y verificar si las conexiones han sido realizadas correctamente.



Bobinas

Una **bobina** o **inductor** es un componente eléctrico que genera un campo magnético cuando se hace circular por ella una corriente eléctrica o, por el contrario, que genera una corriente eléctrica cuando se acerca o se aleja de un imán.

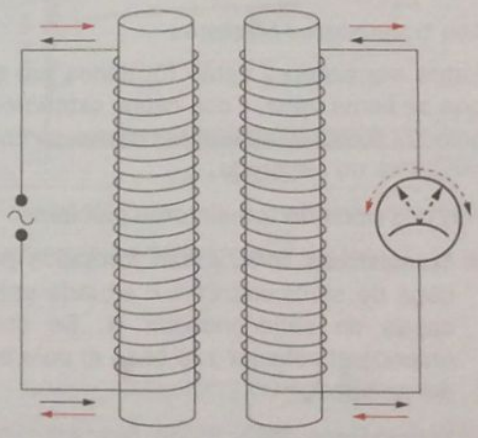
Si se pone una bobina cerca de otra, el campo magnético de la primera puede generar una corriente eléctrica en la segunda. A este fenómeno se le llama **inducción.**

Una bobina, además, induce corriente en sí misma. A este fenómeno se le llama **autoinducción.**

Si la corriente es continua no se produce ni inducción ni autoinducción, pero sí al abrir o al cerrar el circuito o cuando la corriente es alterna.

La corriente que se genera en una bobina por autoinducción tiene sentido contrario a la corriente que la provoca. Ello hace que la bobina se comporte como una resistencia.

Estos fenómenos son muy aprovechados en circuitos eléctricos y electrónicos.



La corriente que circula por la bobina izquierda es alterna, lo que induce en la bobina de la derecha una corriente que cambia continuamente de sentido, esto se puede apreciar concectándole un galvanómetro.

3 Componentes electrónicos básicos (2)

Diodos

Un diodo es un componente electrónico que permite el paso de la corriente en un sentido y lo impide en el contrario. Está provisto de dos terminales: el **ánodo** (+) y el **cátodo** (–). Como norma general, el sentido de circulación de la corriente en un diodo va del ánodo al cátodo.

Cuando un diodo se conecta a una tensión eléctrica, se dice que está polarizado. Esta polarización puede ser directa o inversa.

- **La polarización directa** se produce cuando el polo positivo del generador eléctrico se une al ánodo (+) del diodo, y el polo negativo del generador se une al cátodo (–) del diodo. De este modo, el diodo se comporta como un material conductor de la corriente eléctrica.
- **La polarización inversa** se consigue conectando el polo positivo del generador al cátodo (–) del diodo y el polo negativo del generador al ánodo (+) del diodo. En este caso, el diodo impide el paso de la corriente y se comporta como si fuera un material aislante de la corriente eléctrica.

Los semiconductores

Los semiconductores son materiales que normalmente son aislantes, pero que, en determinadas circunstancias, permiten el paso de la corriente eléctrica.

Los más utilizados son el silicio y el germanio, a los que se les suelen añadir pequeñas cantidades de otros materiales llamadas impurezas, para aumentar su conductividad eléctrica. Según cuáles sean las impurezas que se añaden, se obtienen dos tipos de semiconductores:

- **Tipo N.** Se obtienen al añadir impurezas de fósforo o de antimonio. Tienen gran tendencia a ceder electrones.
- **Tipo P.** Se obtienen al añadir impurezas de boro o indio. Tienen tendencia a captar electrones.

Transistores

El transistor es un componente electrónico que, entre otros usos, puede emplearse como amplificador de la señal eléctrica o como interruptor de la corriente.

Los transistores pueden ser **bipolares** o **de efecto campo.** Los más utilizados son los transistores bipolares.

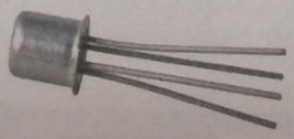
Los transistores bipolares

Estos transistores están formados por tres capas: una capa central, que se llama base, y dos capas exteriores, que se denominan emisor y colector. Cada una de estas capas se conecta con el resto del circuito mediante un electrodo.

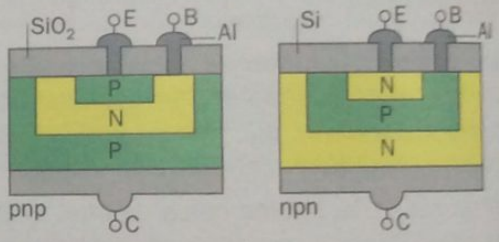
Hay dos tipos de transistores bipolares:

- **Transistores NPN.** Están formados por una capa de semiconductor P situada entre dos capas de semiconductor N. Se conectan uniendo el colector y la base al polo positivo del generador.

- **Transistores PNP.** Están formados por una capa de semiconductor N colocada entre dos capas de semiconductor P. Se conectan uniendo el colector y la base al polo negativo del generador.



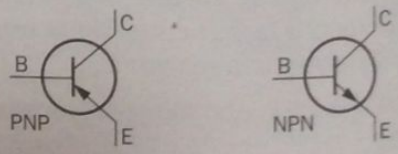
(a) Estructura práctica



(b) Estructura esquemática

Tipo P	Colector	Tipo N	Colector
Tipo N	Base	Tipo P	Base
Tipo P	Emisor	Tipo N	Emisor

(c) Símbolos de circuitos



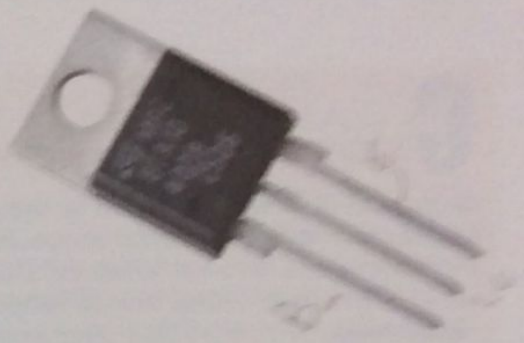
Cómo funciona un transistor

Para que circule corriente entre el colector y el emisor, tiene que llegar corriente a la base. La corriente que pasa entre el colector y el emisor es mucho mayor que la corriente que pasa de la base al emisor.

Es decir, el funcionamiento del transistor se puede controlar variando la corriente que circula por la base. Con pequeñas variaciones de la intensidad de base se provocan grandes variaciones en la intensidad de colector.

Así, una pequeña corriente que penetra por la base es capaz de multiplicar sus efectos en la corriente que va del colector al emisor. Esto significa que pequeñas corrientes pueden ser amplificadas o, lo que es lo mismo, que señales débiles pueden transformarse en otras señales más fuertes.

La corriente de base se puede modificar variando el valor de una resistencia conectada en serie con ella.



Los transistores pueden presentar distintos encapsulados.

Formas de funcionamiento y aplicaciones básicas del transistor

Un transistor tiene tres formas de funcionamiento:

- **En corte.** Cuando no se le suministra corriente a la base, con lo que el transistor impide el paso de la corriente entre el colector y el emisor.
- **En saturación.** Cuando la base recibe suficiente corriente como para que circule la máxima corriente entre el colector y el emisor.
- **En activa.** Cuando la base recibe una corriente inferior a la corriente de saturación.

Esta forma de funcionamiento determina las aplicaciones básicas de un transistor: como interruptor y como amplificador.

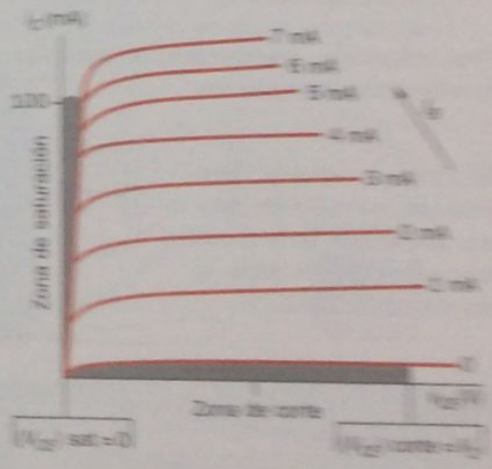
- **Cuando se emplea como interruptor,** el transistor trabaja en corte y en saturación.
- **Cuando se emplea como amplificador,** el transistor trabaja en activa.

Qué es la ganancia de un transistor

La relación entre la corriente de salida y la corriente de entrada de un transistor se denomina **ganancia** y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Ganancia} = \frac{\text{Intensidad de colector}}{\text{Intensidad de base}} = \frac{I_C}{I_B}$$

Por ejemplo, si la ganancia de un transistor es 50, esto significa que la intensidad de la corriente que recorre el colector es 50 veces superior a la intensidad de la corriente que le llega a la base. Dicho de otro modo, por cada partícula eléctrica que entra por la base se desencadena el paso de 50 partículas del colector al emisor.



Regiones de funcionamiento de transistor.

Actividades

1. ¿Qué parecidos y qué diferencias encuentras entre un transistor y un relé?

2. Diseña un circuito electrónico, provisto de un pulsador, dos resistencias, una bombilla y un transistor, en el que el transistor se comporte como si fuera un interruptor abierto.

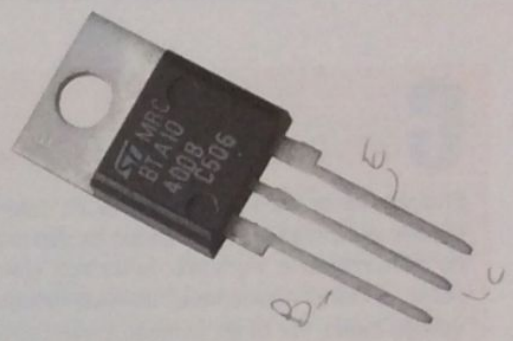
Cómo funciona un transistor

Para que circule corriente entre el colector y el emisor, tiene que llegar corriente a la base. La corriente que pasa entre el colector y el emisor es mucho mayor que la corriente que pasa de la base al emisor.

Es decir, el funcionamiento del transistor se puede controlar variando la corriente que circula por la base. Con pequeñas variaciones de la intensidad de base se provocan grandes variaciones en la intensidad de colector.

Así, una pequeña corriente que penetra por la base es capaz de multiplicar sus efectos en la corriente que va del colector al emisor. Esto significa que pequeñas corrientes pueden ser amplificadas o, lo que es lo mismo, que señales débiles pueden transformarse en otras señales más fuertes.

La corriente de base se puede modificar variando el valor de una resistencia conectada en serie con ella.



Los transistores pueden presentar distintos encapsulados.

Formas de funcionamiento y aplicaciones básicas del transistor

Un transistor tiene tres formas de funcionamiento:

- **En corte.** Cuando no se le suministra corriente a la base, con lo que el transistor impide el paso de la corriente entre el colector y el emisor.
- **En saturación.** Cuando la base recibe suficiente corriente como para que circule la máxima corriente entre el colector y el emisor.
- **En activa.** Cuando la base recibe una corriente inferior a la corriente de saturación.

Esta forma de funcionamiento determina las aplicaciones básicas de un transistor: como interruptor y como amplificador.

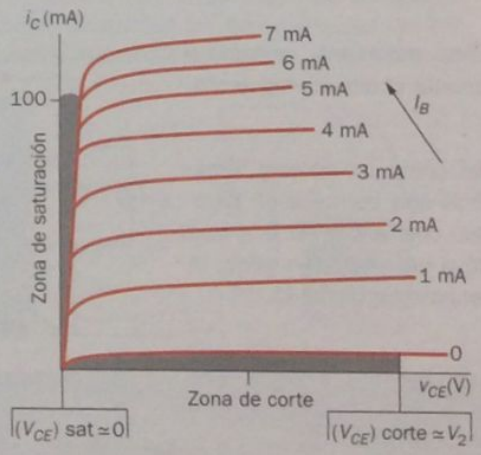
- **Cuando se emplea como interruptor,** el transistor trabaja en corte y en saturación.
- **Cuando se emplea como amplificador,** el transistor trabaja en activa.

Qué es la ganancia de un transistor

La relación entre la corriente de salida y la corriente de entrada de un transistor se denomina **ganancia** y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Ganancia} = \frac{\text{Intensidad de colector}}{\text{Intensidad de base}} = \frac{I_C}{I_B}$$

Por ejemplo, si la ganancia de un transistor es 50, esto significa que la intensidad de la corriente que recorre el colector es 50 veces superior a la intensidad de la corriente que le llega a la base. Dicho de otro modo, por cada partícula eléctrica que entra por la base se desencadena el paso de 50 partículas del colector al emisor.



Regiones de funcionamiento del transistor.

Actividades

1. ¿Qué parecidos y qué diferencias encuentras entre un transistor y un relé?

2. Diseña un circuito electrónico, provisto de un pulsador, dos resistencias, una bombilla y un transistor, en el que el transistor se comporte como si fuera un interruptor abierto.

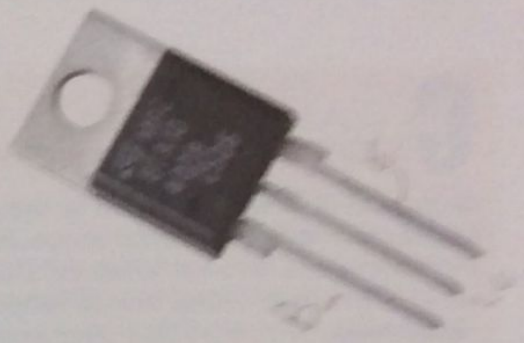
Cómo funciona un transistor

Para que circule corriente entre el colector y el emisor, tiene que llegar corriente a la base. La corriente que pasa entre el colector y el emisor es mucho mayor que la corriente que pasa de la base al emisor.

Es decir, el funcionamiento del transistor se puede controlar variando la corriente que circula por la base. Con pequeñas variaciones de la intensidad de base se provocan grandes variaciones en la intensidad de colector.

Así, una pequeña corriente que penetra por la base es capaz de multiplicar sus efectos en la corriente que va del colector al emisor. Esto significa que pequeñas corrientes pueden ser amplificadas o, lo que es lo mismo, que señales débiles pueden transformarse en otras señales más fuertes.

La corriente de base se puede modificar variando el valor de una resistencia conectada en serie con ella.



Los transistores pueden presentar distintos encapsulados.

Formas de funcionamiento y aplicaciones básicas del transistor

Un transistor tiene tres formas de funcionamiento:

- **En corte.** Cuando no se le suministra corriente a la base, con lo que el transistor impide el paso de la corriente entre el colector y el emisor.
- **En saturación.** Cuando la base recibe suficiente corriente como para que circule la máxima corriente entre el colector y el emisor.
- **En activa.** Cuando la base recibe una corriente inferior a la corriente de saturación.

Esta forma de funcionamiento determina las aplicaciones básicas de un transistor: como interruptor y como amplificador.

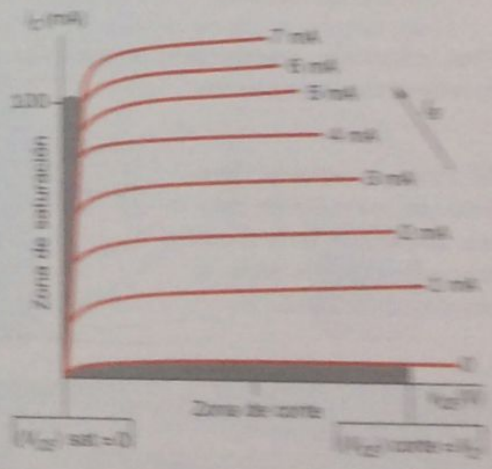
- **Cuando se emplea como interruptor,** el transistor trabaja en corte y en saturación.
- **Cuando se emplea como amplificador,** el transistor trabaja en activa.

Qué es la ganancia de un transistor

La relación entre la corriente de salida y la corriente de entrada de un transistor se denomina **ganancia** y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Ganancia} = \frac{\text{Intensidad de colector}}{\text{Intensidad de base}} = \frac{I_C}{I_B}$$

Por ejemplo, si la ganancia de un transistor es 50, esto significa que la intensidad de la corriente que recorre el colector es 50 veces superior a la intensidad de la corriente que le llega a la base. Dicho de otro modo, por cada partícula eléctrica que entra por la base se desencadena el paso de 50 partículas del colector al emisor.



Regiones de funcionamiento de transistor.

Actividades

1. ¿Qué parecidos y qué diferencias encuentras entre un transistor y un relé?

2. Diseña un circuito electrónico, provisto de un pulsador, dos resistencias, una bombilla y un transistor, en el que el transistor se comporte como si fuera un interruptor abierto.

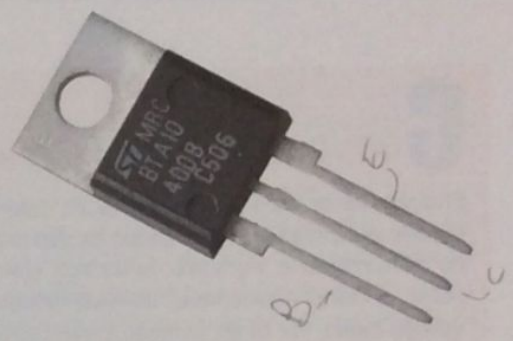
Cómo funciona un transistor

Para que circule corriente entre el colector y el emisor, tiene que llegar corriente a la base. La corriente que pasa entre el colector y el emisor es mucho mayor que la corriente que pasa de la base al emisor.

Es decir, el funcionamiento del transistor se puede controlar variando la corriente que circula por la base. Con pequeñas variaciones de la intensidad de base se provocan grandes variaciones en la intensidad de colector.

Así, una pequeña corriente que penetra por la base es capaz de multiplicar sus efectos en la corriente que va del colector al emisor. Esto significa que pequeñas corrientes pueden ser amplificadas o, lo que es lo mismo, que señales débiles pueden transformarse en otras señales más fuertes.

La corriente de base se puede modificar variando el valor de una resistencia conectada en serie con ella.



Los transistores pueden presentar distintos encapsulados.

Formas de funcionamiento y aplicaciones básicas del transistor

Un transistor tiene tres formas de funcionamiento:

- **En corte.** Cuando no se le suministra corriente a la base, con lo que el transistor impide el paso de la corriente entre el colector y el emisor.
- **En saturación.** Cuando la base recibe suficiente corriente como para que circule la máxima corriente entre el colector y el emisor.
- **En activa.** Cuando la base recibe una corriente inferior a la corriente de saturación.

Esta forma de funcionamiento determina las aplicaciones básicas de un transistor: como interruptor y como amplificador.

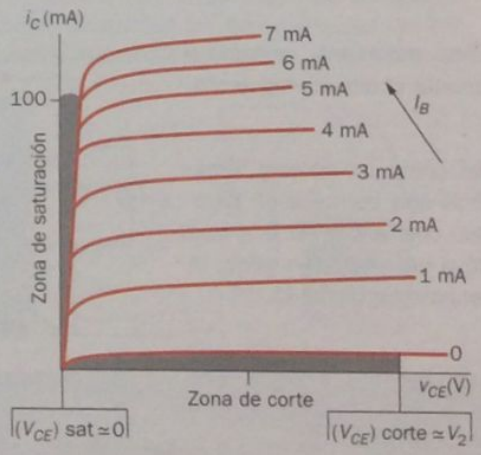
- **Cuando se emplea como interruptor,** el transistor trabaja en corte y en saturación.
- **Cuando se emplea como amplificador,** el transistor trabaja en activa.

Qué es la ganancia de un transistor

La relación entre la corriente de salida y la corriente de entrada de un transistor se denomina **ganancia** y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Ganancia} = \frac{\text{Intensidad de colector}}{\text{Intensidad de base}} = \frac{I_C}{I_B}$$

Por ejemplo, si la ganancia de un transistor es 50, esto significa que la intensidad de la corriente que recorre el colector es 50 veces superior a la intensidad de la corriente que le llega a la base. Dicho de otro modo, por cada partícula eléctrica que entra por la base se desencadena el paso de 50 partículas del colector al emisor.



Regiones de funcionamiento del transistor.

Actividades

1. ¿Qué parecidos y qué diferencias encuentras entre un transistor y un relé?

2. Diseña un circuito electrónico, provisto de un pulsador, dos resistencias, una bombilla y un transistor, en el que el transistor se comporte como si fuera un interruptor abierto.