

Componentes electrónicos.

Diodo rectificador.



¿Qué es un Diodo Rectificador?

¿Para qué Sirve un Diodo Rectificador?

El diodo rectificador es un dispositivo semiconductor que se utiliza para convertir la corriente alterna en corriente continua. Tiene una conductividad unidireccional evidente y puede fabricarse con materiales semiconductores como el germanio o el silicio. Los diodos rectificadores son un componente vital en las fuentes de alimentación, donde se utilizan para convertir la tensión alterna en tensión continua.

Los **diodos Zener** se utilizan para regular el voltaje, evitando variaciones no deseadas en los suministros de CC dentro de un circuito.

Un **diodo rectificador** es un semiconductor de dos terminales que permite el paso de la corriente en una sola dirección.

Generalmente, el diodo de unión P-N se forma uniendo materiales semiconductores de tipo n y de tipo p. El lado de tipo P se llama ánodo y el de tipo n, cátodo.

El diodo rectificador es capaz de conducir valores de corriente que varían desde varios miliamperios hasta unos pocos kiloamperios y voltajes hasta unos pocos kilovoltios.

Tipos de Diodos Rectificadores

Los diodos rectificadores más típicos están hechos de silicio (cristal semiconductor). Son capaces de conducir altos valores de corriente eléctrica, y eso se puede clasificar como su característica básica.

También hay diodos semiconductores menos populares, pero que aún se usan, hechos de germanio o arseniuro de galio. Los diodos de germanio tienen un voltaje inverso permisible mucho más bajo y una temperatura de unión permisible más pequeña ($T_u = 75^\circ \text{C}$ para diodos de germanio y $T_u = 150^\circ \text{C}$ para un diodo de silicio).

La única ventaja que tiene el diodo de germanio sobre el **diodo de silicio** es un valor de voltaje de umbral más bajo durante el funcionamiento con polarización directa ($V = 0.3 \div 0.5 \text{ V}$ para germanio y $0.7 \div 1.4 \text{ V}$ para diodos de silicio).

La mayoría de los diodos de rectificación están hechos de silicio y, por lo tanto, tienen una caída de tensión directa de 0.7V. La tabla muestra la corriente máxima y la tensión inversa máxima de algunos diodos rectificadores populares. El 1N4001 es adecuado para la mayoría de los circuitos de baja tensión con una corriente inferior a 1A.

Rectificadores: Un Diodo con un Manejo de Corriente Superior

Un rectificador es un tipo especial de diodo que convierte la corriente alterna (CA) en corriente continua (CC). Este es un proceso importante, ya que la corriente alterna puede invertir la dirección periódicamente, mientras que la corriente continua fluye constantemente en una sola dirección, lo que facilita su control.

Existen varios tipos de rectificadores, entre ellos:

Rectificadores de media onda: rectificadores que sólo permiten el paso de la mitad de la señal de CA de la entrada a la salida.

Rectificadores de onda completa: rectificadores que utilizan toda la señal, lo que requiere el uso adicional de un transformador.

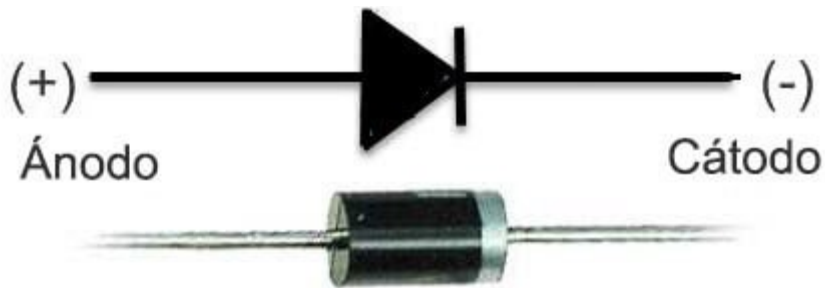
Rectificación de medio ciclo positivo: aquellos en los que un diodo superior con polaridad positiva conduce la corriente mientras que uno inferior con polaridad negativa la bloquea.

Rectificación de medio ciclo negativo: aquellos en los que el diodo superior está bloqueado y el inferior está abierto.

Los electrodomésticos generalmente contienen un diodo diseñado para la rectificación monofásica, lo que significa que el voltaje de suministro cambia al unísono. Los motores y las redes eléctricas a escala industrial, por otro lado, requieren una rectificación multifásica, lo que permite la generación, transmisión y distribución de energía al mismo tiempo.

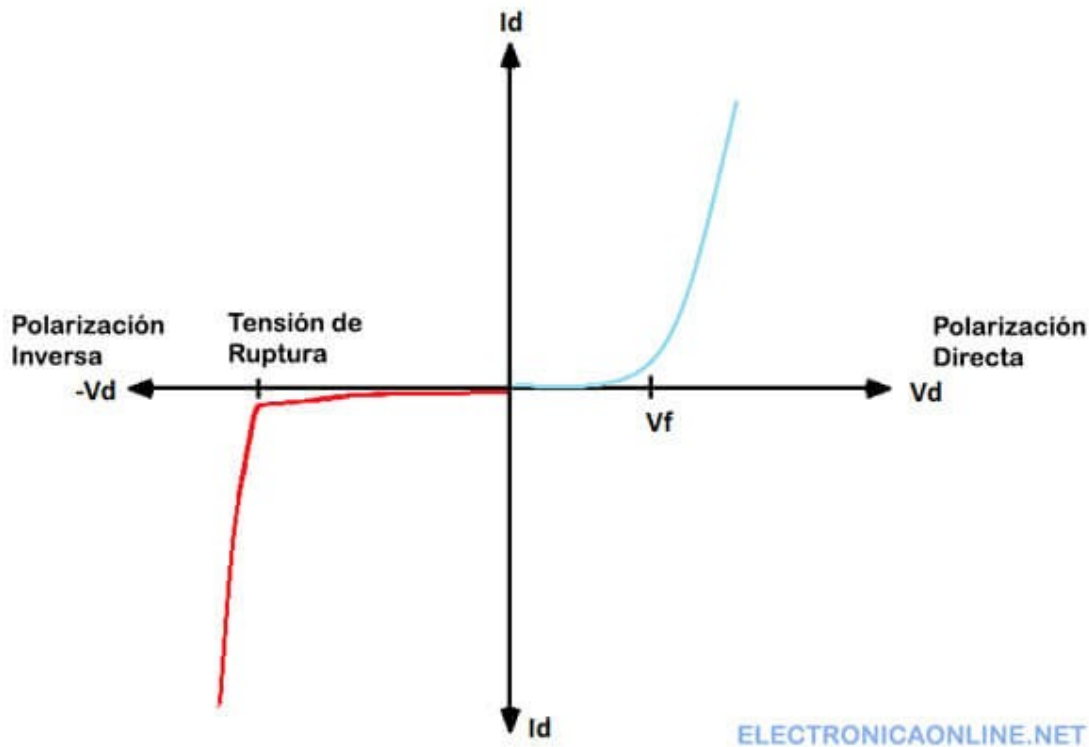
Símbolo de un Diodo Rectificador

La simbología del diodo rectificador se muestra a continuación, la punta de la flecha apunta en la dirección del flujo de corriente convencional.



Curva Característica del Diodo Rectificador

A continuación, se muestra la curva característica del diodo rectificador:



Diodo rectificador no polarizado

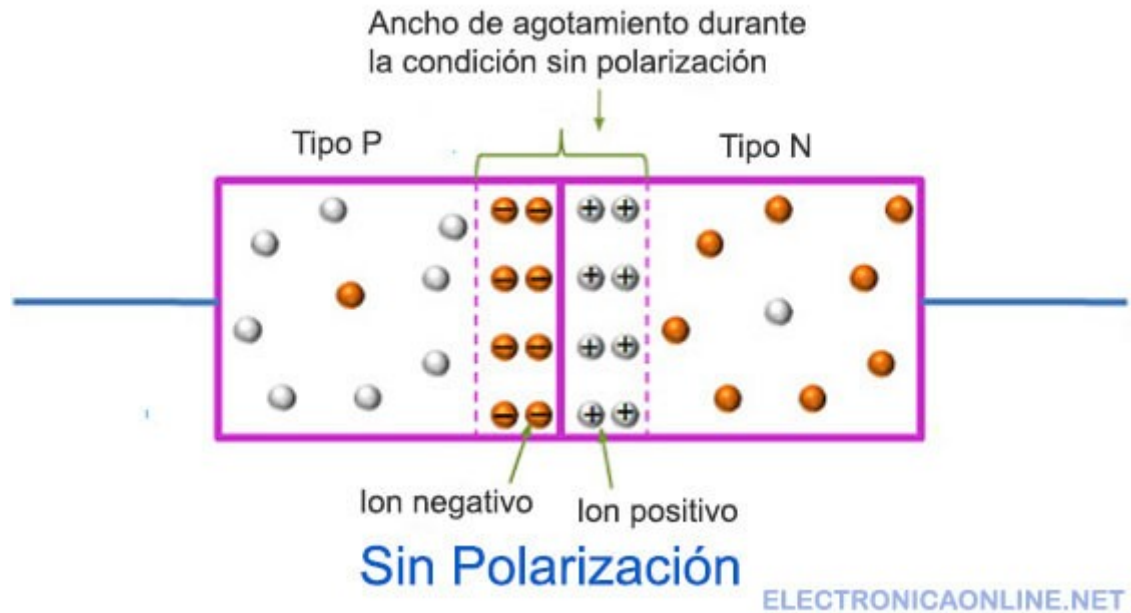
Cuando no se suministra tensión a un diodo rectificador, se denomina diodo no polarizado, el lado N tendrá un número mayoritario de electrones y muy pocos números de agujeros (debido a la excitación térmica), mientras que el lado P tendrá una mayoría de agujeros portadores de carga y muy pocos números de electrones.

En este proceso, los electrones libres del lado N se difundirán (propagarán) hacia el lado P y la recombinación tiene lugar en los agujeros presentes allí, dejando iones +ve inmóviles (no movibles) en el lado N y creando iones -ve inmóviles en el lado P del diodo.

Los inmóviles en el lado de tipo n cerca del borde de unión. Del mismo modo, los iones inmóviles en el lado de tipo p cerca del borde de la unión. Debido a esto, el número de iones positivos y negativos se acumulará en la unión. Esta región así formada se denomina **Región de Agotamiento**.

En esta región, se crea un campo eléctrico estático llamado Potencial de Barrera a través de la unión PN del diodo.

Se opone a la posterior migración de agujeros y electrones a través de la unión.



Polarización Directa

Polarización directa: En un diodo de unión PN, el terminal positivo de una fuente de tensión está conectado al lado de tipo p, y el terminal negativo está conectado al lado de tipo n, se dice que el diodo está en condición de polarización directa.

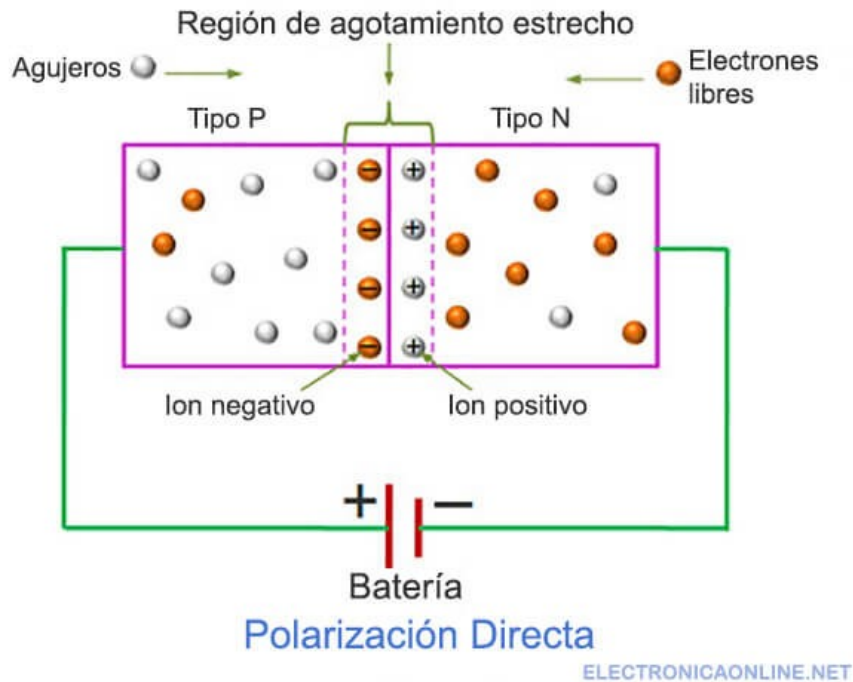
Los electrones son repelidos por el terminal negativo de la alimentación de corriente continua y derivan hacia el terminal positivo.

Entonces, bajo la influencia de la tensión aplicada, esta derivación de electrones hace que fluya la corriente en un semiconductor. Esta corriente se denomina «corriente de deriva». Como los portadores mayoritarios son los electrones, la corriente en el tipo n es la corriente de electrones.

Como los agujeros son portadores mayoritarios en el tipo p, éstos son repelidos por el terminal positivo de la alimentación de corriente continua y se mueven a través de la unión hacia el terminal negativo. Por lo tanto, la corriente en el tipo p es la corriente de agujeros.

Entonces, la corriente global debida a los portadores mayoritarios crea una corriente directa.

La dirección de la corriente convencional fluye de positivo a negativo de la batería en la dirección de la corriente convencional es opuesta al flujo de electrones.



Polarización Inversa

Condición de polarización inversa: si el terminal positivo de la fuente de voltaje está conectado al extremo de tipo n, y el terminal negativo de la fuente está conectado al extremo de tipo p del diodo, no habrá corriente a través del diodo, excepto la corriente de saturación inversa.

Esto se debe a que en la condición de polarización inversa la Región de Agotamiento de la unión se hace más amplia con el aumento de la tensión de polarización inversa.

Aunque hay una pequeña corriente que fluye desde el extremo de tipo n al de tipo p en el diodo debido a los portadores minoritarios. Esta corriente se denomina Corriente de Saturación Inversa.

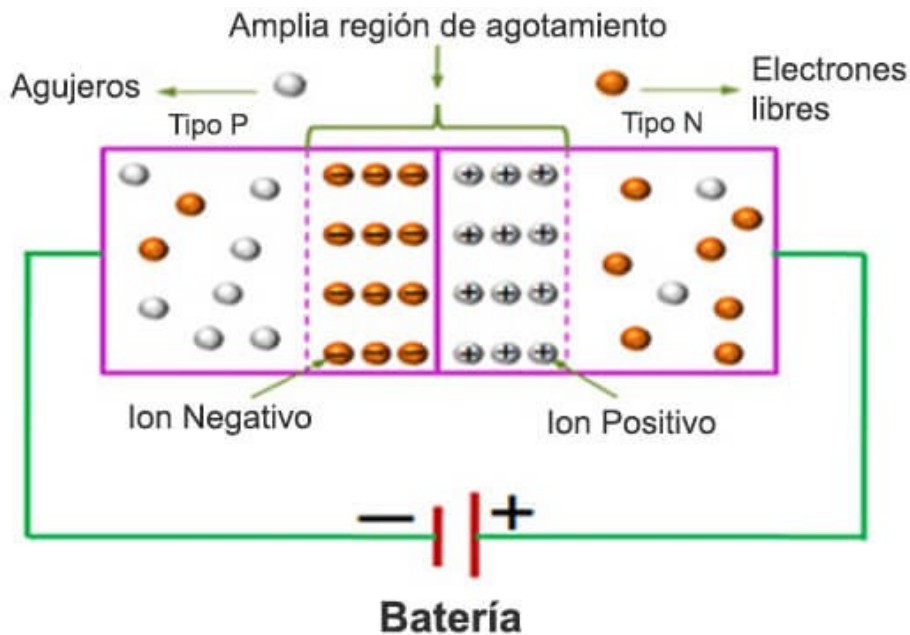
Los portadores minoritarios son principalmente electrones/agujeros generados térmicamente en el semiconductor tipo p y en el semiconductor tipo n, respectivamente.

Ahora bien, si la tensión inversa aplicada a través del diodo se incrementa continuamente, entonces, después de cierta tensión, la región de agotamiento se destruirá, lo que hará que fluya una enorme corriente inversa a través del diodo.

Si esta corriente no está limitada externamente y llega más allá del valor de seguridad, el diodo puede destruirse definitivamente.

Estos electrones, que se mueven rápidamente, chocan con los demás átomos del dispositivo y les quitan algunos electrones más. Los electrones, así liberados, liberan mucho más electrones de los átomos al romper los enlaces covalentes.

Este proceso se denomina multiplicación de portadores y conduce a un aumento considerable del flujo de corriente a través de la unión p-n. El fenómeno asociado se denomina Efecto Avalancha.

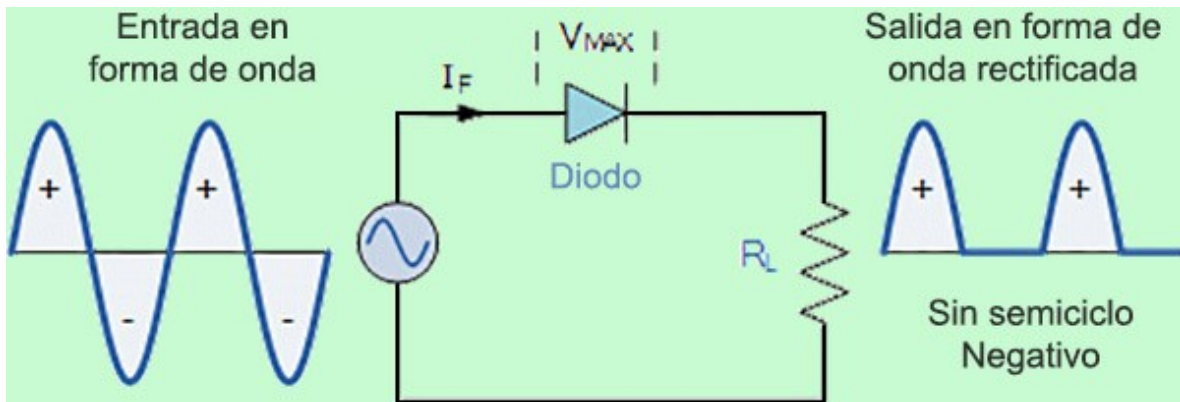


Polarización Inversa

ELECTRONICAONLINE.NET

Rectificador de Media Onda

Uno de los usos más comunes del diodo es rectificar la tensión de CA en una fuente de alimentación de CC. Dado que un diodo sólo puede conducir la corriente en un sentido, cuando la señal de entrada sea negativa, no habrá corriente. Esto se denomina rectificador de media onda. La siguiente figura muestra el circuito del diodo rectificador de media onda.



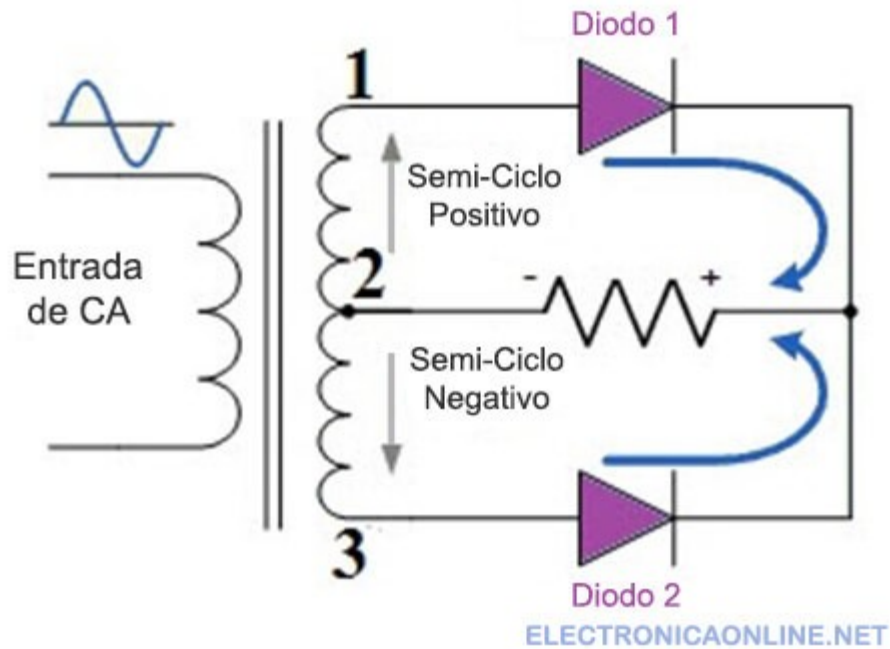
Rectificador de Onda Completa

Un circuito de diodos rectificadores de onda completa se construye con cuatro diodos, mediante esta estructura podemos hacer que ambas mitades de las ondas sean positivas. Tanto para los ciclos positivos como para los negativos de la entrada, hay una ruta directa a través del puente de diodos.

Mientras que dos de los diodos están en polarización directa, los otros dos están en polarización inversa y se eliminan efectivamente del circuito. Ambos caminos de conducción hacen que la corriente fluya en la misma dirección a través de la resistencia de carga, logrando la rectificación de onda completa.

Los rectificadores de onda completa se utilizan en las fuentes de alimentación para convertir las tensiones de CA en tensiones de CC. Un gran condensador en paralelo con un resistor de carga de salida reduce el ondulado del proceso de rectificación. La siguiente figura muestra el circuito del diodo rectificador de onda completa.

Rectificador de Onda Completa



Transistor.

¿Qué es un Transistor?



Un transistor es un [semiconductor](#) en miniatura que regula o controla el flujo de corriente o voltaje, además de amplificar y generar estas señales eléctricas y actuar como interruptor/puerta de las mismas. Normalmente, los transistores constan de tres capas, o terminales, de un material semiconductor, cada una de las cuales puede transportar una corriente.

Cuando funciona como amplificador, un transistor transforma una pequeña [corriente](#) de entrada en una corriente de salida mayor. Como interruptor (switch), puede estar en uno de dos estados distintos — encendido o apagado — para controlar el flujo de señales electrónicas a través de un circuito eléctrico o dispositivo electrónico.

Por sí solo, un transistor sólo tiene un elemento de circuito. En pequeñas cantidades, los transistores se utilizan para crear interruptores electrónicos sencillos. Son los elementos básicos de los [circuitos integrados](#) (CI), que constan de un gran número de transistores interconectados con circuitos y horneados en un único microchip de silicio.

En grandes cantidades, los transistores se utilizan para crear microprocesadores en los que se incrustan millones de transistores en un único circuito integrado. También controlan los chips de memoria de los ordenadores y los dispositivos de almacenamiento de memoria de reproductores MP3, teléfonos inteligentes, cámaras y juegos electrónicos. Los transistores están profundamente integrados en casi todos los circuitos integrados, que forman parte de todos los dispositivos electrónicos.

Beneficios de los Transistores

Proporcionan amplificación de la señal para garantizar una salida adecuada para la aplicación.

Regulan la corriente y la tensión de una señal entrante.

Son más pequeños y ligeros que los tubos de vacío, pero también más resistentes mecánicamente.

No requieren calentamiento externo para funcionar.

Una alimentación de baja tensión es suficiente para hacer funcionar un transistor.

Muy adecuados para aplicaciones de baja potencia.

Ideales para integrarlos con resistencias y diodos para crear circuitos integrados.

A medida que el tamaño de los transistores disminuía exponencialmente, su coste se ha reducido.

Cómo los Transistores Revolucionaron el Mundo de la Tecnología

Inventado en los *Laboratorios Bell* en 1947, el transistor sustituyó rápidamente al voluminoso tubo de vacío como regulador de señales electrónicas. Considerado uno de los avances más significativos en la historia del PC, la invención del transistor impulsó la tendencia hacia la miniaturización de la electrónica.

Como estos dispositivos de estado sólido eran mucho más pequeños, ligeros y consumían mucha menos energía que los tubos de vacío, los sistemas electrónicos fabricados con transistores eran también mucho más pequeños, ligeros, rápidos y eficientes.

Los transistores también eran más resistentes, consumían mucha menos energía y, a diferencia de los tubos de vacío, no necesitaban calentadores externos.

A medida que el tamaño de los transistores ha disminuido exponencialmente, su coste se ha reducido, lo que ha creado muchas más oportunidades para utilizarlos. La integración de transistores con resistores y otros diodos o componentes electrónicos ha reducido el tamaño de los circuitos integrados.

Este fenómeno de miniaturización está relacionado con la Ley de Moore, según la cual el número de transistores de un CI pequeño se duplicaría cada dos años.

¿Cómo Funciona un Transistor?

Un transistor puede actuar como interruptor o compuerta de señales electrónicas, abriendo y cerrando una compuerta electrónica muchas veces por segundo. Garantiza que el circuito esté encendido si la corriente fluye y apagado si no es así. Los transistores se utilizan en complejos circuitos de conmutación que

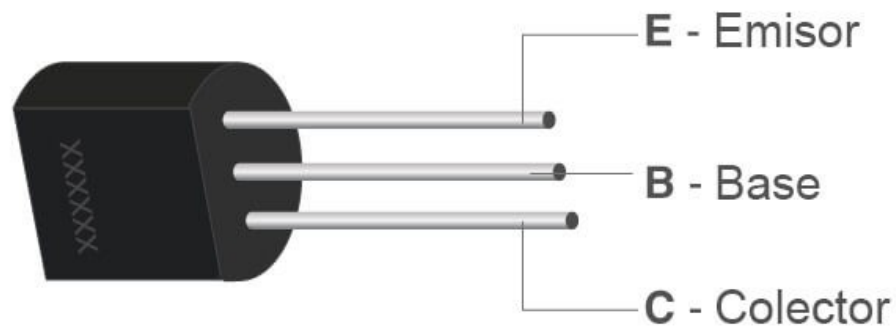
componen todos los sistemas modernos de telecomunicaciones. Los circuitos también ofrecen velocidades de conmutación muy altas, como cientos de gigahercios o más de 100.000 millones de ciclos de encendido y apagado por segundo.

Los transistores pueden combinarse para formar una puerta lógica, que compara varias corrientes de entrada para proporcionar una salida diferente. Los ordenadores con puertas lógicas pueden tomar decisiones sencillas utilizando el álgebra de Boole. Estas técnicas son la base de la informática moderna y de los programas informáticos.

Los transistores también desempeñan un papel importante en la amplificación de señales electrónicas. Por ejemplo, en las aplicaciones de radio, como los receptores FM, donde la señal eléctrica recibida puede ser débil debido a perturbaciones, es necesaria la amplificación para proporcionar una salida audible. Los transistores proporcionan esta amplificación aumentando la intensidad de la señal.

Partes de un Transistor

PARTES DE UN TRANSISTOR



ELECTRONICAONLINE.NET

Un transistor es como un conjunto de dos diodos con sus cátodos o ánodos unidos. Tiene tres terminales que conducen la corriente eléctrica y ayudan a establecer una conexión con circuitos externos:

el emisor, también conocido como el terminal negativo del transistor,

la base, que es el terminal que activa el transistor, y

el colector, que es el polo positivo del transistor.

Consideremos un transistor NPN para entender estos terminales. En esta configuración, el silicio de tipo p (base) se intercala entre dos placas de silicio de tipo n (el emisor y el colector).

El **emisor**, indicado con la letra E, es de tamaño moderado y está muy dopado, ya que su función principal es suministrar numerosos portadores mayoritarios para soportar el flujo de electricidad. Se llama emisor porque emite electrones.

La **base**, indicada con la letra B, es el terminal central entre el emisor y el colector. Es delgada y está ligeramente dopada. Su función principal es pasar los portadores del emisor al colector.

El **colector** — indicado por la letra C — recoge los portadores enviados por el emisor a través de la base. Está moderadamente dopado y es más grande que el emisor y la base.

Tipos de Transistores

Los transistores se clasifican en dos tipos principales:

- Transistor de Unión Bipolar ([BJT](#))
- Transistor de Efecto de Campo (FET)

Un **BJT** es uno de los tipos más comunes de transistores, y puede ser NPN o PNP. Esto significa que un BJT consta de tres terminales: el emisor, la base y el colector. Uniendo estas tres capas, un BJT puede amplificar una señal eléctrica o conectar o desconectar la corriente.

En la creación de un flujo de corriente intervienen dos tipos de carga eléctrica: electrones y huecos. En su funcionamiento normal, la unión base-emisor del BJT está en polarización directa con una resistencia de emisor muy pequeña, mientras que la unión base-colector está en polarización inversa con una gran resistencia.

En un BJT de tipo PNP, la conducción se produce a través de huecos o en ausencia de electrones. La corriente de colector es ligeramente inferior a la de emisor. Los cambios en esta última afectan a la primera. La base controla el flujo de corriente del emisor al colector. En este caso, el emisor emite huecos, que son recogidos por el colector.

En un BJT de tipo NPN, los electrones pasan del emisor a la base y son recogidos por el colector. Cuando esto ocurre, la corriente convencional fluye del colector al emisor. La base controla el número de electrones emitidos por el emisor.

Un **transistor de efecto de campo (FET)** también tiene tres terminales: fuente, drenaje y puerta, que son análogos al emisor, colector y base del BJT, respectivamente. En el FET, las capas de silicio tipo n y tipo p están dispuestas de forma diferente a las del BJT. También están recubiertas de capas de metal y óxido para crear el transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET).

En el FET, el efecto de campo se refiere a un efecto que permite el flujo de corriente y enciende el transistor. Los electrones no pueden pasar de la fuente de tipo n al drenaje porque la puerta de tipo p que los separa contiene huecos. Pero si se aplica una tensión positiva a la puerta, se crea un campo eléctrico que permite que los electrones fluyan de la fuente al drenaje. Esto crea el efecto de campo, que facilita el flujo de corriente en el FET.

Los FET se utilizan habitualmente en amplificadores de bajo ruido, amplificadores buffer y conmutadores analógicos. El transistor de efecto de campo metal-semiconductor (MESFET) se suele utilizar en aplicaciones de alta frecuencia, como los circuitos de microondas.

Otros tipos de transistores son los siguientes:

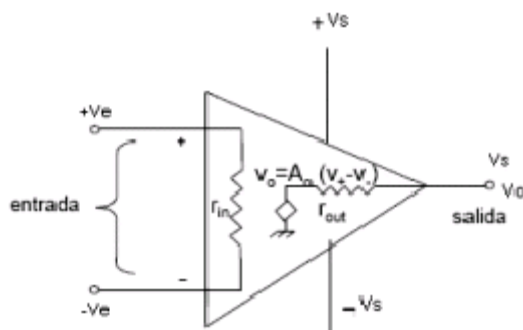
- transistor de efecto de campo de unión (JFET), semiconductor de tres terminales esencial en los controles de precisión accionados por tensión de la electrónica analógica;
- transistor de película fina (TFT), un tipo de FET utilizado a menudo en las pantallas de cristal líquido (LCD);
- transistor Schottky, que combina un transistor y un diodo Schottky conocido por su conmutación extremadamente rápida para evitar la saturación del transistor desviando la corriente de entrada excesiva; y
- transistor de difusión, que es un tipo de BJT formado por la difusión de dopantes en un sustrato.

Amplificador Operacional.

Un amplificador operacional (A.O. también op-amp), es un amplificador de alta ganancia directamente acoplado, que en general se alimenta con fuentes positivas y negativas, lo cual permite que obtenga excursiones tanto por arriba como por debajo de masa o punto de referencia que se considere. Se caracteriza especialmente porque su respuesta en: frecuencia, cambio de fase y alta ganancia que se determina por la realimentación introducida externamente. Por su concepción, presenta una alta impedancia (Z) de entrada y muy baja de salida.

Este es el símbolo:

MODELO IDEAL DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

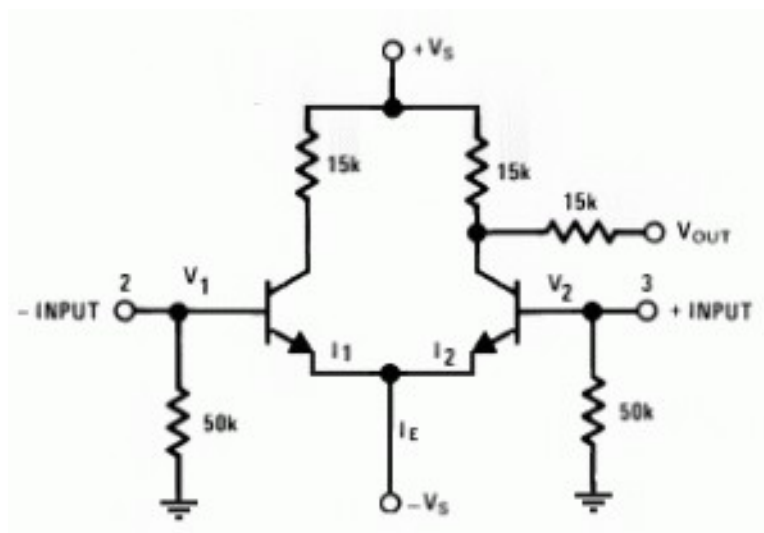


En la figura, se observan dos patillas de alimentación bipolar (+Vs y -Vs), una entrada no inversora (+V), una entrada inversora (-V) y una de salida (V_{out}), algunos como el LM386, disponen de una patilla de bypass. El amplificador sólo responde a la diferencia de tensión entre los dos terminales de entrada, no a su potencial común. Es decir, la misión del A.O: es amplificar la diferencia de tensión entre las dos señales de entrada, respecto de masa. Es decir, el mismo resultado obtendremos aplicando una entrada de 1mV en +Vin y 1,001mV en la entrada -Vin, que aplicando 6V en +Vin y 6.001V en -Vin ya que:

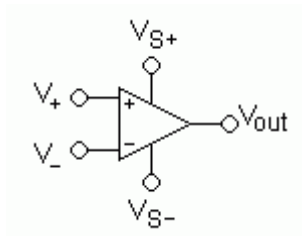
$$1 - 1,001 = 6 - 6,001 = 0,001$$

- 1 - A_v infinita $\Rightarrow V_+ = V_- \Rightarrow$ Principio de **TIERRA VIRTUAL**.
- 2 - R_{in} (Z_i) - Infinita (típico algunos MW) $\Rightarrow I_+ = I_- = 0$.
- 3 - R_{out} (Z_o) nula (entre 100 y 200W) \Rightarrow fuente de tensión ideal.
- 4 - Amplificador de AC y DC.
- 5 - Ancho de banda infinito.

Los amplificadores operacionales son, dispositivos compactos activos y lineales de alta ganancia, diseñados para proporcionar la función de transferencia deseada. Un amplificador operacional (A.O.) está compuesto por un circuito electrónico que tiene dos entradas y una salida, como se describe más adelante. La salida es la diferencia de las dos entradas multiplicada por un factor (G) (ganancia): $V_{out} = G \cdot (V_+ - V_-)$.



GANANCIA EN LAZO ABIERTO.



Cuando se aplica una señal a la entrada, la ganancia es el cociente entre la tensión de salida V_s y la de entrada V_e que tiene el amplificador operacional cuando no existe ningún lazo de realimentación entre la salida y alguna de las dos entradas. Ver el diagrama.

La ganancia del amplificador en lazo abierto está dada por la siguiente fórmula

$$A_v = V_s / V_e$$

A_v = ganancia de tensión

V_s = tensión de salida

V_e = tensión de entrada

En un amplificador operacional ideal, esta ganancia es infinita. Sin embargo, cuando el operacional es real, su ganancia está entre 20,000 y 200,000 (en el amplificador operacional 741C). Este tipo de configuración se utiliza en comparadores, donde lo que se desea es, saber cual de las dos entradas tiene mayor tensión, de ahí su nombre, amplificador diferencial. La señal de salida V_s del amplificador diferencial ideal debería ser:

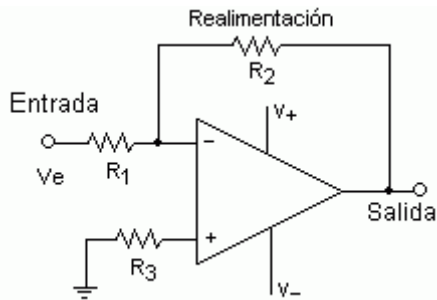
$$V_s = A_v (V_1 - V_2).$$

En la realidad, no es así ya que la salida depende de la tensión diferencial (V_d) y del nivel medio llamado señal en modo común (V_c), o sea:

$$V_d = V_1 - V_2; \quad y \quad V_c = 1/2 (V_1 + V_2).$$

GANANCIA EN LAZO CERRADO.

Como decimos los amplificadores operacionales prácticos tienen ganancia de tensión muy alta (típicamente 10^5), sin embargo, esta ganancia varía con la frecuencia. La forma de compensar esto es, controlar la ganancia de tensión que tiene el amplificador operacional, utilizando elementos externos para realimentar una parte de señal de la salida a la entrada, que hará que el circuito sea mucho más estable.



Con la realimentación, la ganancia de lazo cerrado, depende de los elementos empleados en la realimentación y no de la ganancia básica de tensión del amplificador operacional, por lo que, para modificar la ganancia modificaremos los valores de R_1 y R_2 .

Como veremos a continuación, los circuitos con amplificadores operacionales, resistencias y condensadores, los podemos configurar para obtener diversas operaciones analógicas como sumas, restas, comparar, integrar, filtrar y por supuesto amplificar.

La ganancia se obtiene por la siguiente fórmula: $A_v = - V_o / V_{in}$. El signo negativo indica que la señal en la salida será la opuesta a la entrada (se confirma que una señal positiva aplicada a la entrada produce una tensión negativa a la salida y viceversa).

CONFIGURACIONES BÁSICAS DEL A.O.

Presentaremos, muy por encima, los modos básicos de configuración de un A.O. como: amplificador inversor, amplificador no inversor, amplificador diferencial, derivador, integrador y sumador. El criterio para analizar los circuitos es:

La impedancia de cada entrada (Z_i), se considera tan alta que, las corrientes en ambas se consideran próximas a cero.

La tensión entre las entradas es muy similar, puede considerarse que están en «cortocircuito virtual», aunque no fluye corriente entre ellas.

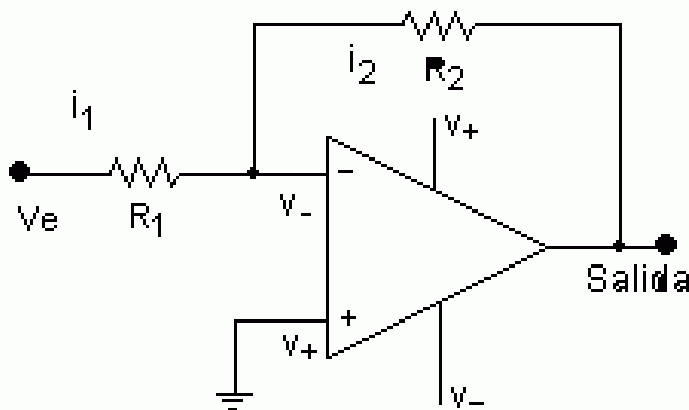


AMPLIFICADOR INVERSOR.

$$\begin{aligned}v_- &= v_+ = 0 \\ i_1 &= i_2 ; i_1 + i_2 = 0 \\ \frac{v_e - v_-}{R_1} + \frac{v_o - v_-}{R_2} &= 0 \\ \text{Reduciendo;} \\ \frac{v_e}{R_1} + \frac{v_o}{R_2} &= 0 \\ v_o &= -\frac{R_2}{R_1} v_e\end{aligned}$$

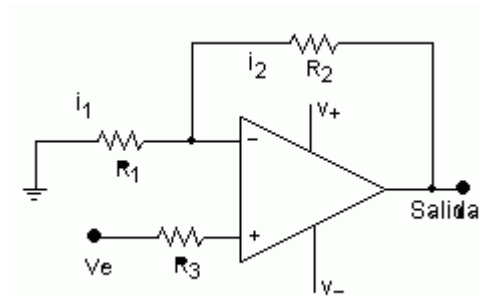
En este circuito, la entrada V(+) está conectada a masa y la señal se aplica a la entrada V(-) a través de R1, con realimentación desde la salida a través de R2. La entrada V(-) es un punto de tierra virtual, ya que está a un potencial cero.

El circuito comúnmente más utilizado es el circuito de ganancia constante. El amplificador inversor amplifica e invierte una señal 180°, es decir, el valor de la tensión de salida está en oposición de fase con la de entrada y su valor se obtiene al multiplicar la tensión de la entrada por una ganancia fija constante, establecida por la relación entre R₂ y R₁, resultando invertida esta señal



(desfase).

AMPLIFICADOR NO INVERSOR.



Este es el caso en que la tensión de entrada V_e , está en fase con la de salida V_s , esta tensión de salida, genera una corriente a través de R_2 hacia el terminal inversor, a su vez a través de R_1 , se genera una corriente hacia el mismo terminal pero de signo contrario, por lo que ambas corrientes se anulan, reflejando en la salida la tensión de entrada amplificada.

Según se ha mencionado antes, el valor de $+V_e$ se refleja en la entrada inversora $-V_e$ del amplificador operacional y teniendo en cuenta que se considera un «cortocircuito virtual», podemos establecer que $i_e = V_e/R_1$.

Y como la corriente en la entrada inversora $i_- = 0$; $i_1 = i_2$; por lo tanto $V_o = (R_1 + R_2) i_1$, sustituyendo; $V_o/V_e = (1 + R_2/R_1)$; $V_o = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1} V_e$ y finalmente la ganancia en tensión: $A_v = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1}$

Profesor: Gonzalo Vera.

Alumno: Nicolás Barrionuevo.

