

# El diodo

**E**L diodo es un componente que se desarro-

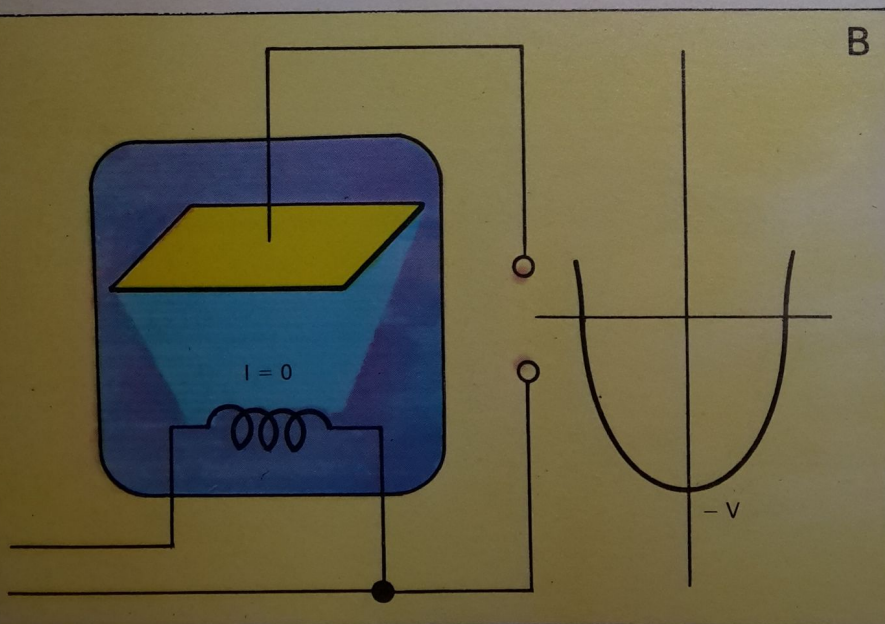
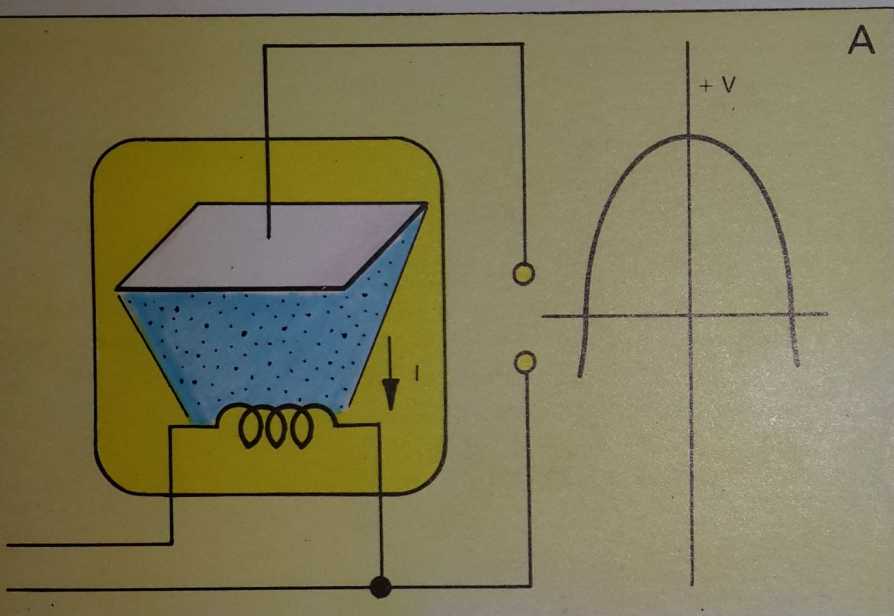
llo como solución al problema de la transformación de cualquier tipo de corriente alterna en corriente còntinua (incluyendo en este ámbi-to la función, imprescindible en cualquier receptor de radio, de la detección o demodulación).

Aunque en la actualidad, los diodos empleados en cualquier aplica-ción están fabricados con materiales semiconductores; hasta épocas rela-tivamente recientes se ha empleado el denominado de *vacío*, cuya sencilla forma de funcionamiento permite tomarla como base para compren-der el comportamiento de este com-ponente.

## Diodos de vacío

El diodo de vacío, así como otros componentes de su misma genera-ción para los que se utiliza la deno-minación común de *válvulas* o *tubos de vacío*, aprovecha para su función la propiedad que tienen algunos ma-teriales de producir una emisión de electrones, cuando están sometidos a una temperatura próxima a la de incandescencia, que se alcanza en-tre el rojo y el rojo blanco, siendo es-ta última la que tiene cualquier bom-billa usada para el alumbrado ordi-nario.

Tanto las bombillas como las *vál-vulas*, funcionan en un ambiente

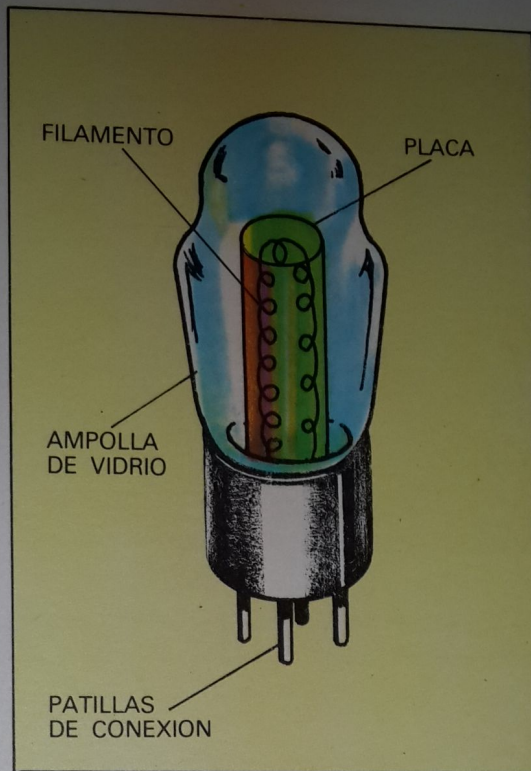


- a) Durante la rectificación existe paso de corriente en la alternancia positiva.  
b) En la alternancia negativa el diodo se bloquea.

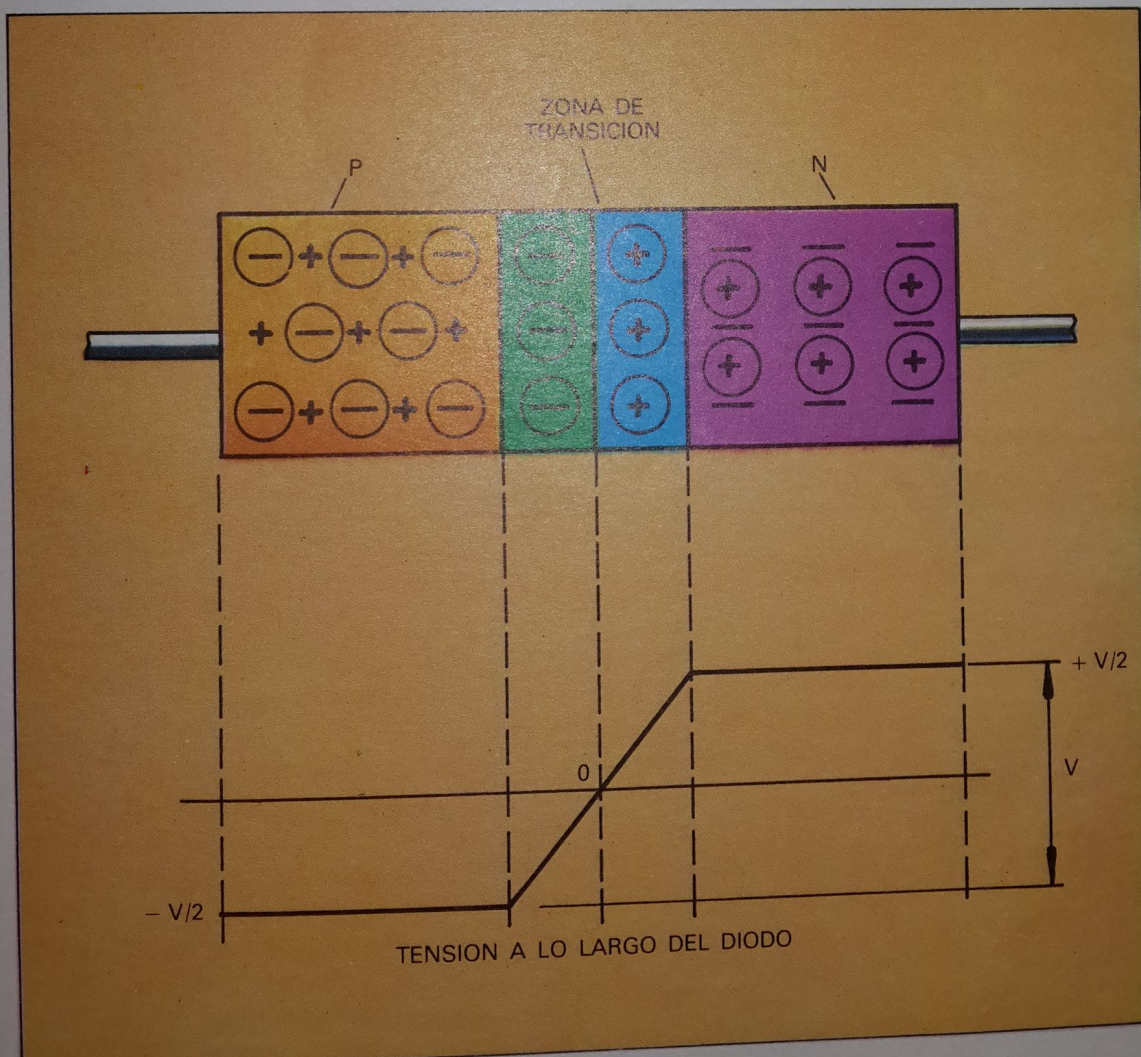
exento de aire, debido a que a estas temperaturas tan elevadas se produciría una oxidación muy rápida del material y se destruirían rápidamente; esto se consigue introduciendo todas las partes de la *válvula* en una cápsula de vidrio transparente a la que se extrae el aire y se sella posteriormente.

La emisión de electrones del cátodo o filamento se recoge en una lámina conductora que envuelve a este elemento y separada a una cierta distancia, denominada ánodo o placa, para lo que hay que someterla a una tensión positiva con respecto al cátodo, lo que la permite atraer a los electrones (con carga negativa), estableciéndose una corriente eléctrica entre ambos, a través del vacío.

A pesar de que esta corriente formada en la *válvula* presenta un sentido de circulación de cargas negativas entre el cátodo y el ánodo, se

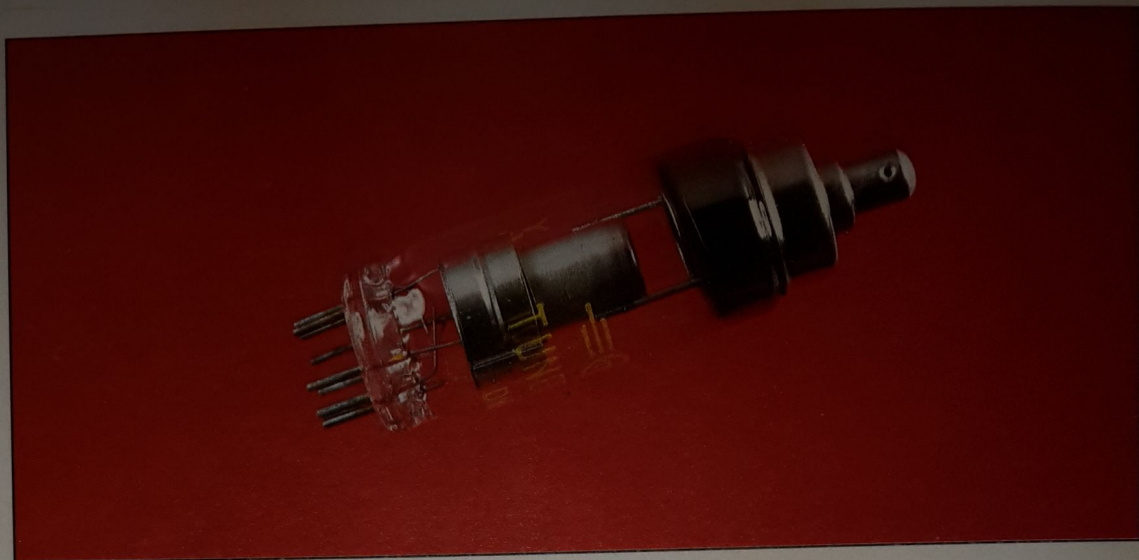


Dibujo esquemático de la disposición del filamento y placa en un diodo de vacío.



Diodo semiconductor formado mediante una unión P-N. Obsérvese la zona de transición con la acumulación de cargas que la polariza inversamente, según se muestra en la curva de tensión.

Moderno diodo de vacío. Este modelo se emplea en aplicaciones de alta tensión. La conexión de la placa se realiza por la parte superior.



utiliza en la práctica el sentido contrario, o circulación de cargas positivas de ánodo a cátodo. Como lógicamente, este diodo de vacío no permite el paso de corriente en sentido contrario al descrito, se obtiene la propiedad, muy interesante en la práctica, de realizar la conversión de corriente alterna en continua, tal como se mencionó anteriormente; a este procedimiento se le denomina *rectificación*.

En efecto, si se aplica a este diodo una tensión alterna, únicamente se producirá circulación de corriente en las ocasiones en que el ánodo sea más positivo que el cátodo, es decir, en las alternancias positivas, quedando bloqueado en las alternancias negativas, lo que impide el paso de la corriente por ser en estas ocasiones el ánodo más negativo que el cátodo y no es capaz de atraer electrones.

La corriente resultante será «pulsante», ya que sólo circulará en determinados momentos, pero mediante los dispositivos y circuitos adecuados situados a continuación puede ser convertida en una corriente continua constante.



## Diodos semiconductores

Los modernos diodos semiconductores, que presentan un comportamiento análogo ante la corriente eléctrica están compuestos por dos zonas de material semiconductor (silicio, germanio, etc.) formando lo

que se denomina una *unión P-N*. Para ello el material de la zona *P* está tratado química y térmicamente con objeto de difundir sobre el otro, cuyos átomos tengan una escasez o defecto de electrones; al material de la zona *N* se le agrega otro que presenta un exceso de electrones, empleando el mismo procedimiento, quedando ambos en contacto físico y eléctrico. A cada una de estas zonas o pedazos de material se le agrega un terminal de conexión en forma de hilo y el conjunto se aísla eléctricamente del exterior mediante un recubrimiento de vidrio o resina plástica.

Entre las dos partes de la *unión P-N* y en la zona de contacto entre ambas, se produce una región denominada *de transición*, donde se genera una pequeña diferencia de potencial, de forma que la zona *N* queda a una tensión más alta que la *P*, con lo que no puede efectuarse ningún paso de electrones de una a la otra. Si se aplica una tensión exterior con el positivo aplicado a la zona *P* y el negativo a la *N*, una pequeña parte de ella se empleará en vencer la diferencia de potencial anterior, con lo que ambas partes quedarán «niveladas» en tensión y el resto, producirá una corriente eléctrica entre ambas zonas, circulando los electrones de la zona *N* a la *P* y la corriente del lado *P* al *N*. Lógicamente, si la tensión externa se aplica en sentido contrario, con el positivo a la zona *N* y el negativo a la zona *P*, a la pequeña tensión que existía entre ellas se le

sumará la exterior y no se producirá ninguna circulación de corriente.

Como puede observarse, este diodo puede ser aplicado de una forma análoga al de vacío para la conversión de corriente alterna en continua. Este tipo de diodo, que es el que se emplea actualmente, casi en exclusiva, presenta sobre el de vacío algunas ventajas fundamentales:

— Es de tamaño mucho más reducido, lo que contribuye a la miniaturización de los circuitos.

— Únicamente tiene dos terminales, lo que facilita mucho su montaje, sobre todo en circuito impreso.

— La cantidad de calor generado durante el funcionamiento es menor, ya que no necesita ningún calentamiento de filamento.

— Funciona con tensiones mucho más bajas, lo que posibilita su empleo en circuitos alimentados a pilas o baterías.

— Pueden ser utilizados en equipos que manejen grandes corrientes; aplicación que con diodos de vacío resultaba prohibitiva en ocasiones por el gran tamaño de éstos. Existen diodos semiconductores de muy pequeño tamaño para aplicaciones que no requieran conducciones de corrientes altas, tales como la demodulación en receptores de radio. Estos suelen estar encapsulados en una caja cilíndrica de vidrio con los terminales en los extremos, aunque también se utiliza para ellos el encapsulado con plástico.

## Clasificación

Dentro del amplio conjunto de modelos y tipos diferentes de diodos semiconductores que actualmente existe en el mercado, se puede realizar una clasificación de forma que queden agrupados en varias familias, teniendo en cuenta aquellas características más destacadas y que,

de hecho, son las que determinan sus aplicaciones.

De esta forma se pueden encontrar las siguientes:

— Diodos rectificadores, de toda la gama de potencias, con encapsulado individual o en puente.

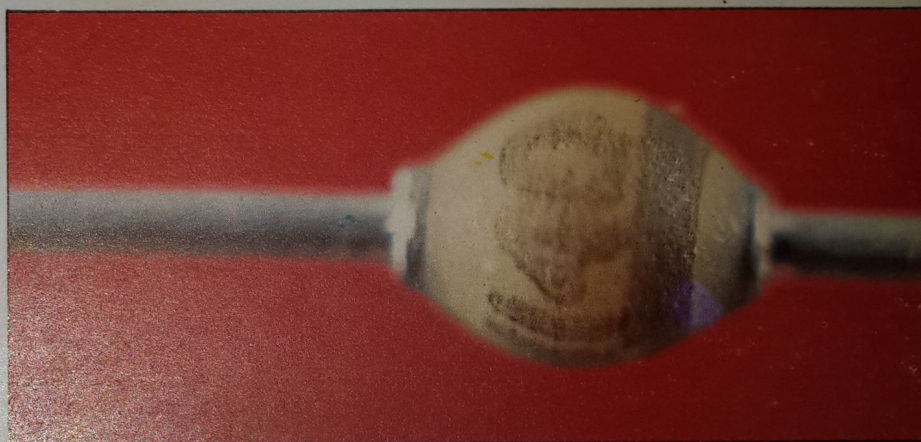
— Diodos de señal de uso general.

— Diodos de conmutación.

— Diodos de alta frecuencia.

— Diodos estabilizadores de tensión.

— Diodos especiales.



Diodo semiconductor para rectificación. Su encapsulado es muy poco corriente. La marca del cátodo es semejante a los tipos anteriores.



Encapsulado común de cuatro diodos semiconductores en montaje «puente».

Fotografía de un diodo de punta en la que se puede observar el «bigote» de hilo que realiza la unión.



Diodos rectificadores de baja potencia, con encapsulado plástico. El terminal catódico de ambos está situado a la izquierda.

## Diodos rectificadores

La familia de rectificadores está concebida especialmente para esta aplicación, aunque los tipos de baja potencia también pueden ser empleados como diodos de señal o conmutación en circuitos de continua o baja frecuencia y en aquellos de tipo digital que no requieran unas velocidades muy elevadas.

El encapsulado de estos diodos depende de la potencia que hayan de disipar. Para los de baja y media potencia se emplea el plástico hasta un límite de alrededor de 1 vatio. Por encima de este valor se hace necesario un encapsulado metálico y en potencias más altas deberá estar la cápsula preparada para que pueda ser instalado el diodo sobre un

radiador de calor, por medio de un sistema de sujeción a tornillo.

Cualquier sistema rectificador de corrientes, tanto monofásicas como trifásicas o polifásicas, se realiza empleando varios diodos según una forma de conexión denominada en *punte*. No obstante, también se utiliza otro sistema con dos diodos, como alternativa del *punte*, en algunos circuitos de alimentación monofásicos.

Debido al gran consumo a nivel mundial de diodos que más tarde son empleados en montajes *punte*, los fabricantes decidieron, en un determinado momento, realizar ellos mismos esta disposición, uniendo en fábrica los cuatro diodos y cubriéndolos con un encapsulado común.

Esto dio lugar a la aparición de diversos modelos de puentes de diodos con diferentes intensidades máximas de corriente y, por lo tanto, con disipaciones de potencia más o menos elevadas, en la misma forma que los diodos simples.

En los tipos de mayor disipación, la cápsula del puente es metálica y está preparada para ser montada sobre un radiador.

## Características

Cualquier diodo rectificador está caracterizado por los siguientes factores:

- Corriente directa máxima ( $I_f$ ).
- Tensión directa ( $V_d$ ), para una corriente  $I_f$  determinada.
- Tensión inversa máxima de pico de trabajo (VRWM).

- Tensión inversa máxima de pico repetitiva (VRRM).
- Corriente máxima de pico (Ifsm).
- Corriente inversa máxima de pico (IRM), medida a VRRM.
- Potencia total (P/tot).

Estas características deberán ser tenidas en cuenta en el momento de la elección del modelo más adecuado para cada aplicación, procurando no ajustarse demasiado a los valores límites, ya que ello acortaría excesivamente la duración del componente.



## Diodos de señal

Los diodos de señal de uso general se emplean en funciones de tratamiento de la señal, dentro de un circuito o bien para realizar operaciones de tipo digital formando parte de «puertas» lógicas y circuitos equivalentes. Son de baja potencia.

Las características de estos diodos son:

- Tensión inversa ( $V_r$ ), hasta 75 V como máximo.
- Corriente directa ( $I_f$ ), 100 mA.
- Potencia máxima (P/tot), 200 milivatios (mW).

El encapsulado es en forma de un cilindro miniatura, de plástico o vidrio, estando los dos terminales de conexión situados en los extremos.

Sobre el cuerpo deberá estar marcado el hilo de conexión que corresponde al cátodo, mediante un anillo situado en las proximidades de éste.

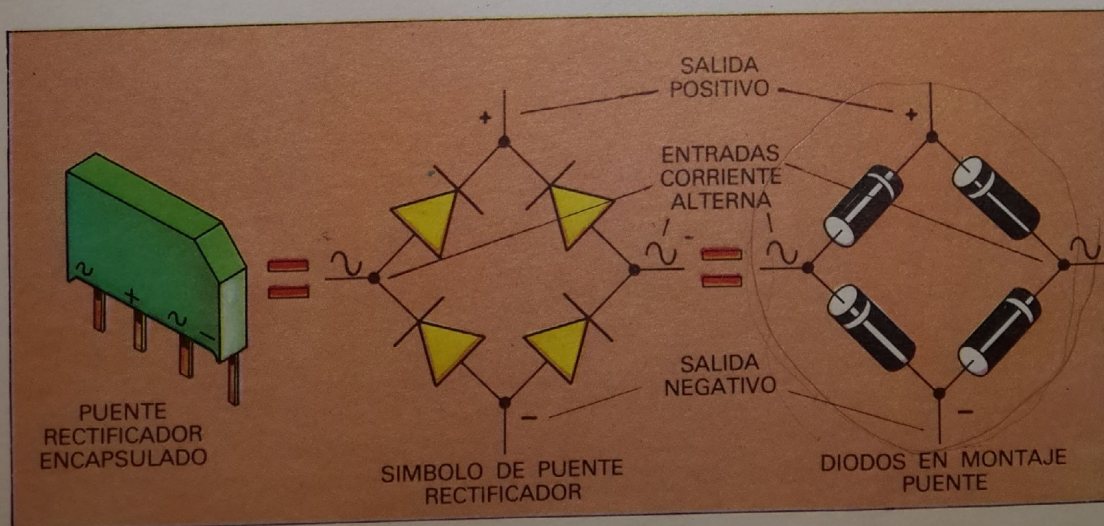


## Diodos de conmutación

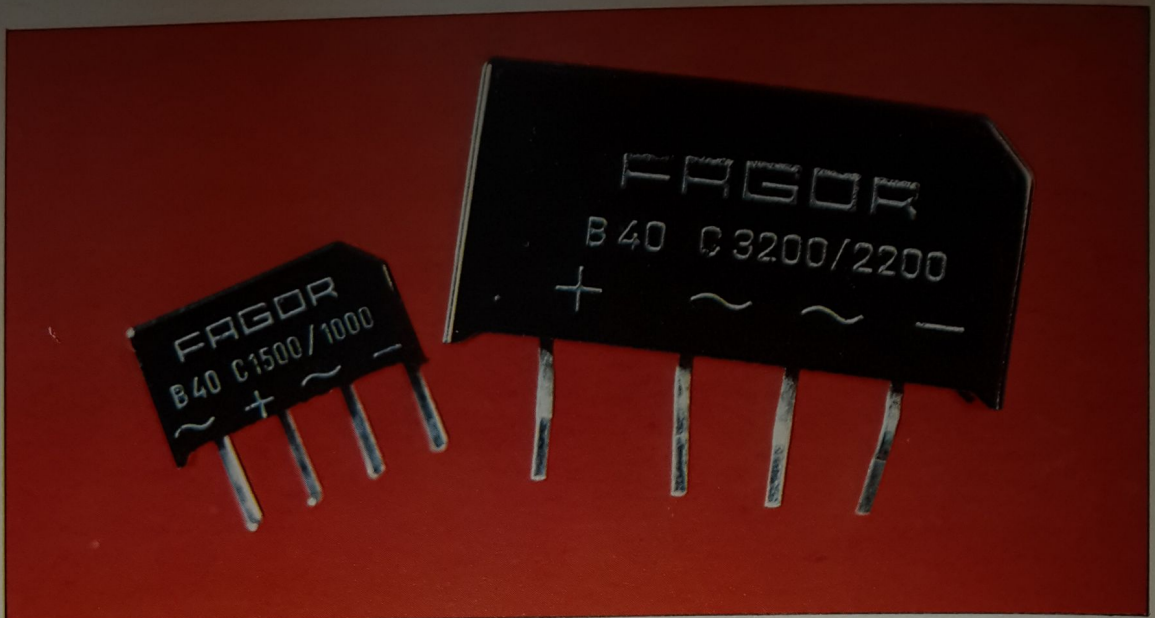
Los diodos de conmutación o rápidos se caracterizan por ser capaces de trabajar con señales de tipo digital o «lógico» que presenten unos tiempos de subida y bajada de sus flancos muy breves. El factor o parámetro que caracteriza a estos diodos es el *tiempo de recuperación inverso* (TRR) que expresa el tiempo que tarda la unión P-N en desalojar la carga eléctrica que acumula, cuando se encuentra polarizada inversamente (efecto similar a la acumulación de carga de un condensador), y recibe



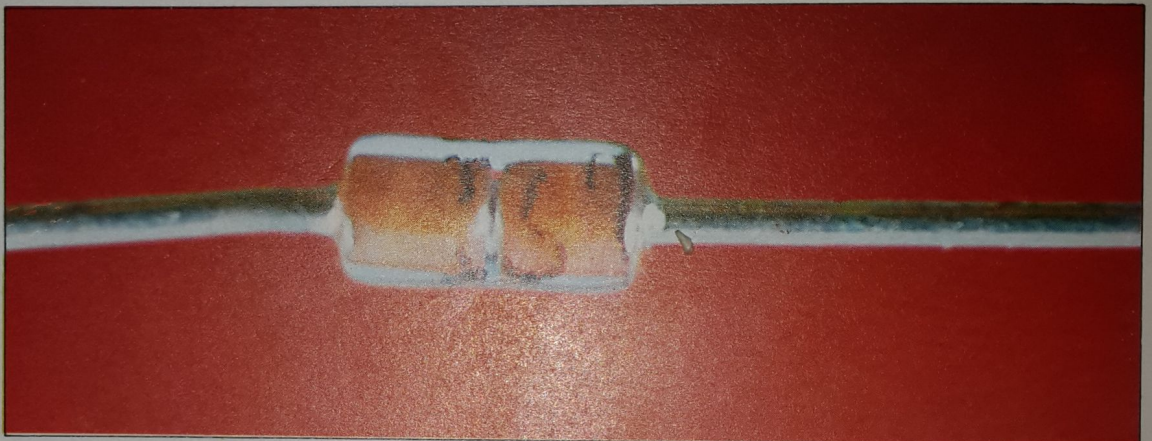
**Diodo rectificador de alta potencia.** La configuración de su cápsula permite que pueda montarse sobre un radiador.



**Puente rectificador monofásico, equivalente a cuatro diodos.**



Dos modelos de puentes rectificadores con encapsulado plástico. Obsérvense las indicaciones de sus terminales que señalan la entrada de alterna y las salidas de positivo y negativo.



Pequeño diodo de señal, muy ampliado. Puede observarse la marca del cátodo a la izquierda.

súbitamente un cambio de tensión que la polariza en sentido directo.

Pueden ser considerados rápidos aquellos diodos con un TRR inferior a 400 nanosegundos, en modelos de media potencia, para los de baja potencia este tipo es del orden de los 5 nanosegundos.

### Diodos de alta frecuencia

Los diodos de alta frecuencia se emplean en aquellas partes de un circuito que deben de funcionar con frecuencias superiores a 1 megahertz (1 millón de ciclos por segundo). Se caracterizan por presentar una baja capacidad (Cd) entre

las dos zonas semiconductoras que forman la unión P-N, cuando éstas están polarizadas en sentido directo.

### Diodos estabilizadores de tensión

Los diodos estabilizadores de tensión se emplean, como su nombre indica, para producir una tensión entre sus extremos muy constante y relativamente independiente de la corriente que los atraviesa.

Aprovechan, para su funcionamiento, una propiedad muy interesante que presenta la unión semiconductoras cuando se polariza inversamente, por encima de un determinado nivel.

Normalmente un diodo que recibe una polarización inversa no permite el paso de la corriente o lo hace dejando pasar una intensidad debilísima. Sin embargo, al alcanzar una determinada tensión, denominada *tensión zener* se produce un aumento de la cantidad de corriente, de forma tal que esta diferencia de potencial entre sus extremos se mantiene prácticamente constante, aunque se intente aumentar o disminuir a base de variar la intensidad que lo atraviesa.

Existe una amplia gama de tipos clasificados por una serie de *tensiones zener* normalizadas y por la potencia que son capaces de disipar, desde 250 milivatios hasta decenas de vatios, con encapsulado plástico o metálico.

Los parámetros que caracterizan a un diodo zener son:

— Tensión zener ( $V_z$ ).

— Corriente mínima para alcanzar la  $V_z$  ( $I_z$ ).

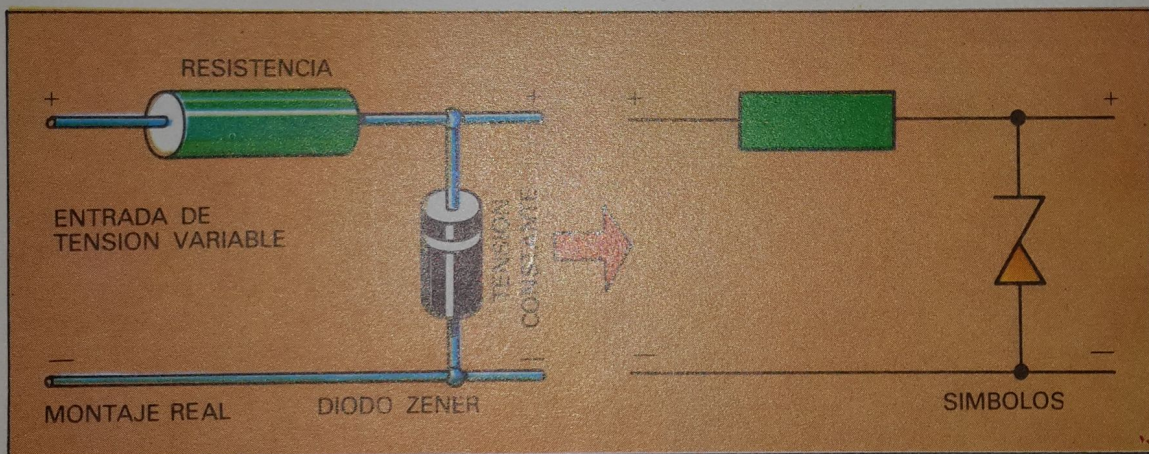
— Potencia máxima ( $P_{tot}$ ).

## Diodos especiales

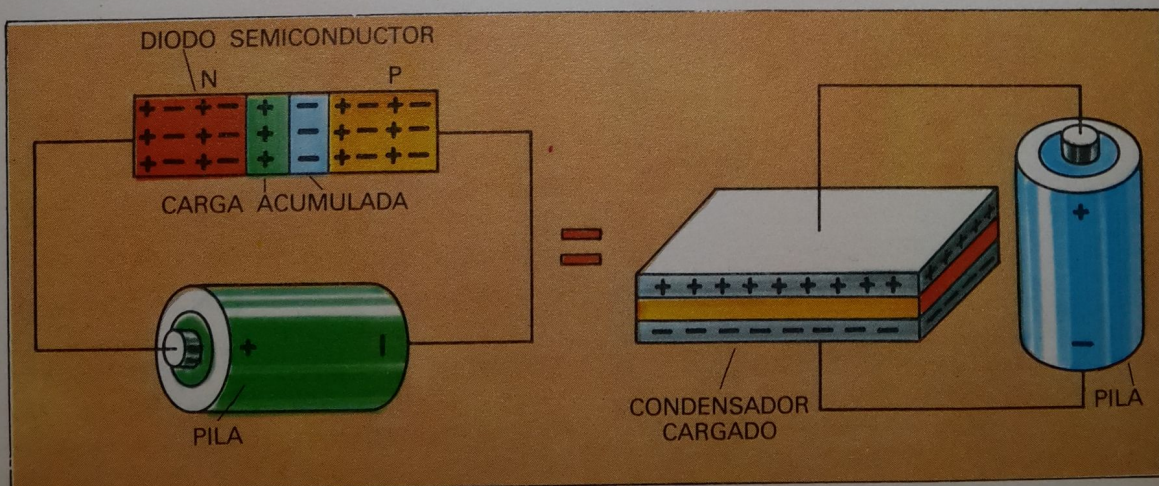
Dentro del grupo de diodos especiales están comprendidos los diodos *varicap*, diodos *túnel* y diodos *led*. Los primeros se construyen buscando acentuar al máximo la propiedad que presenta la unión P-N de comportarse de una forma análoga a un condensador, cuando se la polariza inversamente.

La capacidad resultante es, además, variable con la tensión aplicada, lo cual permite disponer de una forma muy simple de condensadores variables, controlados por una diferencia de potencial. Su empleo está muy generalizado en etapas de sintonía de receptores de radio y TV.

3



Aplicación de un diodo zener como estabilizador de tensión.



Un diodo se comporta como un condensador al aplicarle una tensión inversa. Este efecto se aplica en los diodos varicap.