



Unidad Didáctica  
Circuitos con Diodos

*FONDO  FORMACION*

---

# Programa de Formación Abierta y Flexible

*Obra colectiva de FONDO FORMACION*

**Coordinación** *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION  
(Dirección de Recursos)*

**Diseño y maquetación** *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

**© FONDO FORMACION - FPE**

*No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.*

**Depósito Legal** *AS -1953-2001*

# Unidad Didáctica Circuitos con Diodos

*Las compañías suministradoras de energía eléctrica transportan ésta en forma de corriente alterna. Así, en nuestros hogares disponemos de una tensión alterna para conectar todos los aparatos electrodomésticos: televisor, vídeo, ordenador, etc. Sin embargo, no todos los aparatos funcionan solamente con tensión alterna.*

*Hay aparatos, como pueden ser radiocasetes, calculadoras, walkman, ordenadores, etc., que pueden funcionar, además de con tensión alterna, con tensión continua, es decir, son portátiles.*

*Habrás visto que a este tipo de aparatos se los puede conectar a un enchufe a través de un aparato adaptador, que se encarga de convertir la tensión alterna del enchufe en tensión continua de valor adecuado para el aparato en cuestión.*

*En esta unidad tendrás ocasión de ver cómo se convierte la tensión alterna en continua.*

---

En esta unidad veremos los siguientes contenidos:

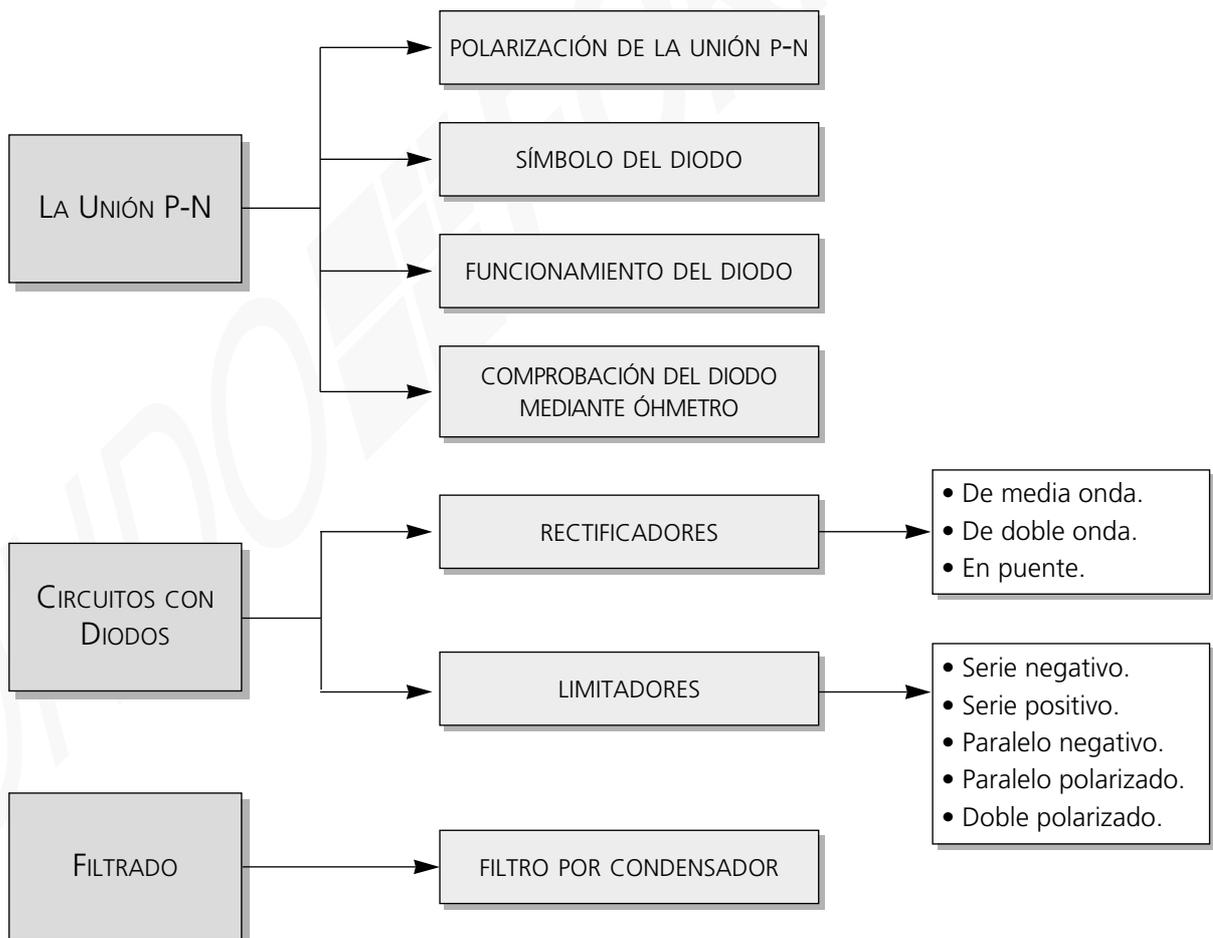
- La unión P-N.
- Circuitos con diodos.
- Filtrado.

## Tus objetivos

Al final de esta unidad deberás ser capaz de:

- Explicar el funcionamiento de una unión P-N.
- Identificar el diodo en un circuito electrónico.
- Comprobar el estado de un diodo.
- Obtener la lectura del circuito.
- Analizar circuitos electrónicos con diodos.
- Dibujar las formas de onda de salida en un circuito con diodos.

## Esquema de estudio



## La unión P-N

Si a un material semiconductor como el silicio o el germanio se le dopa\* con un tipo de impureza donadora\* o aceptora\*, se establecen, por difusión, unas corrientes de electrones y huecos hacia la zona P y hacia la zona N, respectivamente, que cesa con la aparición de una barrera de potencial en la zona de la unión.

En la figura 1 puedes ver cómo queda la distribución de cargas en una unión P-N.

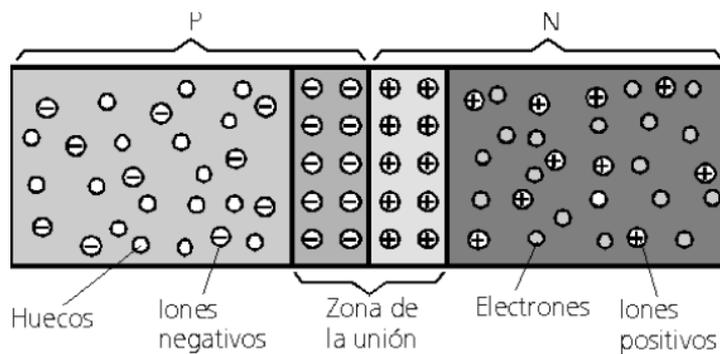


Fig. 1: Unión P-N.

Observa que la zona P queda cargada negativamente, mientras que la zona N lo hace positivamente.

En la zona de la unión es donde aparece una barrera de potencial que evita que el proceso de difusión continúe. Esta pequeña tensión interna es de unos 0,2 voltios, si el cristal es de germanio, y de unos 0,6 voltios, si es de silicio.

### 1. Polarización de la unión P-N

Si aplicamos una tensión positiva superior a la d.d.p. interna, entre la zona P y la zona N, se produce un paso de corriente y se dice que estamos en **polarización directa**. Fíjate en la figura 2 y observa el estrechamiento de la zona de la unión.

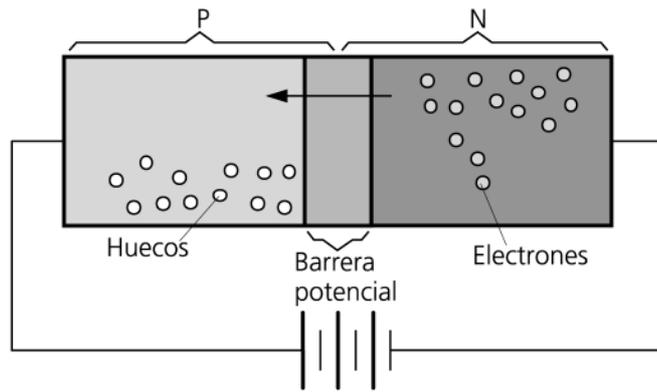


Fig. 2: Polarización directa de la unión P-N.

La tensión directa con la que comienza el paso de corriente se denomina **tensión de umbral**.

Si invertimos la polaridad de la pila, obligamos a los electrones de la zona N y a los huecos de la zona P a alejarse de la unión, impidiendo, por tanto, su recombinación, y la corriente que circula es prácticamente nula. Estamos en **polarización inversa**. Observa la figura 3 y fíjate en el ensanchamiento de la zona de la unión.

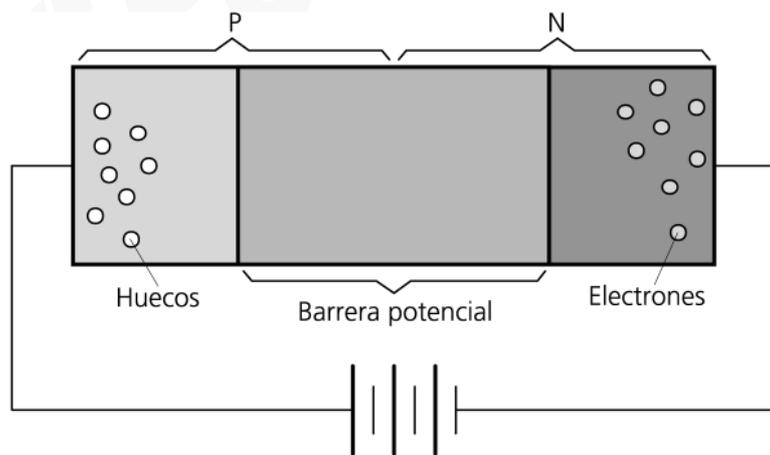


Fig. 3: Polarización inversa de la unión P-N.

Cuando la tensión inversa supera un cierto valor, se producen fenómenos de ruptura internos que destruyen el cristal e inutilizan el diodo. Esta tensión se denomina **tensión de ruptura**.

## 2. Símbolo del diodo

Esto que has visto hasta ahora es el principio básico de una unión P-N; este tipo de unión queda plasmado en un nuevo componente electrónico denominado **diodo de unión**, cuyo símbolo y aspecto físico puedes ver en la figura 4.

Al terminal exterior del diodo conectado a la zona P, se le denomina **ánodo** y se le designa con letra **A**; y al terminal exterior del diodo conectado a la zona N, se le denomina **cátodo** y se le designa con la letra **K**.

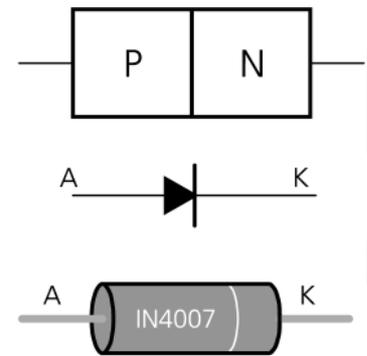


Fig. 4  
Símbolo y aspecto físico del diodo.

## 3. Funcionamiento del diodo

Para analizar el funcionamiento del diodo de unión, puedes fijarte en la figura 5, donde aparece la gráfica de respuesta del diodo.

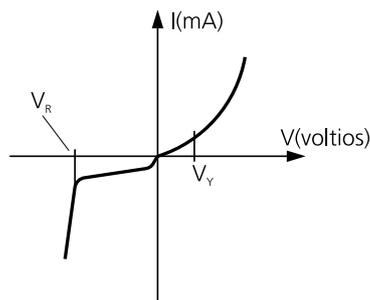


Fig. 5: Gráfica de respuesta del diodo.

En polarización directa, el diodo no conduce con una intensidad apreciable hasta que la tensión aplicada no supera la tensión umbral  $V_Y$ . A partir de ahí, a pequeños incrementos de tensión corresponden grandes cantidades de corriente.

En polarización inversa, la corriente se estabiliza rápidamente y permanece prácticamente constante para grandes aumentos de tensión.

Si seguimos aumentando la tensión inversa, se llega a la tensión de ruptura  $V_R$ ; entonces, la intensidad crece rápidamente y llega a provocar la destrucción del componente. Este proceso se llama **ruptura por avalancha** o **por efecto zener**.

## ACTIVIDAD 1

Completa el texto con las palabras siguientes:

*ruptura, ánodo, dos, umbral, cátodo, polarizamos*

Un diodo presenta ..... terminales: uno positivo denominado ..... y otro negativo llamado .....

Si ..... directamente un diodo se establece un paso de corriente cuando se supera la tensión .....del diodo. Si lo polarizamos inversamente y superamos la tensión de ....., el diodo se destruye.

### 4. Comprobación del diodo mediante óhmetro

Si quieres saber si un diodo está en buen estado, has de hacer lo siguiente:

- a. Pon las puntas de prueba del óhmetro en los dos terminales del diodo y mide la resistencia que presenta.
- b. Intercambia las puntas de prueba y mide nuevamente la resistencia.

En una medición habrás leído "poca resistencia" (el diodo está polarizado en directo), y en la otra habrás leído "mucho resistencia" (el diodo está polarizado en inverso); por consiguiente, el diodo está en perfecto estado.

## Circuitos con diodos

Ahora que ya sabemos cómo funciona el diodo de unión, vamos a ver diferentes circuitos y analizaremos la misión que desempeña en ellos.

Para una mejor comprensión de los circuitos no tomamos en consideración la pequeña caída de tensión en el propio diodo, que, como ya sabes, es de 0,6 voltios si el diodo es de silicio, y de 0,2 voltios si el material empleado es el germanio.

### 1. Circuitos rectificadores

Se denominan así a los circuitos que se encargan de transformar la corriente alterna en corriente continua.

Una de las aplicaciones más importantes de los diodos es emplearlos como rectificadores.

#### A. Rectificador de media onda

Este tipo de rectificador es el más simple y se denomina **de media onda** porque sólo deja pasar un semiciclo.

Observa el circuito de la figura 6. Verás que hay un generador de tensión alterna en la entrada, un diodo y una resistencia de carga en la salida.

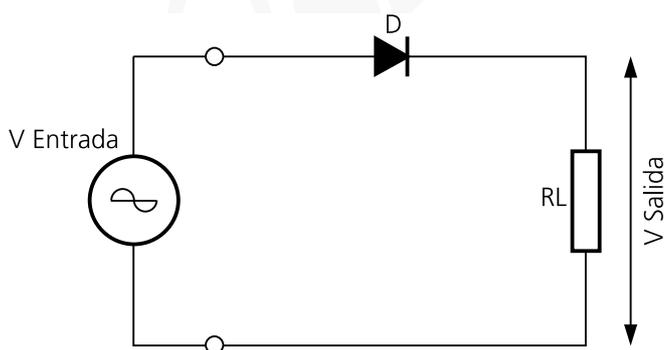


Fig. 6: Circuito rectificador de media onda.

El funcionamiento del circuito es el siguiente:

Al llegar un semiciclo positivo, el diodo D se encuentra polarizado en directo; por tanto, conduce dejando pasar dicho semiciclo; pero, al llegar un semiciclo negativo, el diodo se encuentra polarizado en inverso, en consecuencia, no conduce y no deja pasar dicho semiciclo.

Esto se repite con todos los semiciclos, así que la forma de onda es la que puedes ver en la figura 7.

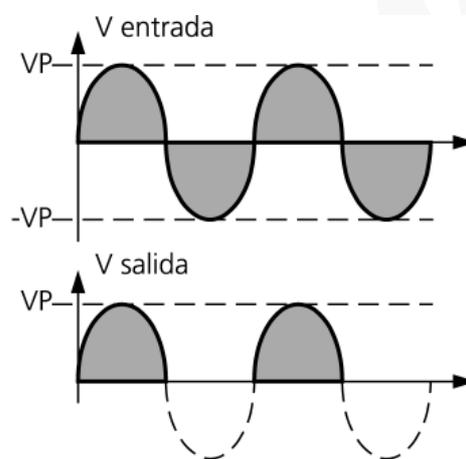


Fig. 7: Formas de onda del circuito rectificador de media onda.

### B. Rectificador de doble onda

En este tipo de rectificador, empleamos un transformador de toma intermedia junto con dos diodos y la resistencia de carga, como puedes ver en la figura 8.

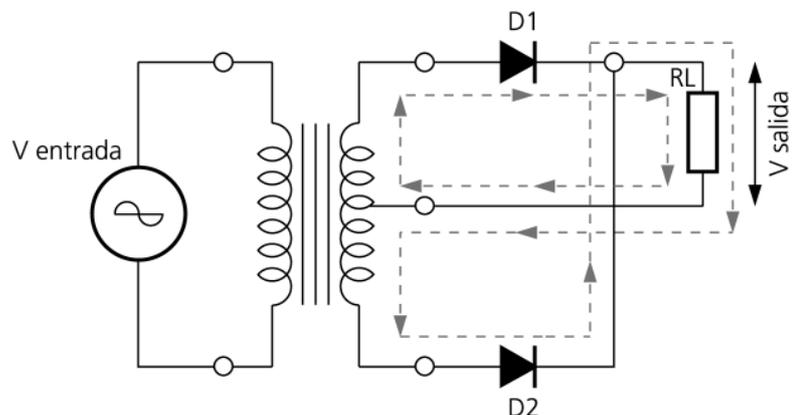


Fig. 8: Circuito rectificador de doble onda.

El funcionamiento de este circuito es el siguiente:

Ante un semiciclo positivo, tenemos el diodo D1 polarizado directamente y el diodo D2 con polarización inversa, por lo que es el diodo D1 el que nos deja pasar el semiciclo.

Cuando llega un semiciclo negativo, es el diodo D2 el que conduce y el diodo D1 el que está en inverso, con lo que el diodo D2 nos deja pasar el semiciclo. Puedes ver las formas de onda en la figura 9.

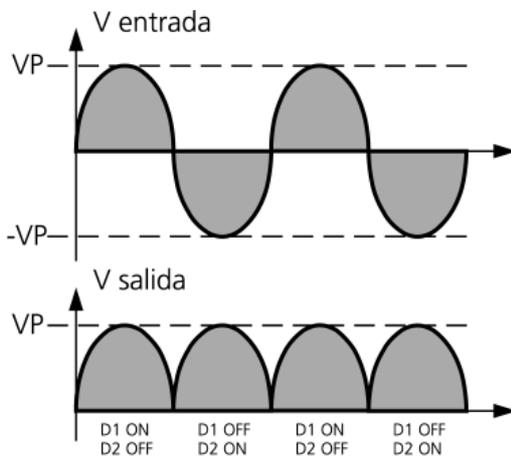


Fig. 9: Formas de onda del circuito rectificador de doble onda.

### C. Rectificador en puente

Éste es el circuito más empleado para la rectificación, debido a que el transformador no lleva toma intermedia y, en consecuencia, resulta más económico. Realiza la misma función del anterior, pero emplea dos diodos más junto con un transformador sin toma intermedia y la resistencia de carga. Puedes ver este circuito en la figura 10.

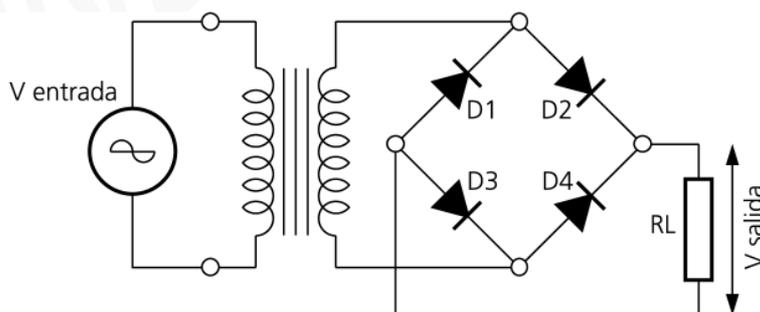
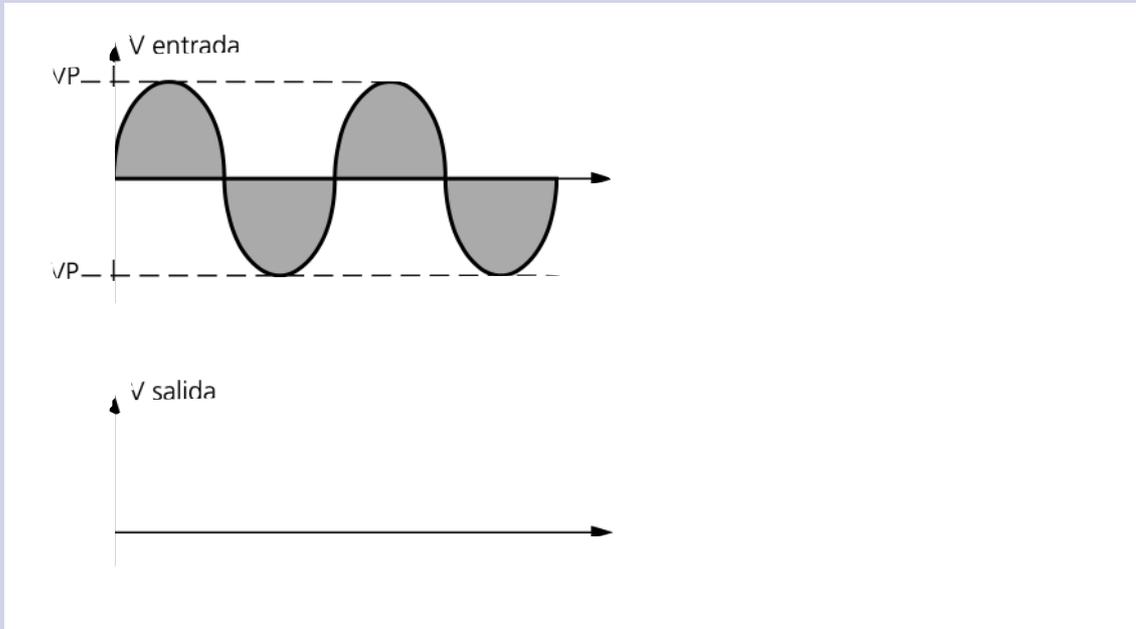


Fig. 10: Circuito rectificador en puente.

## ACTIVIDAD 2

Observando la figura 10, dibuja tú mismo la forma de onda de la señal de salida ante la señal de entrada de la figura.



## 2. Circuitos limitadores

Los limitadores o recortadores limitan una tensión alterna a unos valores predeterminados, bien eliminando completamente uno de los semiciclos, bien eliminando parcialmente uno o los dos semiciclos.

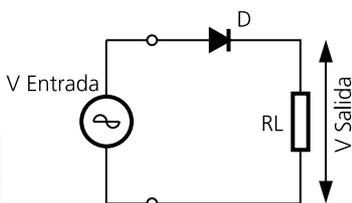


Fig. 11  
Circuito limitador serie negativo.

### A. Limitador serie negativo

Observa el circuito de la figura 11. Como te habrás dado cuenta, es similar al rectificador de media onda que has visto anteriormente, por tanto, la forma de onda es similar a la de la figura 7.

Como ves, es un limitador serie negativo ya que limita o recorta los semiciclos negativos.

## B. Limitador serie positivo

Como su nombre indica, este circuito, representado en la figura 12, recortará o limitará los semiciclos positivos.

Ante un semiciclo positivo, el diodo  $D$  está en inverso, por lo que la salida será nula; pero, cuando llega un semiciclo negativo, el diodo  $D$  conduce, dejando pasar dicho semiciclo.

Puedes ver las formas de onda en la figura 13.

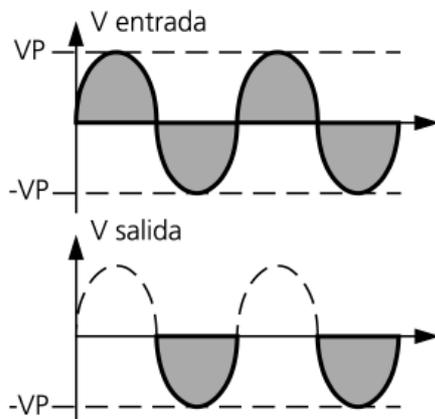


Fig.13: Formas de onda del circuito limitador serie positivo.

## C. Limitador paralelo negativo

Si el diodo lo ponemos en paralelo con la salida, tenemos un circuito como el de la figura 14.

Cuando llega un semiciclo positivo, el diodo  $D$  no conduce, así que a la salida tendremos dicho semiciclo. Pero, cuando llega un semiciclo negativo, el diodo  $D$  conduce y en la salida aparece la tensión propia del diodo; por tanto, la forma de onda de salida es similar a la de la figura 7.

## D. Limitador paralelo polarizado

Como ves en el circuito de la figura 15 aparece una batería en serie con el diodo; así, ahora la forma de onda de salida va a ser diferente.

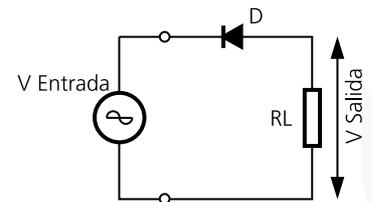


Fig. 12  
Circuito limitador serie positivo.

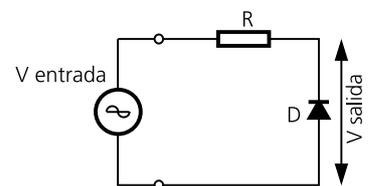


Fig. 14  
Circuito limitador paralelo negativo.

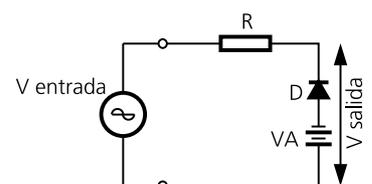
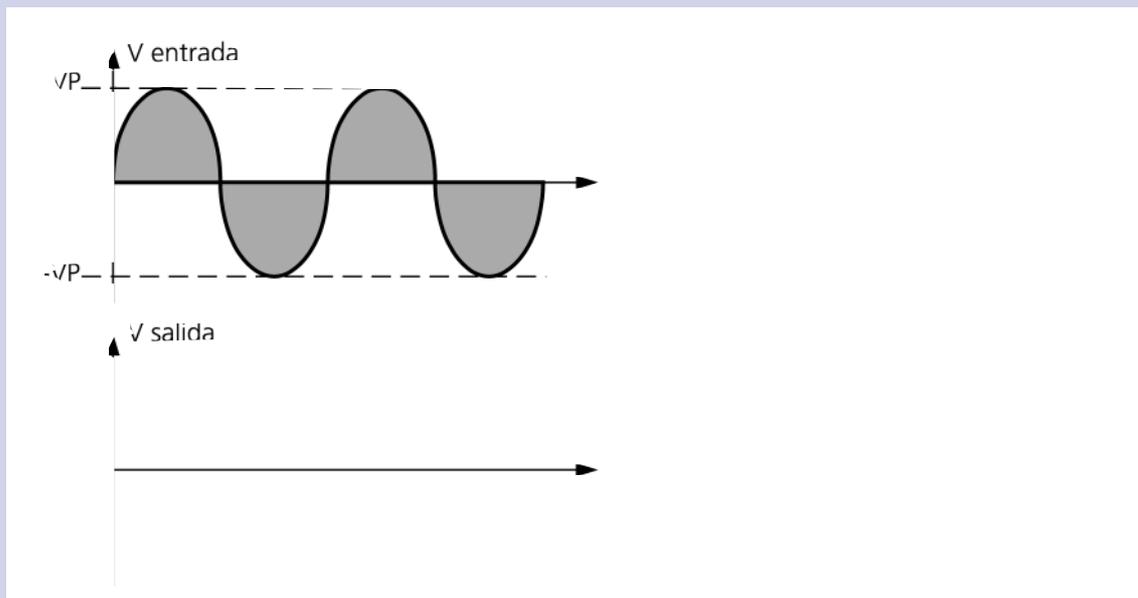


Fig. 15  
Limitador paralelo polarizado.

Al llegar un semiciclo positivo, el diodo D no conduce; pero, al llegar un semiciclo negativo, tampoco conducirá hasta que la tensión llegue a un punto en el que el diodo D quede polarizado en directo.

### ACTIVIDAD 3

A la vista del circuito de la figura 15, dibuja la forma de onda de salida ante la señal de entrada:



### E. Limitador doble polarizado

Este circuito que puedes ver en la figura 16 presenta en la salida dos diodos y dos baterías en oposición.

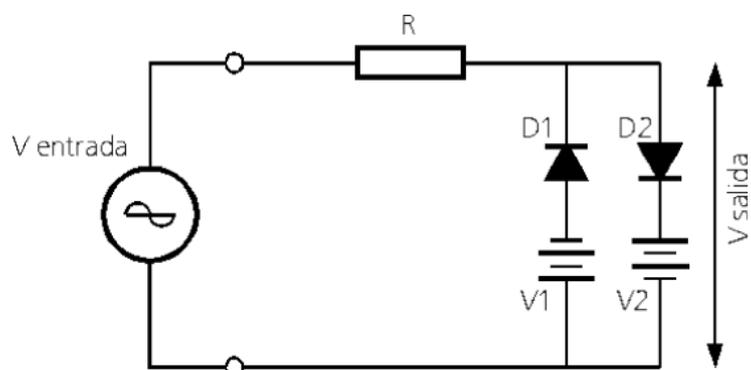


Fig. 16: Limitador doble polarizado.

El funcionamiento es el siguiente:

Cuando llega un semiciclo positivo, tanto el diodo D1 como el D2 estarán cortados; por tanto, en salida tendremos la señal de entrada. Llegará un punto en el que el diodo D2 empiece a conducir; por consiguiente, lo que aparece en salida es la tensión de la batería V2.

Cuando llega un semiciclo negativo, los diodos D1 y D2 están cortados y en salida aparece la señal de entrada hasta que el valor de dicha señal alcanza un valor que hace que D1 pase a conducir. Así que, en salida tendremos la tensión de la batería V1, en tanto que D2 permanece cortado.

Puedes ver las formas de onda en la figura 17.

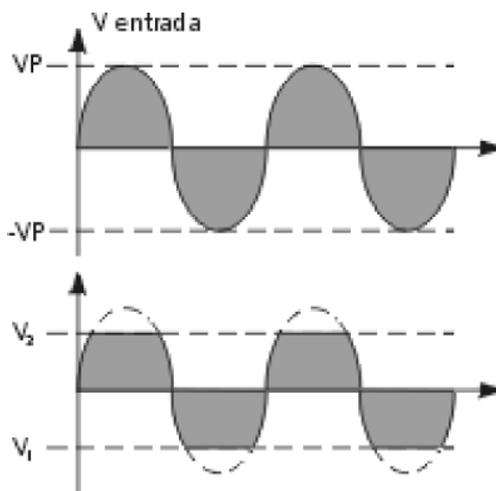


Fig. 17: Formas de onda del circuito limitador doble polarizado.

## Filtrado

En el camino de conversión de corriente alterna en corriente continua, has visto el proceso de rectificación, pero te habrás dado cuenta de que la corriente continua que hemos conseguido no es nada estable; por consiguiente, no es adecuada para alimentar aparatos que requieran una tensión continua.

Un paso más en el proceso de conversión de corriente alterna en corriente continua es el proceso de filtrado una vez realizada la rectificación.

Con los filtros se consigue reducir las variaciones de la tensión aplicada a la carga.

### Filtro por condensador

Consiste en conectar un condensador en paralelo con la carga para hacer que la carga reciba siempre la misma tensión.

En la figura 18 puedes ver un circuito de rectificación de media onda con filtro por condensador.

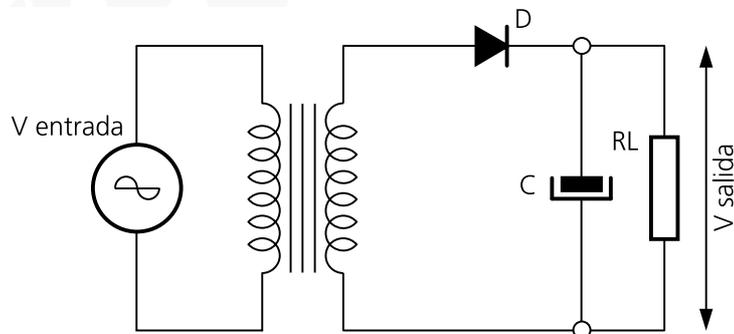


Fig. 18: Circuito de rectificación de media onda y filtrado.

Inicialmente  $C$  está descargado. Cuando llega el primer semiciclo positivo, el diodo  $D$  conduce y el condensador  $C$  se va cargando hasta alcanzar el valor máximo.

Ahora el diodo  $D$  no conduce, debido a que la tensión de entrada disminuye y es menor que la tensión que hay presente en el condensador, que comenzará a descargarse a través de la resistencia de carga  $RL$ .

Cuando llega otro semiciclo positivo, y la tensión en el ánodo del diodo se hace mayor que la tensión en el condensador (cátodo del diodo), el diodo  $D$  empieza a conducir de nuevo; por lo tanto, el condensador comienza nuevamente a cargarse.

A la diferencia de tensiones aplicadas a la carga se le llama **rizado**. Si el condensador es grande, las variaciones de tensión en la carga serán mínimas, ya que el condensador perderá poca y, en consecuencia, el rizado será menor.

En la figura 19 puedes ver la forma de onda.

Como ves, hemos conseguido suministrar a la carga una tensión más constante que antes añadiendo sólo un condensador.

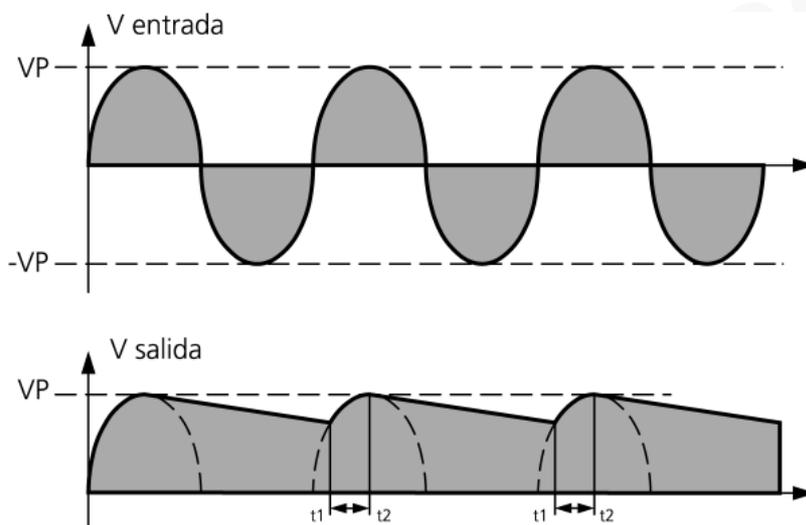


Fig. 19: Formas de onda del circuito rectificador.

Si observas la figura 19, te darás cuenta de que el diodo sólo conduce entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ .

La mayor o menor calidad de un filtro viene determinada por el denominado **factor de rizado**, que es la relación entre el valor máximo y el rizado expresado en tanto por ciento.

El factor de rizado expresa la calidad de un filtro.

En la figura 20 puedes ver un circuito rectificador de doble onda con un filtro por condensador que es muy habitual en electrónica y presenta un menor rizado que el anterior.

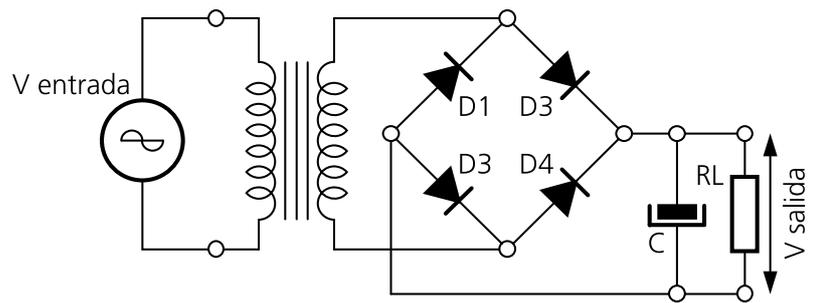


Fig. 20: Rectificador en puente con filtro por condensador.

Normalmente, los cuatro diodos vienen en un solo encapsulado. Al componente así formado se le denomina **punto rectificador** o de diodos.

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

## Cuestiones de autoevaluación

**1**

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

**V F**

- a. Un diodo conduce cuando la tensión entre ánodo y cátodo es mayor que la tensión umbral.
- b. Un diodo conduce cuando la tensión entre ánodo y cátodo es menor que la tensión umbral.
- c. Un diodo no conduce cuando la tensión entre ánodo y cátodo es mayor que la tensión umbral.

**2**

Completa el texto con las palabras siguientes:

*rectificada, dos, semiciclos, media, diodos, rizado, condensador*

Un circuito rectificador de ..... onda precisa de un solo diodo que dejará pasar solamente uno de los ..... . En cambio, un rectificador de doble onda necesita al menos ..... diodos si el transformador es de toma intermedia, pero si el transformador no presenta toma intermedia necesita cuatro .....

Una vez ..... la señal de entrada, podemos añadir al circuito un ..... que disminuirá el ..... proporcionándonos una señal mucho más estable para aplicarla a la carga.

**3**

Dibuja el símbolo del diodo indicando sus terminales.

# R

### ACTIVIDAD 1

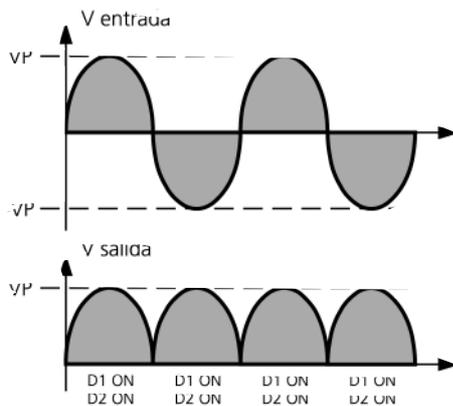
Un diodo presenta **dos** terminales: uno positivo denominado **ánodo** y otro negativo llamado **cátodo**.

Si **polarizamos** directamente un diodo, se establece un paso de corriente cuando se supera la tensión **umbral** del diodo. Si lo polarizamos inversamente y superamos la tensión de **ruptura**, el diodo se destruye.

# R

### ACTIVIDAD 2

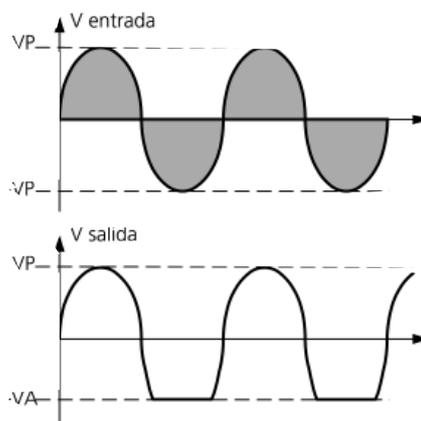
La forma de onda será:



# R

### ACTIVIDAD 3

La forma de onda será:



## Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

a. **Verdadera.**

1

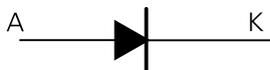
b. **Falsa:** si la tensión entre ánodo y cátodo no supera la tensión umbral, el diodo no conduce.

c. **Falsa:** si la tensión entre ánodo y cátodo supera la tensión umbral, el diodo conduce.

Un circuito rectificador de **media** onda precisa de un solo diodo que dejará pasar solamente uno de los **semiciclos**. En cambio, un rectificador de doble onda necesita al menos **dos** diodos si el transformador es de toma intermedia; pero si el transformador no presenta toma intermedia, necesita cuatro **diodos**.

2

Una vez **rectificada** la señal de entrada, podemos añadir al circuito un **condensador** que disminuirá el **rizado**, proporcionándonos una señal mucho más estable para aplicarla a la carga.



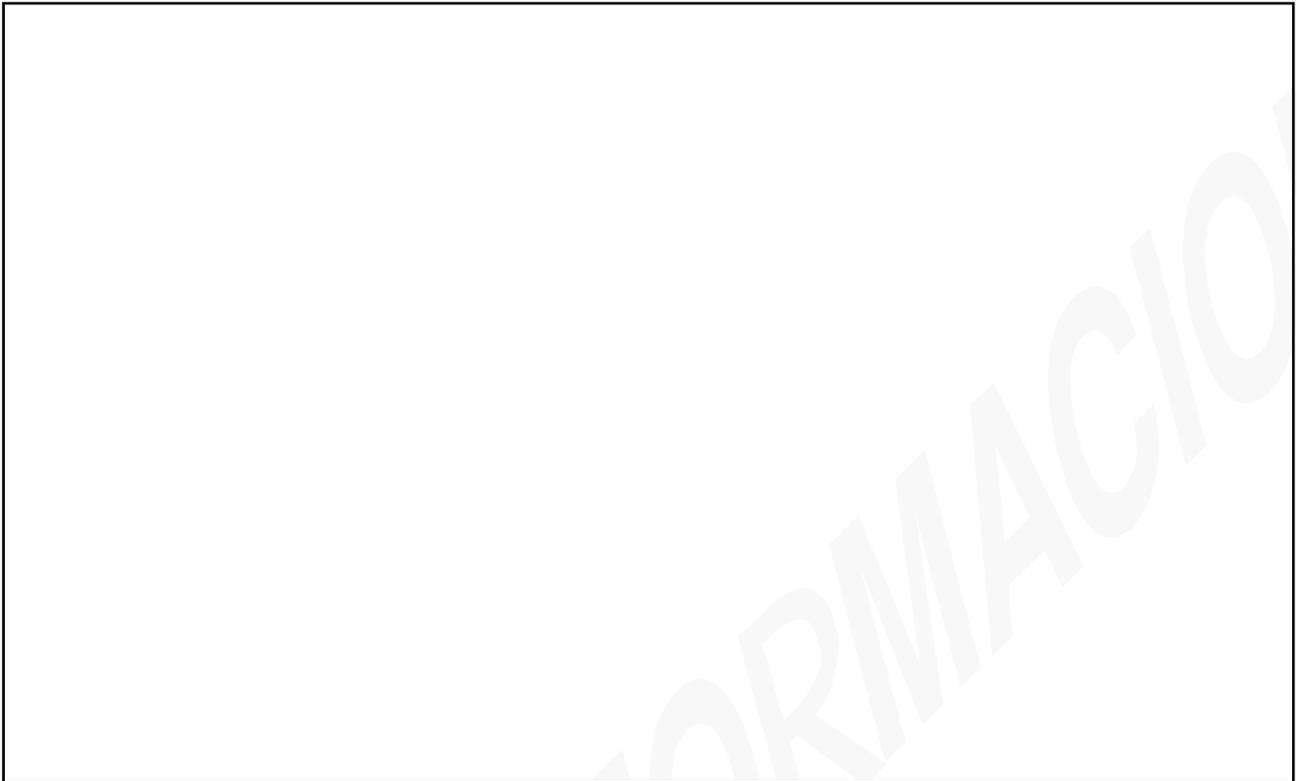
3

---

# Resumen de Unidad

- Diodo** Un diodo es una unión P-N que presenta dos terminales denominados **ánodo** y **cátodo**.
- Polarización** Cuando un diodo se encuentra polarizado directamente, decimos que conduce y presenta una **resistencia pequeña**.
- Si el diodo se encuentra polarizado en inverso, decimos que no conduce y presenta una **resistencia grande**.
- Con el diodo se pueden realizar una serie de circuitos electrónicos entre los que cabe mencionar los **limitadores** y **los rectificadores**.
- Limitadores** Son circuitos electrónicos que limitan o recortan la señal de entrada.
- Rectificadores** Son circuitos electrónicos que rectifican la señal de entrada dando a la salida una señal con una sola polaridad.
- Filtrado** El proceso de filtrado que se realiza tras la rectificación lo podemos realizar con un condensador conectándolo en paralelo con la salida.

## Notas



## Vocabulario

**Aceptora:** una impureza aceptora es la que acepta electrones por ser trivalente.

**Donadora:** se refiere al tipo de impureza añadido que dona o cede electrones por ser una impureza pentavalente.

**Dopar:** se refiere al hecho de añadir impurezas de un elemento pentavalente o trivalente en un elemento tetravalente, con objeto de obtener una unión P-N.



*FONDO  FORMACION*