

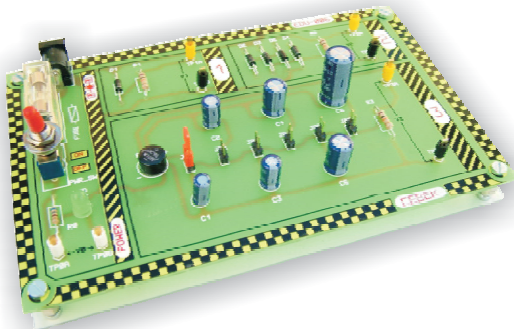


# MÓDULOS EDUCACIONALES.

Para la ENSEÑANZA y la PRACTICA de la ELECTRÓNICA

www.cebek.com

## EDU-006. Puentes Rectificadores.



La Edu-006 está compuesta por cuatro prácticas o experimentos que permiten contrastar y visualizar el comportamiento de las distintas configuraciones de puentes rectificadores.

Repartidas en 3 prácticas, el módulo solo precisa de un transformador o alimentador, un osciloscopio y un voltímetro para poder operar y trabajar en cada experimento.

Se incluye documentación original técnica de fabricantes de diodos, que permitirán al alumno disponer y reconocer las características específicas del componente involucradas en las operaciones de diseño.

**Práctica 1.** Rectificador de Media Onda. Semiciclo positivo, corriente nominal del diodo, parámetros de diseño.

**Práctica 2.** Rectificador Punte. Ciclo de rectificación de la onda completa, repartición de la corriente entre los diodos...

**Práctica 3.** Rectificador Punte con Condensadores. Incidencia del condensador, corriente de sobrecarga, fórmula de rizado.

**Práctica 4.** Comparación entre Puentes Rectificadores. Corriente en diodos, Valores reales, Tensiones de pico ...

EDU-006

# EDU-006. Puentes Rectificadores.

## **Garantía y Consideraciones.**

Los módulos Educativos Cebek de la serie EDU contienen distintas prácticas para analizar, experimentar y aprender los conocimientos básicos del tema tratado. No obstante, su función no es la de representar un mini-curso de cada materia, sino la de complementar, servir de base y permitir la experimentación para el material teórico del profesor. Por este motivo, aconsejamos el uso de los módulos EDU bajo la supervisión y atención del personal docente correspondiente.

Cebek no asumirá ni prestará servicio a consultas relacionadas con la teoría o principios de funcionamiento de la materia tratada por el módulo. Solamente facilitará asistencia técnica respecto a aquellas consultas o problemas derivados del funcionamiento intrínseco del circuito.

Todos los módulos Cebek de la serie EDU gozan de 3 años de garantía total en componentes y mano de obra.

Quedarán exentos de la ésta, averías o fallos producidos por causas ajenas al circuito, conexión, instalación o funcionamiento no especificados en la documentación del módulo, o por trato o manipulación inadecuados. Además será necesario presentar la factura de compra del equipo para cualquier incidencia.

Para contactar con el dep. técnico remítase a:

sat@cebek.com ó al fax. 93.432.29.95 ó por correo a la dirección: c/Quetzal, 17-21. (08014), Barcelona.

## **Normativa e Identificación de Elementos de la serie EDU.**

Para facilitar una rápida identificación y una normativa única para las distintas prácticas y circuitos de los módulos educativos Cebek, todos los elementos comunes responden a un código de colores o forma determinado.



### **Test Point. (TP).**

Permite conectar puntas de osciloscopio o multímetro para realizar lecturas de parámetros relativos a la práctica. Según su color indicará que el Test Point, (TP) está conectado al positivo o negativo del circuito, lectura de corriente, de tensión, carga, etc.



**TP. +** circuito  
Rojo



**TP. -** circuito  
Negro



**TP. Tensión**  
Amarillo



**TP. Corriente**  
Azul



**TP. Sin corriente ó TP. C.A.**  
Blanco



### **Conmutador / Interruptor.**

Según el color del capuchón controlará tensión, corriente, o alimentación.



**Alimentación**  
Rojo



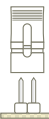
**Corriente**  
Azul



**Tensión**  
Amarillo



**Lógica**  
Verde



### **Jumper.**

Permite cerrar o abrir una señal o circuito eléctrico.



### **Punto Destacable.**

Punto de especial relevancia, recordatorio o parte para memorizar.

EDU-006

# EDU-006. Puentes Rectificadores.

## Antes de empezar...

Antes de iniciar cualquiera de las prácticas, por favor lea detenidamente las instrucciones e indicaciones de la práctica.

Realice conexiones seguras en aquellos puntos de contacto indicados, de lo contrario las mediciones dependientes de estas conexiones serán confusas o incorrectas.

No realice, cortocircuite o una conexiones no especificadas en estas instrucciones. Podría averiar el circuito.

Si el led de alimentación "PWR" no se ilumina o cesa repentinamente en su función, desconecte rápidamente la alimentación del dispositivo y compruebe que no se está produciendo ningún cortocircuito, así como el estado del fusible.

Aunque las prácticas descritas pueden realizarse siguiendo las indicaciones del manual, aconsejamos se acompañe de la supervisión de personal docente que permita la consulta, ampliación y ayuda de los conceptos aquí descritos.

En el circuito, cada práctica quedará delimitada por un rectángulo con el correspondiente número. Sobre ésta podrán describir-se uno o diversos experimentos.

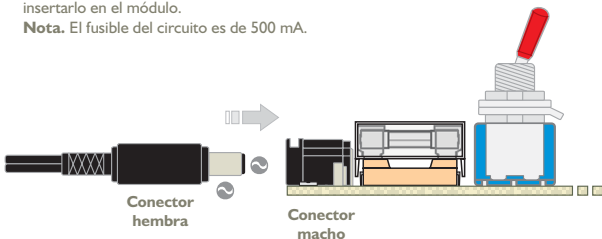
## Alimentación del módulo.

El módulo requiere 12 V. C.A. para su alimentación. Debe emplearse un transformador con dicha tensión en el secundario y una corriente de al menos 500 mA. La alimentación del circuito se realiza únicamente a través del conector macho de la placa, **no debe inyectarse ningún tipo de señal sobre cualquier otro terminal del circuito.** Una vez alimentado, el circuito proporciona las tensiones necesarias para experimentar en cada práctica.

Para la conexión de alimentación el módulo incluye un cable con conector macho en un extremo y los terminales desnudos del cable en el otro.

Conecte cada uno de los terminales, a la salida del transformador. Finalmente podrá insertarlo en el módulo.

**Nota.** El fusible del circuito es de 500 mA.



## Material necesario.

No precisará de ningún material ni componentes adicionales para utilizar y experimentar con éste módulo. Únicamente se requieren los instrumentos de medida necesarios para poder obtener y contrastar los valores de las prácticas y la fuente de alimentación.

Para este módulo será necesario un osciloscopio de uno o varios canales. Si se dispone un voltímetro también podría utilizarlo, no obstante no podrá apreciar distintos resultados de la señal de alterna.

## Bibliografía.

- Principios de Electrónica. E. McGraw-Hill. Autor: Albert Paul Malvino.
- En Google: [goodark roducts plastic rectifiers](#) | [goodark roducts Bridge rectifiers](#)

## Práctica 1. Rectificador de Media Onda.

Según se dimensionen determinados circuitos con uno o varios diodos, puede obtenerse un comportamiento específico de la corriente.

Una de las aplicaciones más comunes del diodo es la configuración que lo convierte en circuito rectificador para señal alterna.

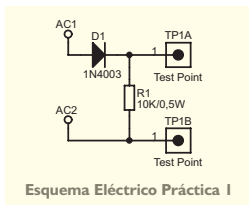
La práctica 1 expone el más elemental, el Rectificador de Media Onda. El objetivo es asimilar el comportamiento del circuito, elaborando una tabla de tensión entrada/salida y una gráfica con los valores obtenidos con ayuda de un osciloscopio.

Para el desarrollo de esta práctica es necesario el uso de los dos canales con los que habitualmente cuenta un osciloscopio y un voltímetro.

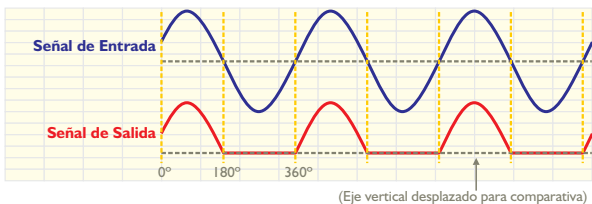
Aplicase la sonda del canal 1 al TP0, procurando que el negativo de la misma sea el conectado al TP0B. Ambos terminales se corresponden a la Señal de Entrada de la práctica, indicada como AC1 y AC2 en el esquema eléctrico y que el módulo inyecta internamente desde la entrada de alimentación.

La sonda del canal 2 deberá situarse entre los Test point TPIA y TPIB, haciendo corresponder la polaridad entre ambos, (TP negro = negativo).

El ajuste del osciloscopio se resuelve del siguiente modo. Debe seleccionarse la opción dual de visualización de los dos canales. La base de tiempos debe situarse en 5 mseg, y ambos canales deben quedar ajustados a 5 o 10V/div, C.C.



Esquema Eléctrico Práctica 1



La señal de entrada, (TP0), 12 V. C.A., formada por una onda senoidal completa, llega al diodo que polarizado directamente solamente permitirá el paso de las tensiones inmediatamente superiores al voltaje de codo, (0,7 V).

Despreciando este valor, puede determinarse que durante todo el semiciclo positivo, el diodo conduce, comportándose como un interruptor cerrado y obteniéndose sobre la carga la señal de salida, comprendida entre 0 y 180°.

Al llegar la señal de entrada al semiciclo negativo, el diodo actúa como un interruptor abierto, recortando la señal al dejar de conducir entre los 180° y 360°. Los sucesivos semiciclos positivos y negativos conforman la característica señal de salida rectificadora. Posteriormente, colocando un voltímetro de C.C. entre TPIA y TPIB, podrá comprobarse como el valor efectivo que se obtiene no es el mismo que la tensión de pico reflejada en el osciloscopio.

# EDU-006. Puentes Rectificadores.

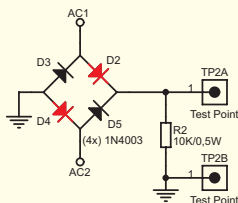
## Práctica 2. Rectificador Puente.

El Rectificador tipo Puente es la configuración de rectificador más eficaz y óptima. Requiere 4 diodos funcionando en "puente" y describe importante mejoras respecto al rectificador de Media Onda.

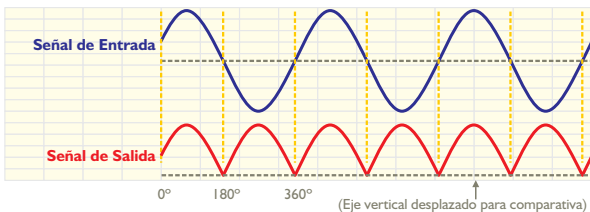
Debido a sus ventajas es el comúnmente más utilizado por la industria y se encuentra tan generalizado su uso, que diferentes fabricantes integran en una única pieza los cuatro diodos en su interior. El tamaño del encapsulado varía y queda clasificado según la corriente máxima que puede admitir el puente.

La práctica 2 permite contrastar los valores del voltaje de pico de salida, así como la diferente señal de rectificación mediante la observación del osciloscopio.

En esta práctica no es necesario comprobar al mismo tiempo la señal de entrada y la de salida. Puede tomarse como referencia la señal de entrada de la práctica uno. Si la sonda del canal 1 permanece conectada será necesaria su desconexión. Debido a la unión interna de la masa del osciloscopio, si se muestrean al mismo tiempo las señales de entrada y salida de ésta práctica, se producirá un cortocircuito y el fusible se fundirá. Deberá aplicarse únicamente la sonda del canal dos entre los Test point TP2A y TP2B, haciendo corresponder la polaridad entre ambos, (TP negro = negativo). En el ajuste del osciloscopio puede ignorarse la opción dual de visualización, seleccionándose únicamente el canal 2. El resto de ajustes deben permanecer como en la práctica anterior. La base de tiempos situada en 5 mseg, y el canal 2 ajustado a 5 o 10V/div, C.C.



Esquema Eléctrico de la Práctica 2



Cuando el semiciclo positivo llega a la malla formada por los cuatro diodos, D2 y D4, polarizados directamente, permiten el paso de la corriente, obteniéndose la señal a través de la carga. D3 y D5, quedan polarizados inversamente y no operan. No obstante, durante el semiciclo negativo, D2 y D4 no conducen y son D3 y D5, los que quedan en polarización directa, permitiendo el paso de la señal, siendo también el voltaje de la carga positivo, por lo que aparecen dos semiciclos positivos por cada ciclo completo.

Finalmente, si se coloca un voltímetro de C.C. entre TP2A y TP2B, el valor efectivo es distinto al del rectificador de media onda.

# EDU-006. Puentes Rectificadores.

## Práctica 3. Rectificador Puentes con Condensador.

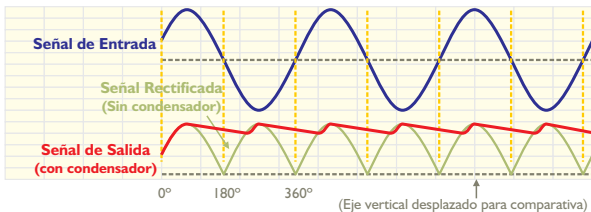
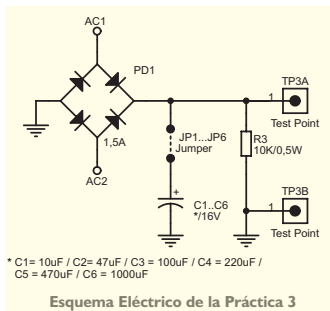
Tanto el rectificador de Media Onda como el Rectificador Puentes suministran una tensión de C.C. pulsante, alejada aún del voltaje constante que requieren como alimentación la mayor parte de los circuitos electrónicos. Para conseguir una señal cercana a la ideal, como la proporcionada por una batería, es necesario añadir un filtro estabilizador

La práctica 3 muestra el efecto de filtro que se consigue mediante el condensador electrolítico, y su influencia en el rizado final de la señal de C.C. rectificada.

Como en el resto de ejercicios, la señal de entrada siempre es la misma, por lo que no se requiere su monitorización. Únicamente será necesario conectar la sonda del canal 2 del osciloscopio sobre el TP3A y el TP3B, respetando la polaridad. El ajuste del osciloscopio quedará en visualización única del canal 2, base de tiempos situada en 5 mseg, y 5 o 10V por división. C.C. Inicialmente deberán mantenerse todos los jumpers abiertos. Cada uno de ellos conecta el correspondiente condensador entre el puente rectificador y la carga.

Sin jumper, y por tanto sin condensador de filtro, el circuito es exactamente igual que el de la práctica 2. Su única diferencia estriba en que los cuatro diodos están ahora encapsulados en una sola pieza. Por tanto, la señal de salida y el valor efectivo de tensión continua es igual a la del ejercicio anterior.

A continuación, si se cierra el jumper 1, la señal pulsante se convertirá en una señal filtrada, cercana a una línea plana, como la de la figura.



Durante la rampa de subida del semiciclo positivo, el condensador se carga hasta el valor de pico, gracias a la polarización directa de los diodos, que actúan como un interruptor cerrado, permitiendo el paso de la corriente. Después del pico positivo, cuando debería caer la señal, en su lugar, el condensador mantiene el voltaje, alimentado a la carga. Debido al consumo de ésta, la tensión decrece en proporción a las necesidades de corriente de la carga, hasta que con la nueva rampa de subida, el condensador vuelve a cargarse y el ciclo se renueva.

Cuanto mayor sea la capacidad del condensador y menor el consumo de la carga, la señal de salida será más lineal, o por el contrario tendrá un rizado más amplio.

# EDU-006. Puentes Rectificadores.

## Práctica 4. Cálculo Tensión pico, Corriente de carga, Valores obtenidos ...

En el diseño de un puente rectificador deben dimensionarse sus componentes, como diodos y condensadores en base a la corriente y tensiones que se desean obtener.

## Práctica 4a. Rectificador de Media Onda. Cálculo y Valores.

Inicialmente debe establecerse la tensión de pico. ( $V_p$ ), que se obtendrá tras la rectificación del secundario del transformador, ( $V_2$ ).

Suponiendo que se aplique una tensión de 12 V. a la entrada del módulo, la  $V_p$  obtenida en la carga sería de:  $12 / 0,707 = 16,97$ , menos 0,7 V del diodo = 16,3 Vp.



$$V_p = \frac{V_2}{0,707} - V_d$$

$V_2 = V.$  Secundario

$V_p = V.$  Pico

$V_d = V.$  diodo

La tensión efectiva, ( $V_{dc}$ ), que se obtiene mediante la lectura de un voltímetro de corriente continua obedece a una implementación de la señal pulsante ofrecida tras el rectificador.

Recogiendo el valor anterior de  $V_p$ , (16,3 V), la tensión efectiva en la carga se obtendría de  $16,3 / \pi = 5,19$  Vdc.



$$V_{dc} = \frac{V_p}{\pi}$$

\* **Para dimensionar el diodo** deben tenerse en cuenta la **tensión inversa de pico y la corriente del diodo**.

En el rectificador de Media Onda toda la corriente de la carga circulará directamente a través del diodo, por ese motivo, deben consultarse las características del fabricante y seleccionar el diodo adecuado. En el caso de del IN4003, empleado en la práctica, puede soportar un máximo de 1 A.

El voltaje inverso máximo o voltaje inverso de pico se produce durante el punto máximo del semiciclo negativo, siendo el que el diodo debe retener en su polarización inversa. Por este motivo, en el diseño debe emplearse un diodo capaz de soportar el  $V_p$  inversa y evitar su punto de ruptura. En la práctica 1 la  $V_p$  es 16,3 V, por lo que la tensión inversa de pico será también de 16,3 V. El IN 4003 puede soportar un máximo de 50 V, encontrándose capacitado para trabajar con esta señal.

## Práctica 4b. Rectificador Puente. Cálculo y Valores.

La  $V_p$  es la misma que en el rectificador de Media Onda. En la práctica,  $V_p = 16,3$  V.

La tensión efectiva, debido a la configuración en malla del Rectificador Puente, permite que toda la señal de secundario llegue a la carga, el promedio de señal y por tanto la tensión efectiva es superior a la del rectificador de Media Onda.

Recogiendo el valor anterior de  $V_p$ , (16,3 V), la tensión efectiva en la carga se obtendría de  $(2 \times 16,3) / \pi = 10,37$  Vdc.



$$V_p = \frac{V_2}{0,707} - V_d$$

$$V_{dc} = \frac{2V_p}{\pi}$$

$V_2 = V.$  Secundario

$V_p = V.$  Pico

$V_d = V.$  diodo

\* **Para dimensionar el diodo** deben tenerse en cuenta la **tensión inversa de pico y la corriente del diodo**.

## Práctica 4b. Rectificador Puente. Cálculo y Valores. (Continuación).

En tanto al diseño de los diodos, Mientras que la tensión inversa de pico será la misma que en el rectificador de Media Onda, la corriente que circule por la carga, ( $I_c$ ), a diferencia de éste, quedará repartida entre dos diodos, por lo que la corriente resultante que circula por cada diodo será igual a la mitad de la corriente de carga. ( $0,5I_c$ ).

En el caso de la práctica 2, cada 1N 4003 disipará un 50% menos de potencia que en la práctica 1.

En la selección de un puente rectificador, el fabricante proporciona la corriente máxima que puede circular por el mismo, en el caso de la práctica 3, el puente admite un máximo de 1,5 A.

## Práctica 4c. Tensión de Rizado. Cálculo y Valores.

Como se describe en la práctica 3, el rectificador puente con condensador de entrada produce una señal casi lineal de corriente continua en la carga. La fluctuación no eliminada, llamada tensión de rizado dependerá de la capacidad del condensador. La tensión de rizado, ( $V_{rz}$ ), se puede obtener mediante cálculo, dividiendo la corriente de carga, ( $I_c$ ), entre el producto de la frecuencia de rizado, ( $Frz$ ), por la capacidad del condensador de filtro, ( $C$ ).

Si se tiene en cuenta que la frecuencia de rizado es el doble en el rectificador Puente que en el de Media Onda, las fórmulas de cálculo quedarían así:

$$\text{Rect. Puente: } V_{rz} = \frac{I_c}{2(Fr_z) \times C}$$

$$\text{Rect. Media Onda: } V_{rz} = \frac{I_c}{Fr_z \times C}$$

$V_{rz}$  = V. rizado

$I_c$  = Corriente carga máx.

$Fr_z$  = frecuencia rizado, (frecuencia línea)

$C$  = Condensador

En contra de lo que puede parecer más obvio, la  $V_{rz}$  no es necesario reducirla al máximo. Debido a otros efectos como la tensión de sobrecarga, y al filtrado complementario que se consigue con los reguladores de tensión, existe una norma de diseño que es la que se sigue mayoritariamente para dimensionar el condensador. Buscando un equilibrio entre la capacidad del condensador y mantener lo más reducido posible la  $V_{rz}$ , se establece la regla del 10%, en la que la  $V_{rz}$  debe ser aproximadamente un 10% la tensión de pico, ( $V_p$ ).

Recogiendo los valores de la práctica 3. Si  $V_p = 16,3$  V, la  $V_{rz}$  debería ser de 1,6 V. Por tanto, aplicando la fórmula, el cálculo del condensador sería:

$$\frac{1,037\text{mA}}{100\text{Hz} \times 1,6\text{V}} = 6,48\mu\text{F}$$

Como no existe ningún condensador comercial con un valor de 6,48 $\mu\text{F}$ , el valor aproximado más adecuado serían 10 $\mu\text{F}$ .

\* El cálculo del condensador puede dimensionarse estableciendo en el diseño que:  $V_{rz} = 10\% V_p$ .