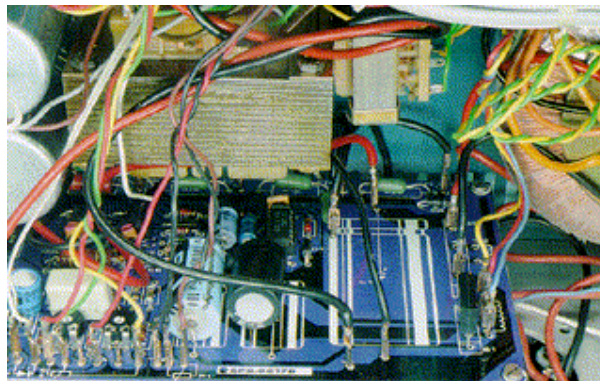


FUENTES DE ALIMENTACIÓN

INTRODUCCIÓN:

Los diodos son dispositivos electrónicos cuyo funcionamiento consiste en permitir el paso de la corriente en un sentido y oponerse en el opuesto. Vamos a ver una de las aplicaciones de los diodos gracias a esta característica. Las fuentes de alimentación son usadas para suministrar corriente eléctrica a nuestros aparatos electrónicos pero como parten de una corriente alterna es necesario transformarla a corriente continua. En este objetivo vamos a tener como grandes aliados a los diodos.



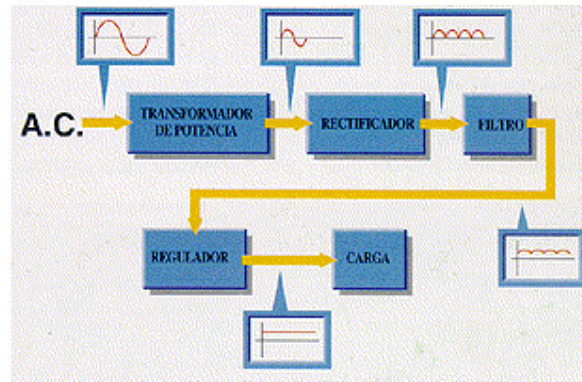
La fuente de alimentación, es a un dispositivo electrónico, como los "*alimentos*" son a los seres humanos. Es evidente que cualquier equipo necesita de ella para funcionar. Si falla la fuente falla todo el equipo.

La forma en que está disponible la energía eléctrica de nuestros hogares no es la adecuada para los aparatos que todos conocemos: televisores, lavadoras, heladeras, etc. Ya que la mayor parte de estos aparatos necesitan corriente continua para funcionar, mientras que de la que disponemos en nuestros enchufes, es de corriente alterna.

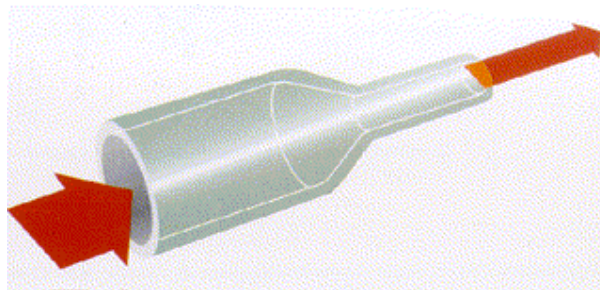


Tenemos dos soluciones, la primera es usar pilas o baterías pero esto nos saldría muy caro; la segunda es transformar la corriente. De ahora en adelante nuestro objetivo va a consistir en transformar la corriente alterna en corriente continua.

El proceso se divide en distintas etapas bien diferenciadas, como puede verse en la ilustración correspondiente. La corriente eléctrica en "bruto" viene como corriente alterna y con tensión variable; sin embargo, tras atravesar la fuente de alimentación, obtenemos corriente continua con tensión constante... y esta es la que nos interesa pues es la que vamos a conectar a nuestros dispositivos.



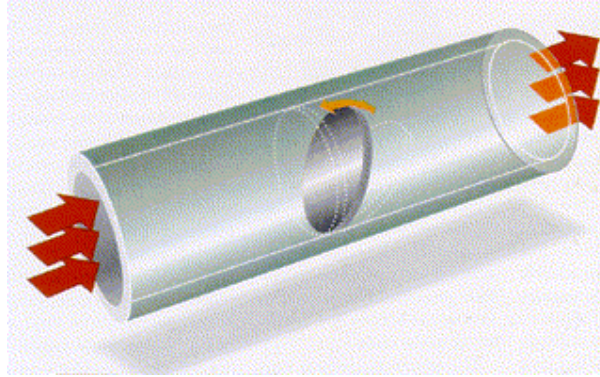
La primera etapa por la que va a tener que pasar la corriente va a ser por un transformador de potencia. Este no hace más que elevar la diferencia de potencial o disminuirla (depende del tipo de transformador), esto se traduce en una "elongación" de su gráfica.



Con los transformadores podemos conseguir que la tensión aumente, igual que aumenta la presión del agua al estrecharse la manguera.

Siguiendo con la similitud entre la corriente y un chorro de agua, podemos imaginar el efecto de este primer paso, que es el transformador, como si a una manguera por la que está circulando agua la pisáramos. Veríamos que al disminuir el ancho de la manguera, seguiría saliendo la misma cantidad de agua, pero a mayor presión. Este ejemplo equivaldría a un transformador cuya función fuese la de aumentar la tensión. Por el contrario un transformador que disminuyese la tensión se podría comparar con una manguera en la que la mitad de ella tuviera una anchura, y la otra mitad tuviera una anchura mayor. El agua al pasar del trozo de manguera más estrecho al trozo más ancho sufriría un "frenazo" en su camino de un extremo de la manguera al otro. Así entraría a una presión y saldría a una presión menor.

El segundo paso para la corriente se conoce con el nombre de rectificador. La finalidad de éste, técnicamente hablando, se dice que es convertir la tensión y corriente alterna en tensión y corriente "unidireccionales". En nuestro ejemplo es bien sencillo darse cuenta de lo que esto significa; como hemos visto, la corriente alterna se puede equiparar al agua circulando ahora en este sentido... ahora en el contrario... y así sucesivamente. Pues un rectificador no sería más que una válvula de seguridad.



Como muestra la ilustración correspondiente donde se permite al agua circular única y exclusivamente en un sentido pero no en el contrario. Así pues, la polaridad de la tensión que salga del rectificador va a ser siempre la misma y por tanto, a partir de aquí, ya tenemos corriente continua. Sin embargo la tensión de que disponemos todavía no es la adecuada ya que, a pesar de no hacerse negativa, todavía sigue oscilando entre cero, un máximo... y de nuevo cero.

En el siguiente paso, el filtro, va a ser el encargado de "apaciguar" estas oscilaciones de la tensión consiguiendo una tensión con unas oscilaciones bastante menores. De nuevo podríamos imaginar una manguera que tuviese un trozo ancho y a continuación otro estrecho y así de principio a fin; algo similar a una "ristra de chorizos". El agua circularía oscilando constantemente su presión, siendo esta mayor en los trozos estrechos y menor en los anchos, pues bien, nuestro filtro sería "algo" que alisaría esas rugosidades de la manguera consiguiendo que el agua no sufriera tan grandes cambios de presión y fluyera de una forma más continua.

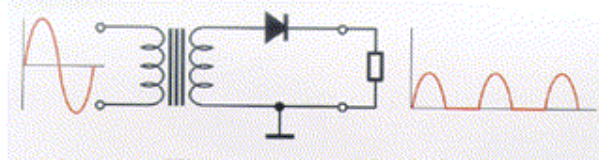
Por último, podemos encontrarnos, aunque no siempre se utiliza, un regulador. La finalidad de dicho dispositivo no es otra que atenuar más si cabe esas pequeñas variaciones de tensión que todavía se producen, proporcionando una tensión constante entre los bornes. En nuestro ejemplo es como si por fin dispusiéramos de una manguera lisa y uniforme a través de la cual circula una corriente de agua constante sin sufrir ningún tipo de variación en su presión ni en su caudal.

RECTIFICADORES:

A continuación, vamos a examinar cada uno de los dispositivos (etapas) con más detalle con el fin de poder llegar a un mayor entendimiento sobre cuáles son las propiedades y características de cada uno de ellos.

Rectificador de Media Onda

El primero de los rectificadores que vamos a ver es el llamado RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA. Es el más sencillo de todos los rectificadores y también el más barato pero, como nadie es perfecto, el rectificador de media onda tampoco lo es y tiene numerosas desventajas que luego enumeraremos. Es uno de los menos usados cuando se requiere eficacia y buen rendimiento, pero el más utilizado si lo que se requiere es un bajo costo.



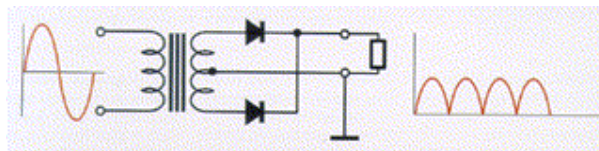
Este circuito rectificador está formado por un solo diodo. La tensión de entrada al circuito es tensión de corriente alterna y, como sabemos, esta tensión viene representada por una senoide con dos ciclos uno positivo y otro negativo. Durante el ciclo positivo el ánodo del diodo es más positivo que el cátodo y la corriente puede circular a través del diodo. Pero cuando estamos en el ciclo negativo, el ánodo va a ser más negativo que el cátodo y no va a estar permitido el paso de corriente por el diodo. La tensión de salida va a ser igual que la de entrada en el primer caso, es decir, un ciclo positivo, mientras que en el segundo caso, cuando la tensión de entrada es negativa, la de salida va a ser nula. La onda de salida ha quedado reducida a la mitad y de ahí viene el nombre de rectificador de media onda.

Una tensión de corriente alterna tiene dos "mitades", una positiva y otra negativa, en el caso anterior hemos usado el rectificador para anular la parte negativa y nos hemos "quedado" con la positiva. Pero también podemos "quedarnos" con la negativa, simplemente con cambiar el sentido del diodo dentro del circuito rectificador.

Como hemos visto, la tensión de salida de un circuito rectificador de media onda se compone de un ciclo con un valor positivo igual al de la tensión de entrada (en el caso más normal) y un ciclo con un valor nulo. Esto es la causa de que este tipo de rectificadores casi no se usen, ya que durante un tiempo no fluye corriente alguna en la salida. El voltaje que se produce no es muy útil para hacer funcionar nuestros aparatos, de ahí la necesidad de filtrarlo primero, no siendo muy fácil este filtrado.

Rectificador de Onda Completa con transformador de toma intermedia

Es el rectificador más usado. La gran diferencia con el rectificador de onda media es que, en este caso, obtenemos a la salida tensión en todo instante y no tenemos intervalos de tiempo con una tensión nula como ocurría con el otro rectificador. Es un poco más caro ya que está constituido por un número mayor de componentes pero merece la pena dada su mayor eficacia.



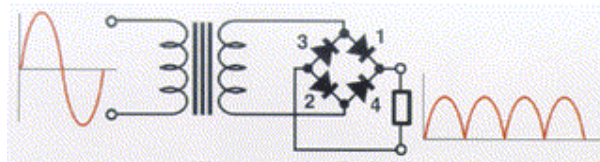
Estos rectificadores están constituidos principalmente por dos diodos y un transformador con toma intermedia. Para explicar su funcionamiento tenemos que recordar que un diodo sólo permite el paso de la corriente en un sentido; en este circuito tenemos dos diodos y cada uno de ellos va a permitir el paso a la corriente en un caso opuesto. Así, uno circulará cuando la tensión de corriente alterna de entrada se encuentre en el ciclo positivo y, el otro, cuando se encuentre en el negativo. Pero si no tuviéramos la toma central el circuito estaría cortado siempre, ya que cuando uno puede conducir el otro no, y viceversa, al estar colocados en sentidos opuestos; por eso

tenemos que darle una "ruta alternativa" a la corriente para que se produzca tensión de salida en los dos ciclos de entrada.

La tensión de entrada a los circuitos de onda completa no es aprovechada en su totalidad, ya que cada uno de los diodos trabaja con la mitad de tensión al estar la toma central en la mitad de la bobina; por eso, aunque vamos a obtener una tensión de corriente continua a la salida, en todo instante de tiempo su valor va a ser la mitad del de la tensión de entrada.

Rectificador de Onda Completa en puente de Graetz

Con este tipo de rectificadores vamos a conseguir una tensión de salida de corriente continua en todo instante, al igual que en el rectificador de onda completa. La ventaja de los rectificadores tipo puente es que la tensión de salida es de la misma magnitud que la de entrada, no perdemos la mitad como ocurría en los anteriores. La desventaja es que aquí necesitamos cuatro diodos, por lo que el costo de este tipo de circuitos es superior a los vistos anteriormente.



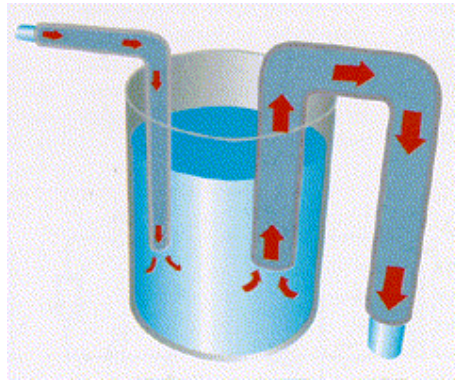
El rectificador puente está formado por cuatro diodos que forman un *puente* entre la entrada y la salida. Estos diodos están conectados en paralelo con el transformador, y no tienen ninguna toma central como ocurría en los de onda completa, según podemos ver en la figura anterior.

Si el ciclo de tensión de la corriente alterna es el positivo circula corriente por los diodos 1 y 2, obteniendo en la salida una tensión igual que la de entrada. Si el ciclo de entrada es negativo circula corriente por los diodos 3 y 4, y obtenemos a la salida una tensión igual en amplitud que la de entrada pero positiva en vez de negativa. Por tanto, en cada ciclo estamos obteniendo en la salida una tensión de corriente continua positiva y de igual amplitud que la de entrada. Con estos rectificadores aprovechamos toda la tensión de entrada y conseguimos una rectificación de onda completa, aunque su precio es el más elevado de todos.

Otros circuitos rectificadores que todavía no hemos nombrado son los dobladores de media onda, dobladores de onda completa y triplicadores de voltaje.

FILTRADO:

Los condensadores como depósito de energía. Antes de pasar a ver cómo funciona un filtro debemos hacer un alto en el camino y comentar brevemente qué son y cómo funcionan los dispositivos básicos de cualquier equipo electrónico, los condensadores.

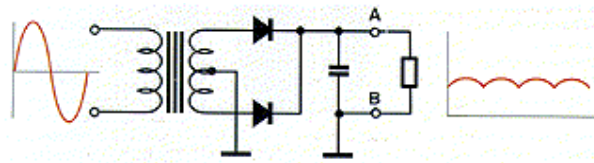


Un condensador almacena energía eléctrica, además de circular a través de él. Algo así ocurre en un tanque de agua convencional.

Un condensador se puede concebir como un almacén (depósito) de energía donde al ser aplicada corriente entre sus terminales ésta la va reteniendo hasta llegar a un tope que vendrá determinado por el tipo de condensador que sea. Una vez alcanzado dicho tope, se pueden dar dos casos: El primero sería que la corriente siguiese circulando, el segundo que dejase de circular. En el primero de los casos el condensador ya no afectaría al paso de la corriente pues al estar cargado no necesita más energía, ahora bien, si la corriente cesara sería entonces el momento en que el condensador comenzase a "soltar" su energía, siempre y cuando tuviese a quien "soltarla", es decir, siempre y cuando estuviese conectado a "algo". En caso de no tener a quien "soltar" esta energía almacenada, esperaría pacientemente a que fuese conectado para cederla. Supongo que todos hemos sido avisados del peligro de "destripar" aparatos viejos como televisores o equipos musicales, incluso estando desenchufados, pues bien, la razón de este consejo paternal se debe precisamente a que estos aparatos poseen condensadores muy grandes, capaces de almacenar la suficiente energía como para propiciar una descarga eléctrica nada recomendable.

Filtro de la tensión rectificada

Ya hemos visto cómo la tensión que entrega un rectificador no es del todo útil debido a su constante variación a lo largo del tiempo. Además, sus oscilaciones van desde un valor tope, o máximo, hasta "cero" y este es otro inconveniente ya que en el momento en que la tensión es cero, no se entrega energía alguna. Pues bien, gracias al uso de un filtro conseguiremos "alisar" esas ondulaciones en la tensión, a fin de obtener una tensión lo más parecida a una constante; además el valor mínimo no será cero sino que tendrá un valor algo positivo.



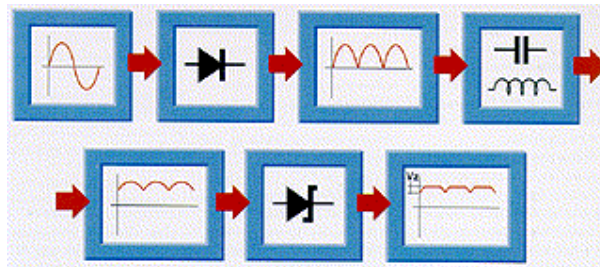
Como vemos en la ilustración correspondiente, hemos añadido un condensador en paralelo. En esta situación, si no se conectase nada entre los puntos A y B (llamados carga) el condensador comenzaría a cargarse hasta llegar a su tope. Es entonces cuando nuestro filtro ofrece una tensión constante. Esta situación sería suficiente siempre y

cuando no se entregase corriente a la carga, es decir, no se conectase algo. Pero, evidentemente, sería absurdo diseñar un dispositivo electrónico para no utilizarlo. ¿Qué pasa, cuando conectamos algo a las salidas del filtro? Pues que cualquier aparato electrónico que se conecte necesita energía para funcionar. Y esta energía eléctrica que necesita la va a tomar de dos partes; por un lado toma energía de la propia fuente y por otro de la que tiene almacenada el condensador. Esto no tendría gran importancia si no fuera por el hecho de que el condensador al descargarse va perdiendo diferencia de potencial entre sus bornes, por tanto, vuelve a bajar la tensión. Sin embargo, como la fuente está constantemente suministrando energía eléctrica, el condensador vuelve a cargarse y la tensión por tanto vuelve a subir. Es una oscilación de tensión que dependerá de qué cantidad de energía requiera el dispositivo conectado. No obstante, estas oscilaciones son bastante menores que las obtenidas directamente del rectificador, así pues, su utilización está justificada.

El funcionamiento de un filtro formado por un condensador está basado en que dicho condensador puede almacenar energía. Hay otro tipo de dispositivos capaces de almacenar la energía, son los inductores. Podemos tener un filtro formado por un inductor, un condensador o ambos juntos.

APLICACIONES:

Sí, a veces no basta con rectificar una tensión alterna. El tratamiento de los diodos rectificadores se ve apoyado por otros diodos que, convenientemente configurados, pueden limitar y recortar tensiones. Además de esto vamos a ver cómo filtrar una señal con objeto de que se asimile lo más posible a una Corriente Continua.



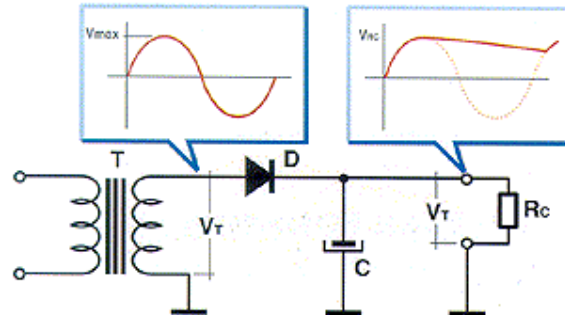
La tensión alterna, o las señales alternas cualquiera que sea su tipo, se utilizan en electrónica tal cual o se tratan para adaptarse lo más posible al tipo y magnitud de la señal requerida. Para conseguir este fin los componentes electrónicos nos ofrecen diferentes posibilidades. Sólo tenemos que combinarlos de la forma adecuada y constituir así los circuitos de tratamiento que están ya inventados o, ¿por qué no?, inventar nosotros algún otro circuito. En la electrónica, como en el arte, todo es cuestión de imaginación e inventiva.

Filtros

Bajo este escueto nombre se engloban un buen número de circuitos que tienden a adecuar una tensión alterna para, por ejemplo, utilizarla como alimentación continua de cualquier circuito. Los filtros de alimentación son sólo una de las aplicaciones de estos pero, debido a su utilidad y simplicidad, vamos a comenzar con ellos.

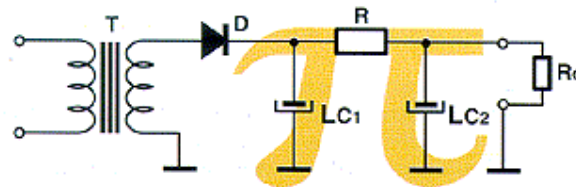
Los filtros se basan en la propiedad de almacenamiento de energía que ofrecen los componentes reactivos, esto es, los condensadores y las bobinas. Los tipos más sencillos y utilizados son los siguientes:

Filtro con condensador: Este tipo de filtros tan solo precisa de la colocación de un condensador de gran capacidad entre el diodo (o diodos) encargado de rectificar la Corriente Alterna y la salida de la misma hacia la carga (o circuito) a alimentar (R_c). En la ilustración correspondiente nos podemos hacer cargo de cómo se conecta este condensador.



Debido a las constantes de tiempo asociadas a las resistencias a través de las que se realizan las secuencias sucesivas de carga y descarga del condensador se obtiene una salida de forma bastante más "plana" que la señal que obtenemos en la salida de una etapa rectificadora.

Filtro en pi : En la ilustración correspondiente podemos observar cómo se configura en la práctica un filtro de este tipo. Como vemos, la denominación "pi" se debe a la forma que se obtiene en el esquema que representa el citado filtro. La resistencia, junto al par de condensadores, muestra la mencionada "pi".



Su funcionamiento intenta proteger al diodo D de los posibles picos de intensidad debidos a una carga excesivamente brusca. Ahora se vuelve a filtrar la resistencia R y el condensador C_2 la señal obtenida ya en el tipo de filtro anterior, con lo que conseguimos atenuar aún más las oscilaciones de la tensión que llega a la carga (R_c).

Factor de rizado

La calidad de la señal, o tensión, continua que obtenemos después de hacer pasar una señal alterna por un circuito de filtro dependerá de la complejidad de éste. Podemos, por ejemplo, encadenar circuitos de filtro para conseguir mejores señales de salida (que lleven menos "rizado" sobre el componente de continua).

El valor que determina esta calidad se conoce como factor de rizado o, más simplemente, rizado. Si tenemos una tensión continua, cuyo valor llamamos V_{DC} , e incorpora sobre ella una tensión de rizado a cuyo valor pico a pico (así denominamos la medida de una tensión sinusoidal cuando nos referimos a la máxima distancia entre el pico superior y el inferior de la misma) llamamos V_{AC} , el valor del factor de rizado (F_r) será:

$$F_r = \frac{V_{AC}}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{DC}} \times 100$$

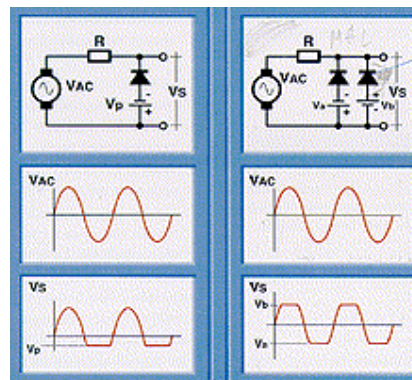
Circuitos limitadores

Los circuitos limitadores (o recortadores) hacen uso de los diodos pero de un modo distinto al que hemos estudiado desde el punto de vista de la rectificación. Desde una óptica práctica, podemos dividir a los recortadores en recortadores serie, recortadores paralelo y recortadores polarizados paralelo.

Recortador serie: La posibilidad de colocar el diodo serie en uno u otro sentido posibilita que "recortemos" semiciclos positivos o negativos.

Recortador paralelo: Este tipo de recortador varía la posición del diodo pero basa su operativa en similares premisas.

Recortador polarizado: Esta clase de recortados utiliza una segunda polarización en serie con el diodo paralelo recortador. Esto se traduce en que el límite de conducción se ve incrementado, mientras que el valor absoluto de V_P (segunda polarización) será mayor que el valor absoluto de la tensión alterna de entrada (V_{AC}). En la ilustración correspondiente vemos un recortador polarizado negativo y un recortador doble que utiliza dos polarizaciones contrarias sobre dos diodos (V_a y V_b).



El diodo zener como regulador de tensión

Al colocar un diodo tipo zener intercalado en un circuito la carga a alimentar (R_c) y el condensador de filtro (C_f), se origina una regulación real de tensión en la alimentación de la carga. Esto se debe a que estos diodos zener se fabrican de forma específica para que se comporten como un diodo normal si no se alcanza la tensión zener (ya comentada) y responden, con una elevada corriente ante pequeñas variaciones de tensión si trabajamos en esa zona.

La utilización de esta característica hace que el diodo realice una regulación de tensión.

Dicha tensión es indicada en la cápsula del mismo y viene prefijada de fábrica.

De todos modos el diodo necesita el concurso de una resistencia limitadora para configurar totalmente la etapa "reguladora". El cálculo de dicha resistencia es sencillo si aplicamos la fórmula siguiente:

$$R_Z = \frac{V - V_Z}{I_C + I_Z}$$

Siendo:

V: Tensión en la salida del filtro (C_f)

V_Z : Tensión zener o tensión de salida

I_C : Corriente que circula por la carga.

I_Z : Corriente que circula por el zener

($I_Z = 20 \% I_C$)

Por ejemplo, si deseamos estabilizar a 12 V una tensión de entrada de 18 V y si la carga consume 100 mA tenemos que:

$$R = \frac{18 - 12}{100 \cdot 10^{-3} + 20 \cdot 10^{-3}} = \frac{6}{120 \cdot 10^{-3}} = 50 \Omega$$

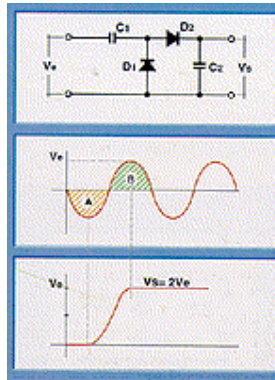
Si aplicamos la Ley de Ohm podemos deducir que la potencia de la resistencia y del diodo zener deberán ser de:

$$P_R = R_Z \cdot (I_Z + I_C)^2 = 50 \cdot (120 \cdot 10^{-3})^2 = 0,72 W. \rightarrow 1W.$$

$$P_Z = V_Z \cdot I_Z = 12 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,24 W \rightarrow 1/2 W.$$

Dobladores de tensión

Existe un método que hace uso de los diodos y del efecto capacidad a fin de duplicar (o triplicar, cuádruplicar, etc.) una tensión dada pero con el inconveniente de no poder manejar una intensidad elevada, es decir, se eleva la tensión pero solo se puede utilizar estas para consumos pequeños.



En la ilustración anterior, podemos ver un circuito doblador de tensión. Como vemos este circuito también hace uso de la propiedad de almacenamiento de energía de los condensadores así como del efecto de circulación en un solo sentido de que gozan los diodos.

Su funcionamiento comienza con la carga de C_1 a la tensión V_e cuando D_1 se polariza directamente, tal y como se ve en la gráfica, debido al semiciclo negativo de entrada. En el ciclo siguiente D_1 se polariza inversamente, D_2 lo hace de forma directa y así se obtiene la carga de C_2 , pero esta vez la carga se hace a una tensión que es la suma de la almacenada en C_1 y la proporcionada por V_e , es decir, C_2 se carga a una tensión $2 \times V_e$ ó, lo que es igual, en bornes de C_2 se obtiene una tensión doble a la de entrada del circuito.

Este tipo de circuitos se puede encadenar en cascada y lograr así, por ejemplo, triplicadores de tensión, los cuales son muy utilizados en la polarización de los TRC de los televisores, pero... eso es ya otra historia.