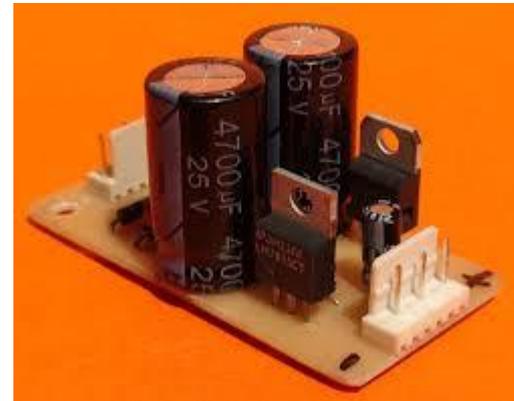
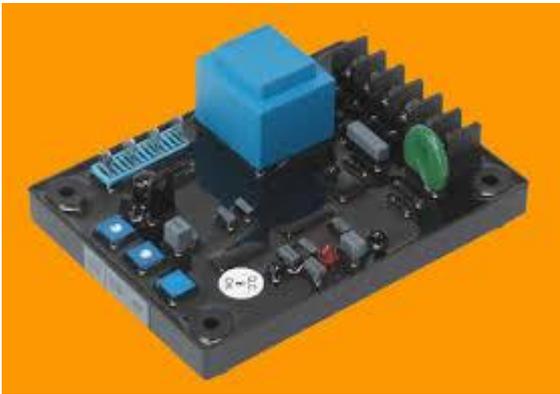


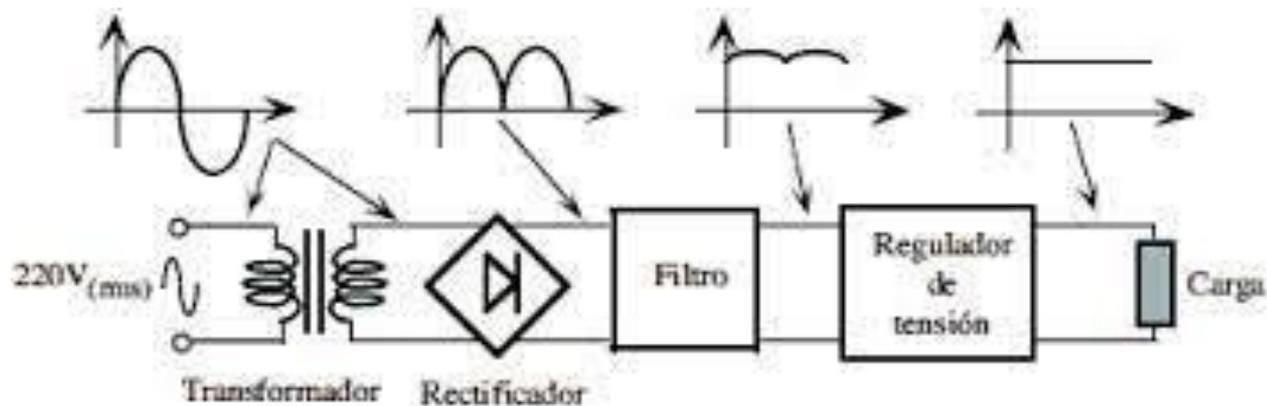
Los reguladores de tensión



Tutorial de Electrónica

Introducción

Conseguir que la tensión de un circuito en la salida sea fija es uno de los objetivos más importantes para que un circuito funcione correctamente. Para lograrlo, se utilizan los **estabilizadores** o **reguladores de tensión**, que pueden ser circuitos formados por elementos discretos o por circuitos integrados.



Conceptos fundamentales en el diseño de una fuente estabilizada

Cuando se diseña un circuito hay muchos factores que tenemos que tener en cuenta. En primer lugar, como es lógico, habrá que comprobar si el circuito diseñado es capaz de realizar todas y cada una de las funciones deseadas. Una vez verificado su correcto funcionamiento, tendremos que comprobar hasta qué punto es capaz el circuito de mantener dichas características de funcionamiento, es decir, cómo va a comportarse ante las ya más que conocidas circunstancias adversas, como pueden ser las variaciones en las tensiones de entrada o, claro es, los cambios de temperatura.

Conceptos fundamentales en el diseño de una fuente estabilizada

Con los transistores sabemos que la temperatura es un factor muy importante que puede estropear el transistor si no poníamos algo que compensara sus efectos cuando esta aumentaba o disminuía. La solución la obteníamos muy fácilmente al colocar una resistencia en el emisor, y así, con un esfuerzo muy pequeño, quedaba solucionado un gran problema. Los cambios en la tensión suministrada son, junto con las variaciones de temperatura, una de las principales causas de funcionamientos erróneos o, incluso, de rupturas de los aparatos electrónicos.

Conceptos fundamentales en el diseño de una fuente estabilizada

La razón proviene del hecho de que todos los aparatos electrónicos están diseñados para funcionar con unos ciertos límites en las tensiones de entrada; por tanto, una tensión de entrada que se suministre a un dispositivo y que sea superior a la que este pueda soportar, o a la recomendada por los fabricantes, probablemente produzca corrientes lo suficientemente altas como para quemar alguno de sus componentes y, por tanto, dejar completamente inactivo el aparato electrónico. Esto no sería un serio problema si la tensión suministrada por las compañías eléctricas fuese lo suficientemente precisa como para garantizar una precisión en el valor de la tensión.

Conceptos fundamentales en el diseño de una fuente estabilizada

Sin embargo, esto no es así, y la tensión suministrada por las compañías, dependiendo del lugar y del momento considerado, pueden oscilar hasta un 10% sobre el valor nominal. Esta variación es suficiente para no poder suponer que disponemos de una fuente de tensión constante. Como siempre en la electrónica, de una u otra forma más o menos aproximada, podemos conseguir solventar la mayoría de los problemas que se plantean. En este caso, la solución a las variaciones de tensión la encontramos en los circuitos conocidos como "***reguladores de tensión***".

Reguladores fijos y ajustables

Los reguladores de tensión se suelen dividir en dos grandes grupos:

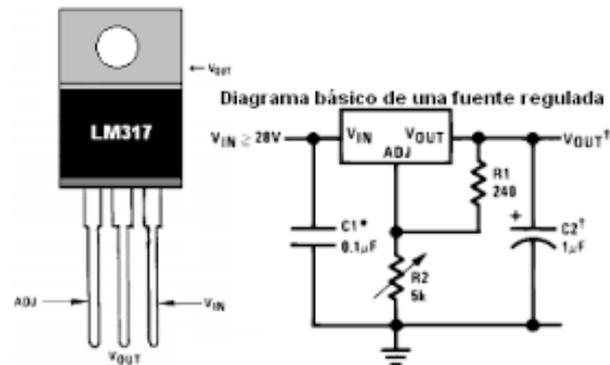
- Reguladores de tensión **fija**
- Reguladores **ajustables**.

En los primeros, como su nombre indica, vamos a obtener una tensión fija partiendo de una tensión variable en la entrada.

Con los reguladores de tensión constante vamos a obtener un voltaje fijo entre los terminales de la resistencia de carga, durante el período en el cual se mantenga la corriente a través de dicha resistencia dentro de un intervalo determinado. Con los ajustables, vamos a poder controlar la tensión de salida, partiendo también de una tensión variable.

Reguladores fijos y ajustables

Todo circuito integrado regulador está preparado para disipar una potencia, normalmente en forma de calor. Por esta razón, los circuitos integrados reguladores vienen preparados para que esta disipación no les afecte, y suelen colocar un transistor que establezca las variaciones que se produzcan.

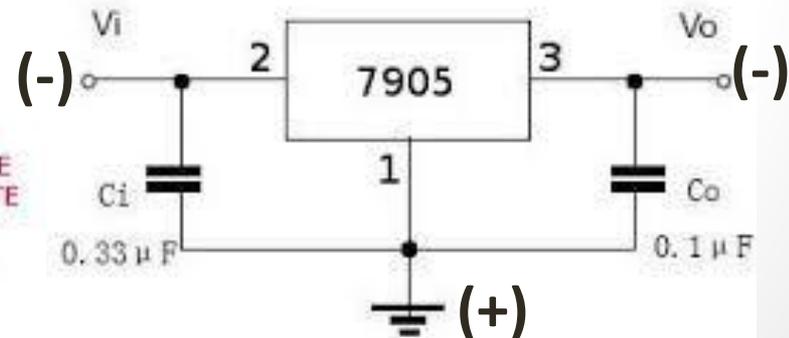
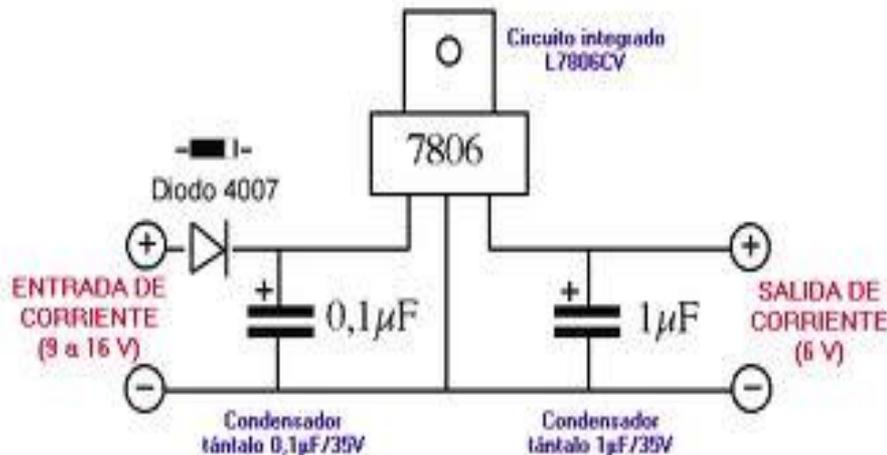


Reguladores fijos y ajustables

A los reguladores fijos de tensión los podemos dividir en dos grupos, según el signo de la tensión que regulen:

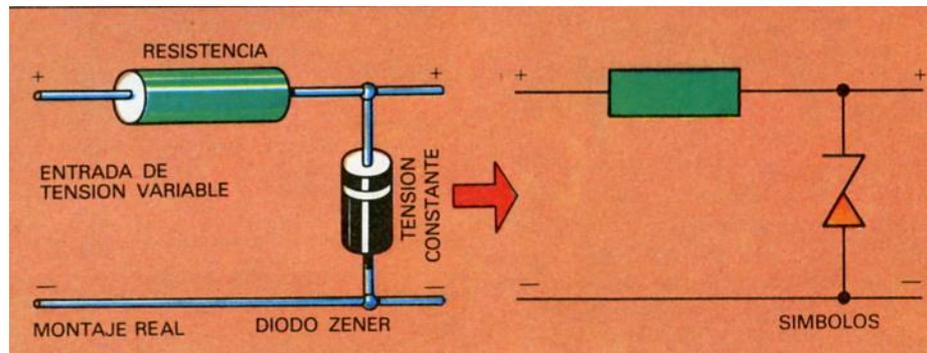
- Reguladores de **tensión positiva**
- Reguladores de **tensión negativa**.

Los dos van a ser muy parecidos y solo se van a diferenciar en el sentido que lleva lo corriente.



Reguladores no integrados

Tenemos varios tipos de reguladores electrónicos. Los primeros que vamos a ver son los reguladores **zener**, que se denominan así porque usan las propiedades de los diodos zener para regular la tensión.



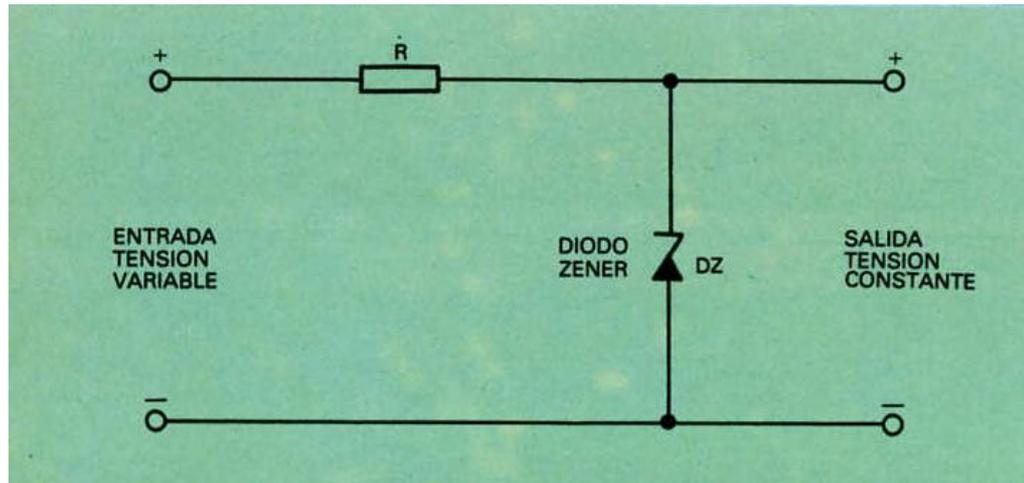
Dentro de unos ciertos límites de corriente, sabemos que el diodo zener tiene una caída de tensión constante, por lo tanto, la tensión que va a entregar a la resistencia de carga va a ser constante.

Reguladores no integrados

Para ver cómo funciona este tipo de circuitos podemos considerar al diodo zener como una resistencia variable. Si, por ejemplo, la resistencia de carga disminuye, va a absorber más corriente. Al principio la tensión disminuirá poco. La resistencia interna del zener va a aumentar dejando pasar menos corriente que antes, por lo que va a caer menos tensión al ser la corriente menor. La tensión de la salida va a permanecer constante aunque varíe la carga. Por el contrario, si la resistencia de carga aumenta, absorberá menos corriente.

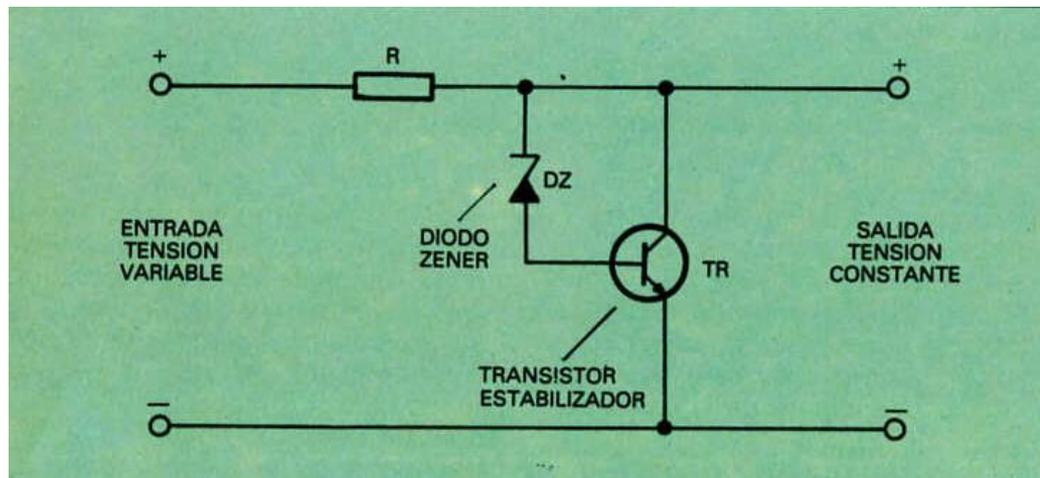
Reguladores no integrados

La resistencia interna del **zener** va a disminuir, absorbiendo menos corriente que antes para compensar el aumento de la resistencia de carga: el resultado final va a ser que la tensión entre los terminales de la resistencia de carga va a ser prácticamente constante dentro de un margen de corriente no muy grande.



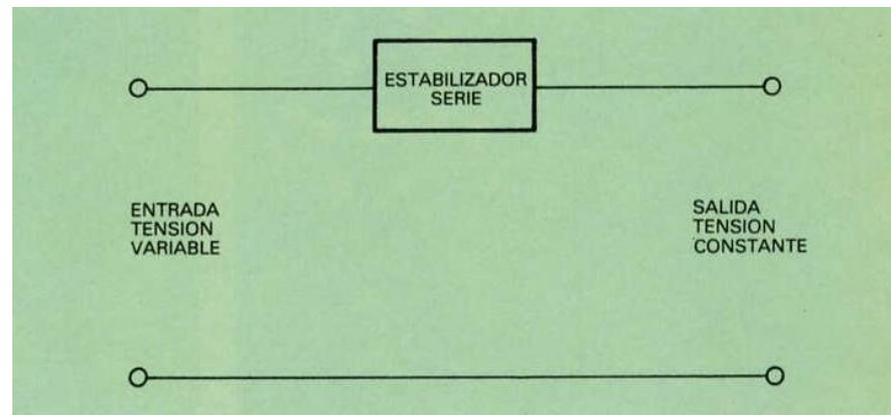
Reguladores no integrados

Otro tipo de regulador electrónico es el denominado regulador **Shunt**. Es bastante parecido al regulador zener, pero aquí tenemos un transistor en colector común añadido, cuya resistencia de emisor va a actuar como carga de salida del circuito. En este tipo, el valor de la corriente va a ser más alto debido a la amplificación que va a efectuar el transistor.



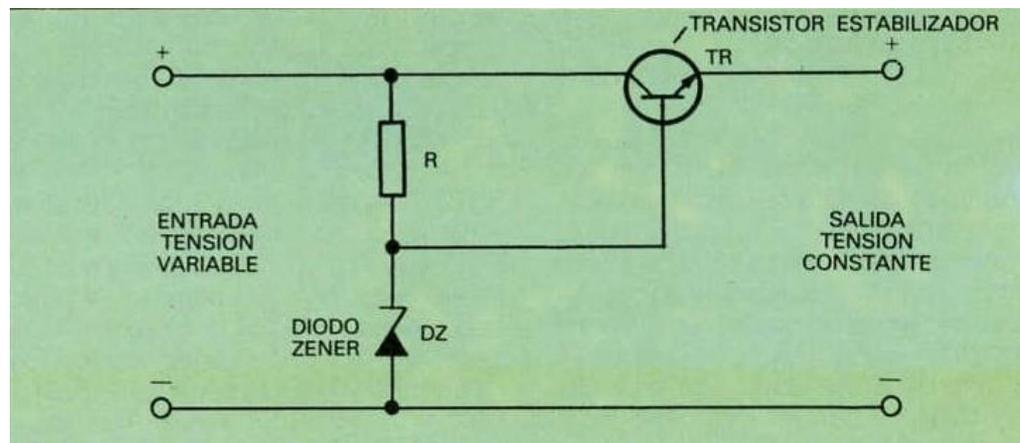
Reguladores no integrados

El **regulador serie** es otro de los reguladores electrónicos. Se denomina así porque el elemento encargado de regular se encuentra en serie con la corriente de carga. El regulador va a ser un transistor y, al igual que en los reguladores tipo zener considerábamos al diodo **zener** como una simple impedancia variable, en los reguladores serie vamos a considerar a este transistor también como una impedancia variable. La diferencia con los zener es que ahora la impedancia variable se encuentra en serie con la carga. La entrada de tensión va a ser mayor que la salida regulada.



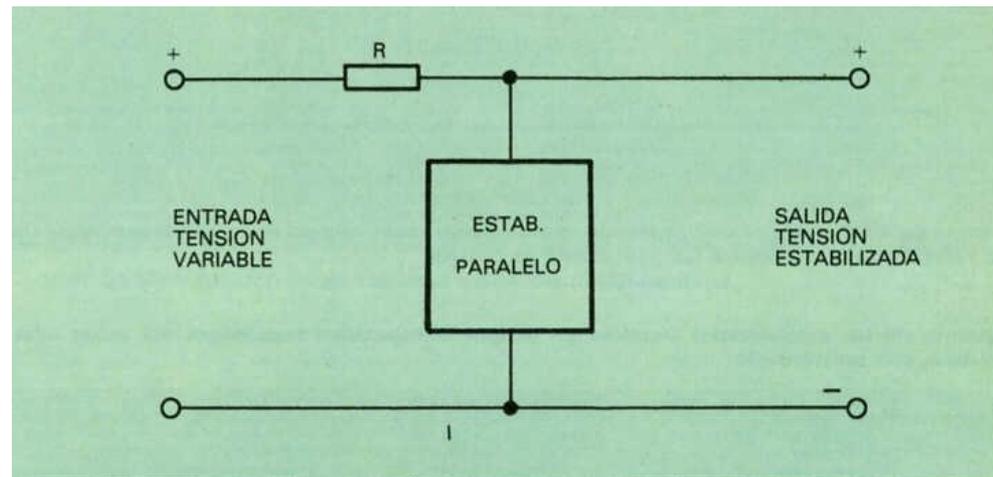
Reguladores no integrados

El transistor que usamos como regulador está conectado como seguidor de emisor. Este transistor funciona en la región activa y ofrece cierta resistencia al circuito. Si el circuito está funcionando normalmente, cada vez va a demandar una mayor corriente de carga. Lo que implica que la tensión va a disminuir si no lo tenemos regulado. El regulador serie también tiene la propiedad de compensar las variaciones de entrada de corriente continua. Así pues, con un regulador serie podemos compensar tanto las variaciones de entrada como las de salida.

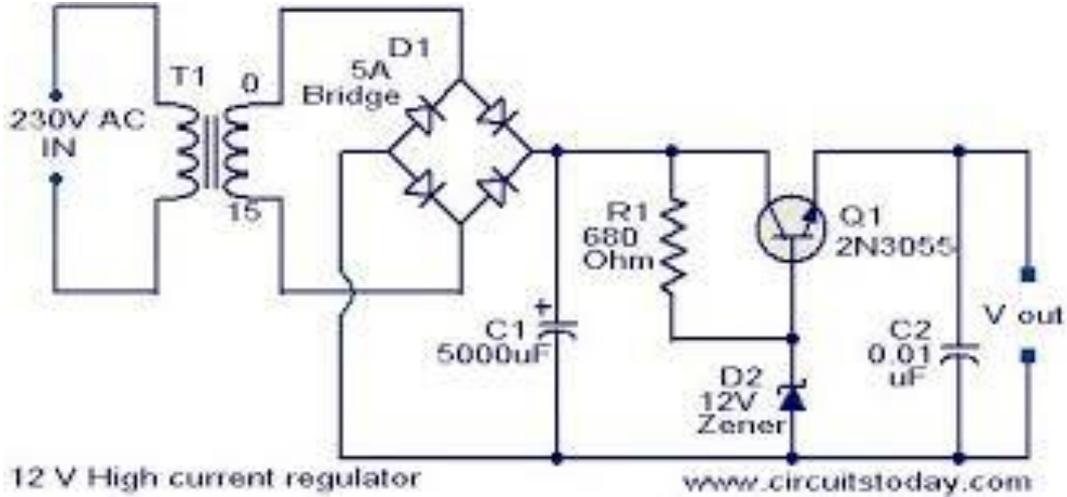
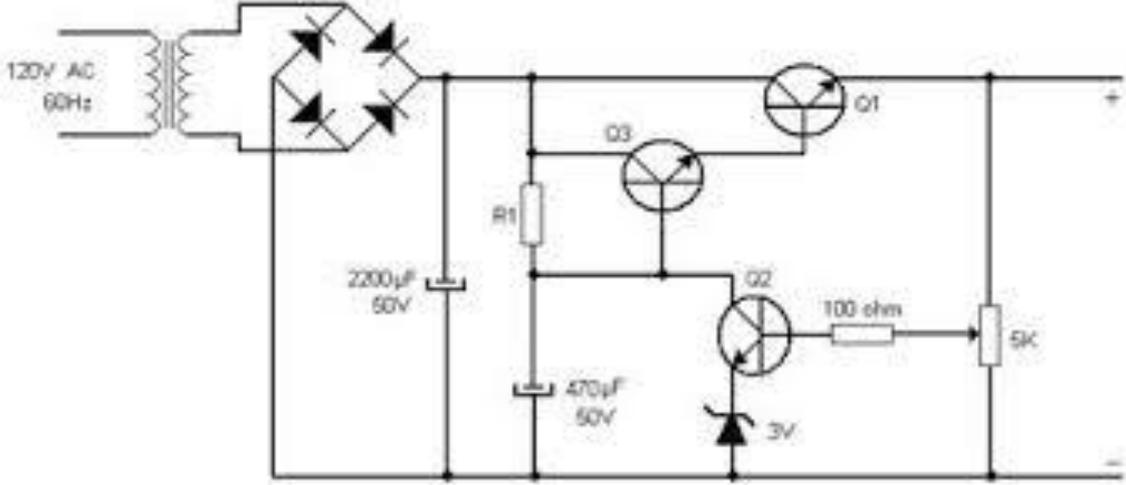


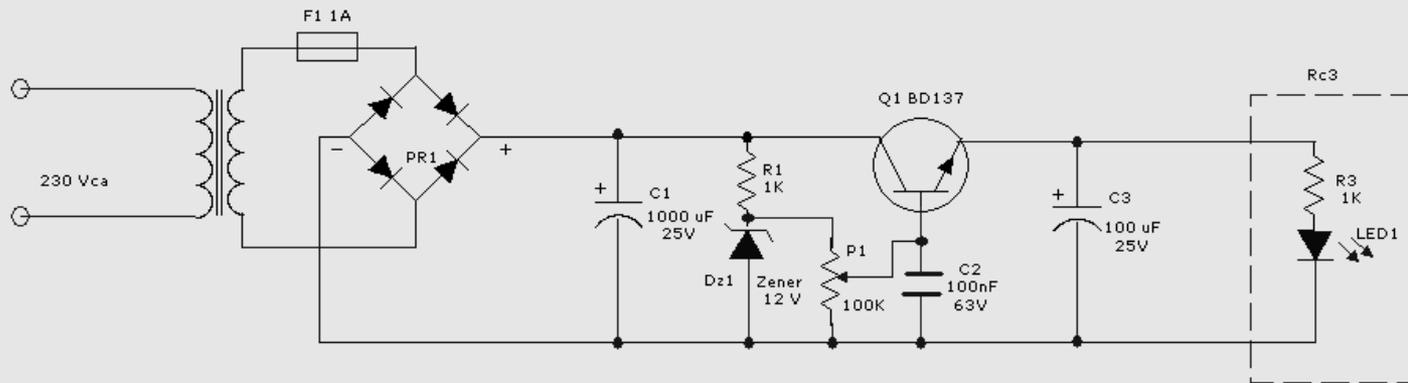
Regulador en paralelo

Otro tipo de regulador es el "*regulador en paralelo*". Este circuito está formado por impedancia fija colocada entre la entrada no regulada y la salida regulada; una impedancia variable que está colocada en paralelo, de donde viene el nombre de este tipo de reguladores, que se encuentra situada entre los terminales de la salida. La impedancia en paralelo va a variar para conseguir que la tensión de salida sea constante. Normalmente la impedancia en paralelo va ser un transistor, como en los reguladores en serie.



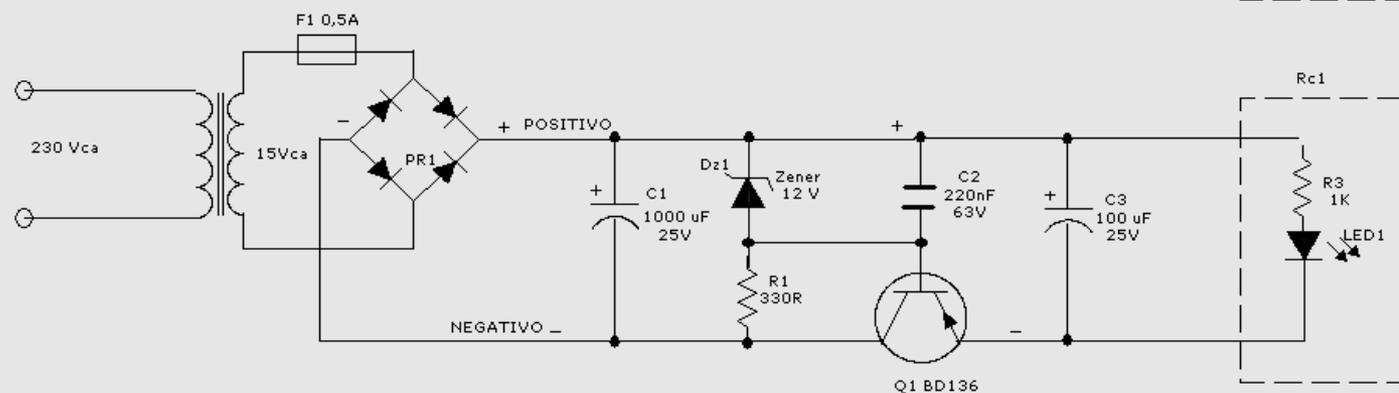
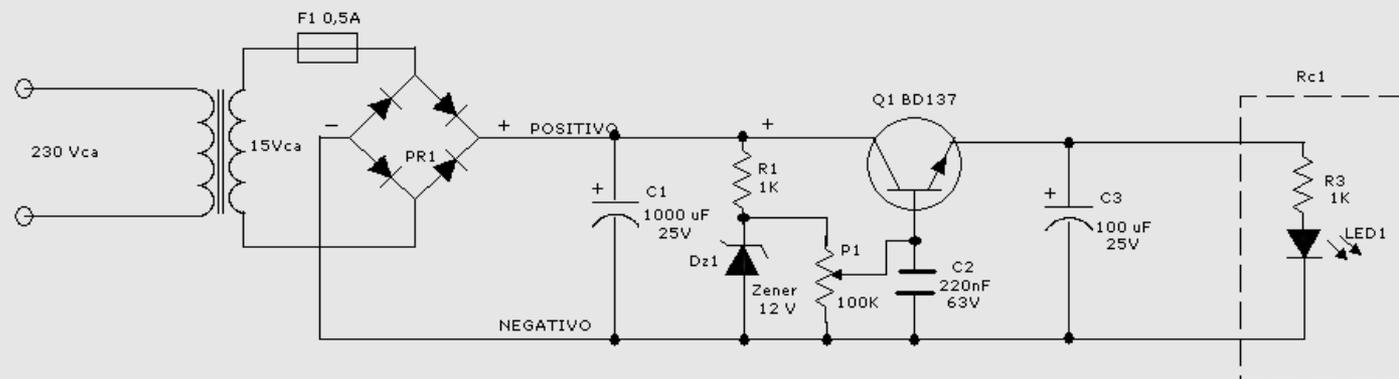
Reguladores series, ajustables y fijos.





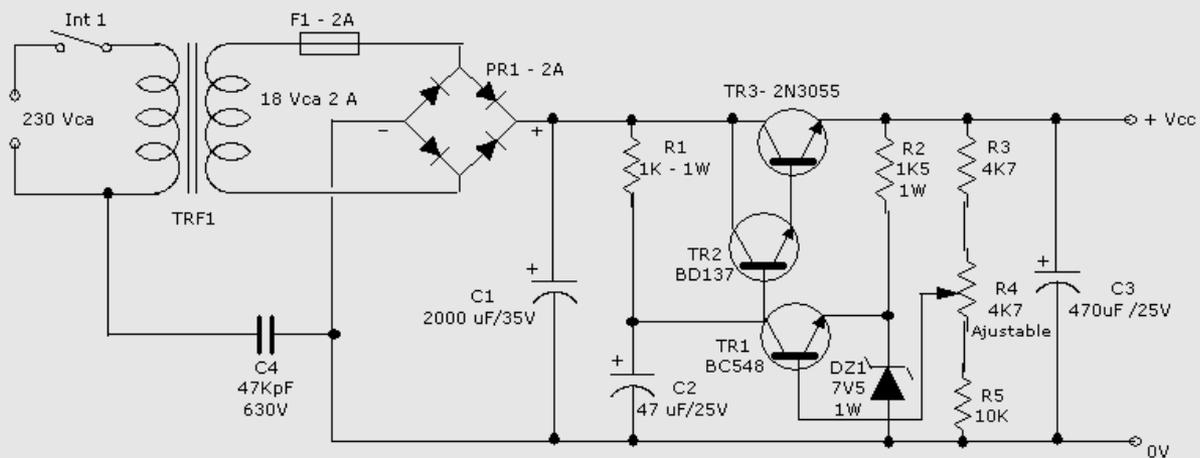
FUENTE DE ALIMENTACION +12 VCC
ESTABILIZACIÓN EN SERIE

Plano: P-2510	Fecha: 25/10/2010	Nº de Hojas: 1/1
Dibujado: JOSE MIGUEL CASTILLO CASTILLO		



FUENTE DE ALIMENTACION
ESTABILIZADA 12 V Y VARIABLE

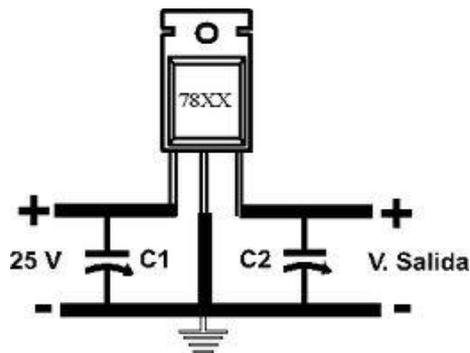
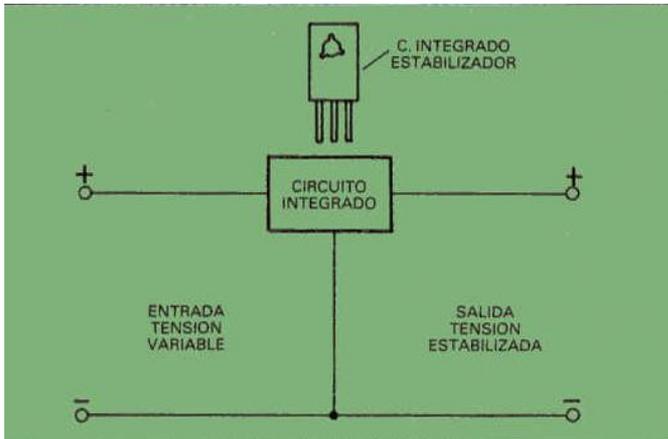
Plano: P-0611	Fecha: 06/11/2010	Nº de Hojas: 1/1
Dibujado: JOSE MIGUEL CASTILLO CASTILLO		



FUENTES DE ALIMENTACIÓN REGULADAS Y AJUSTABLES

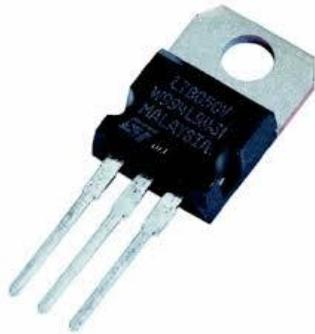
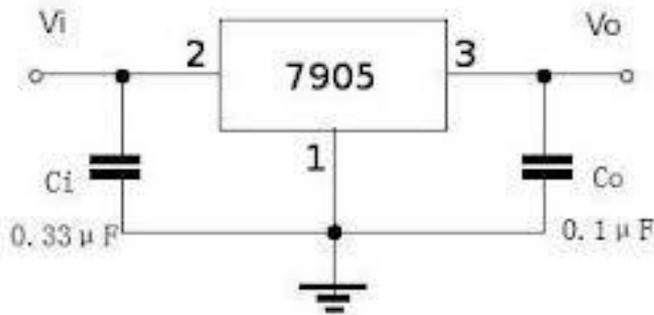
Plano: P-0905	Fecha: 09/05/2010	Nº de Hojas: 1/1
Dibujado: JOSE MIGUEL CASTILLO CASTILLO		

Reguladores integrados



El primer circuito integrado regulador que se fabricó fue el **LM723**, hace unos 15 años aproximadamente. Es uno de los circuitos integrados más vendidos en el mundo y, a pesar de sus defectos y de que hoy en día hay otro tipo de reguladores integrados, no se ha perdido su popularidad. Durante unos cinco años fue el único regulador integrado que se vendió. Después se encontró el modo de incorporar elementos externos a los circuitos integrados, entre los que se incluían transistores serie de alta corriente. Así surgió la familia de los **78XX, reguladores positivos de voltaje fijo.**

Reguladores integrados



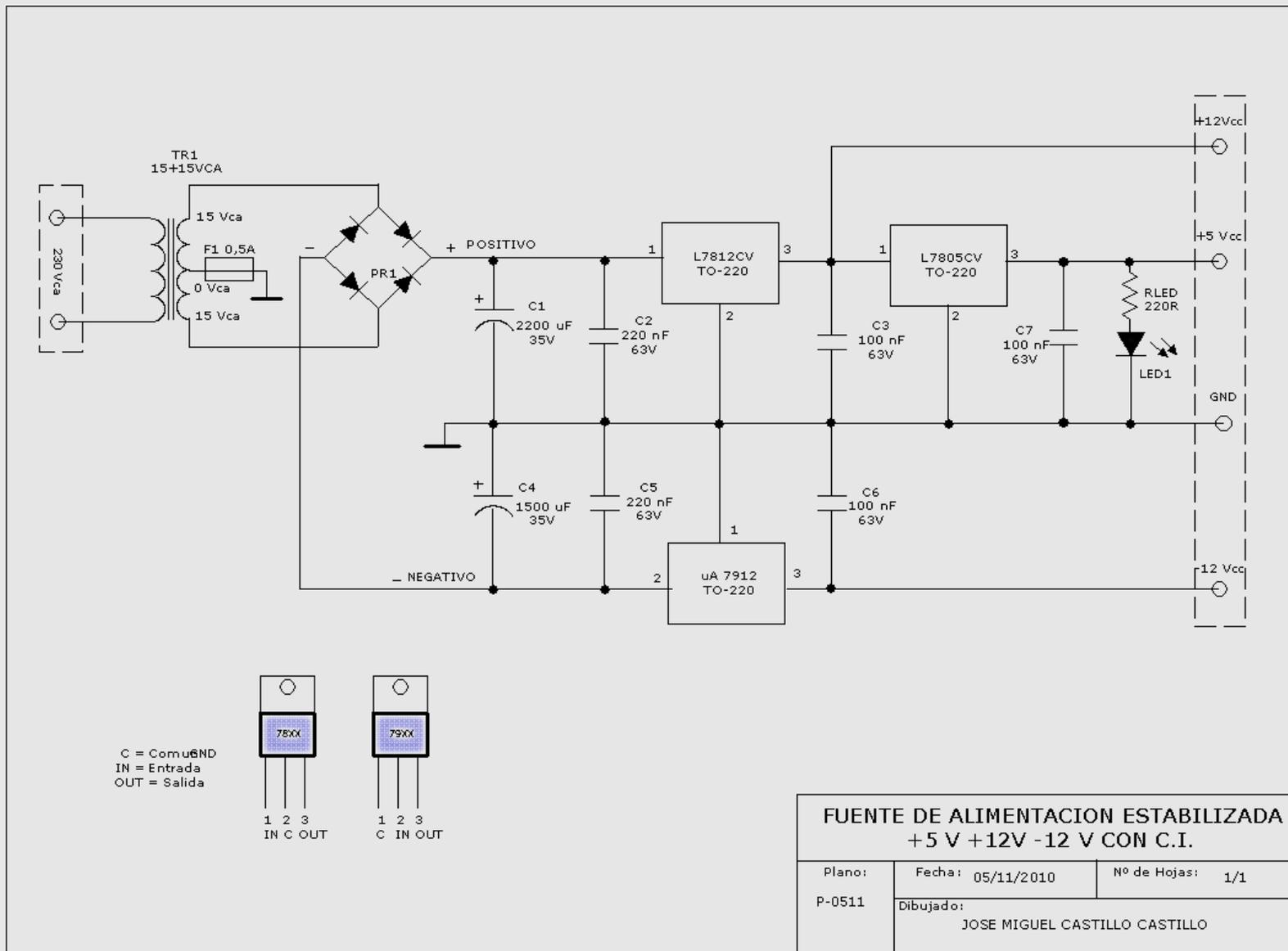
Pronto le siguió la familia de los 79XX, **reguladores negativos** de voltaje fijo. Estas dos familias tuvieron un gran éxito. Su precio era muy bajo, tenían buenas especificaciones de regulación de carga, linealidad y una buena capacidad de corriente que podía llegar hasta 1 amperio. Son muy usados como reguladores de circuitos locales. Su mayor ventaja es que se pueden reducir considerablemente los requerimientos sobre la fuente de alimentación principal y sus reguladores de voltaje.

Características y encapsulado de los reguladores integrados fijos 78XX y 79XX

Código del IC	Voltaje de salida	Corriente de salida	Voltaje de entrada mínimo	Voltaje de entrada máximo
7803	3.3v	1A	5v	35
7805	5v	1A	7v	35
7808	8v	1A	10v	35
7809	9v	1A	11v	35
7810	10v	1A	12v	35
7812	12v	1A	14v	35
7815	15v	1A	17v	35
7818	18v	1A	20v	35
7824	24v	1A	26v	40

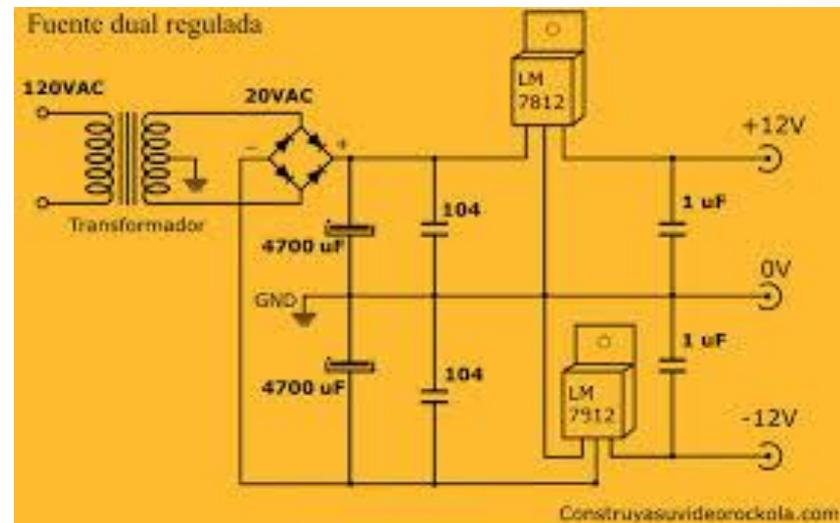
Código del IC	Voltaje de salida	Corriente de salida	Voltaje de entrada mínimo	Voltaje de entrada máximo
7903	-3.3v	1A	-5v	-35
7905	-5v	1A	-7v	-35
7908	-8v	1A	-10v	-35
7909	-9v	1A	-11v	-35
7910	-10v	1A	-12v	-35
7912	-12v	1A	-14v	-35
7915	-15v	1A	-17v	-35
7918	-18v	1A	-20v	-35
7924	-24v	1A	-26v	-40

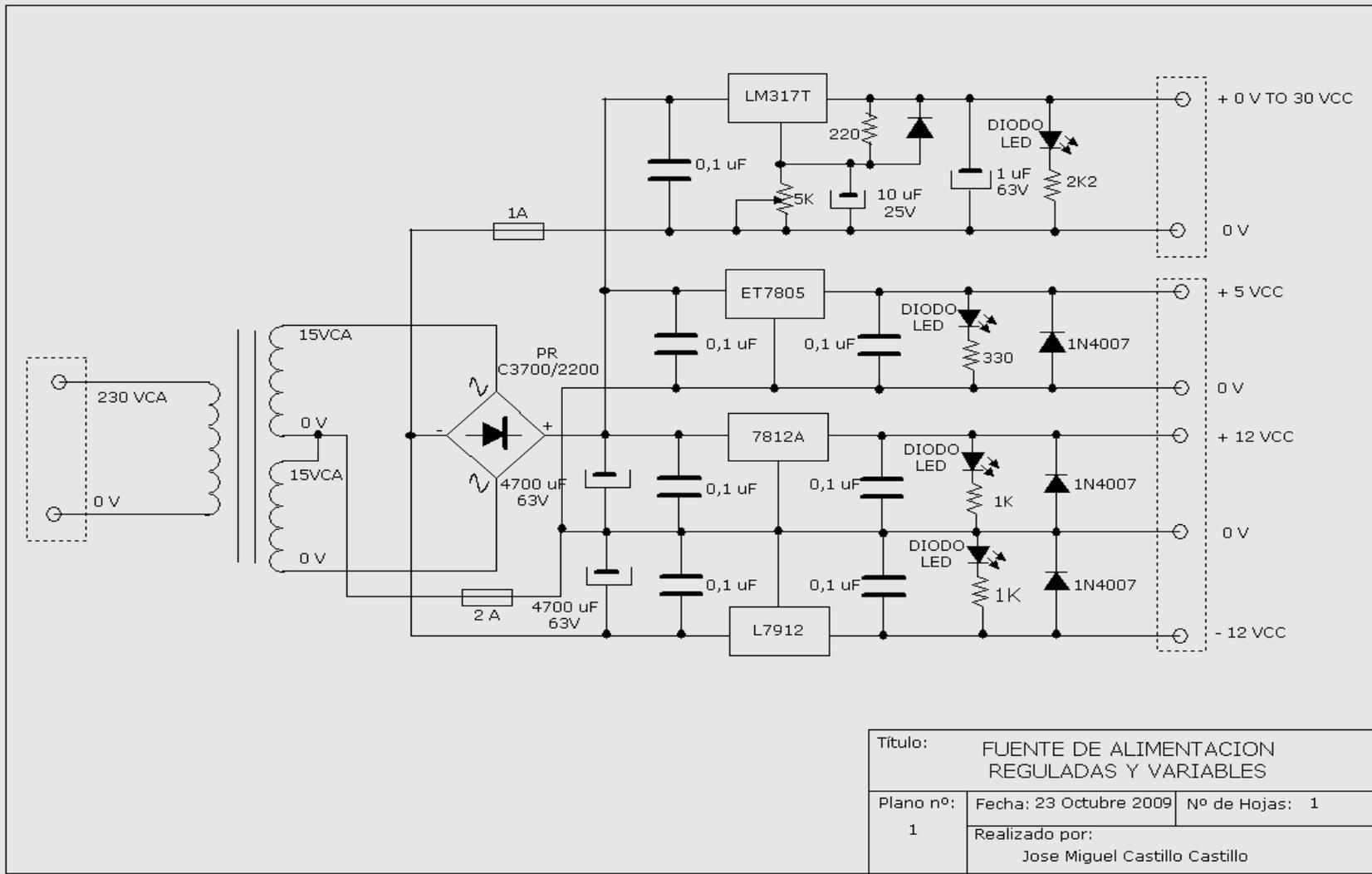
Corriente de salida	100mA	1A	1.1A - 5A
Encapsulado	TO-92	TO-220	TO-3
Forma física			



Reguladores simétricos

Después se extendieron ambas familias y aparecieron los **reguladores simétricos dobles**. Incluían un regulador positivo y otro negativo dentro del mismo chip, añadiendo un amplificador para que uno de los dos voltajes siga al otro y se obtengan salidas simétricas respecto a tierra. Estos reguladores cada vez han adquirido una mayor importancia, ya que se han ido haciendo evidentes las limitaciones de los reguladores convencionales.

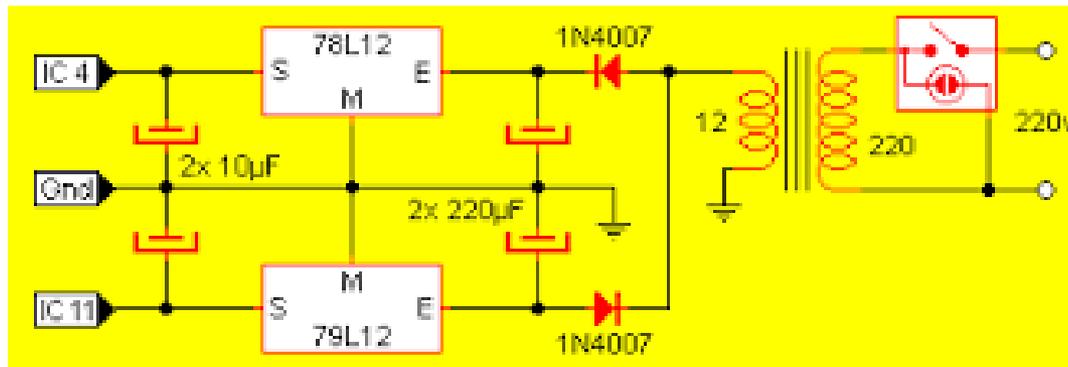




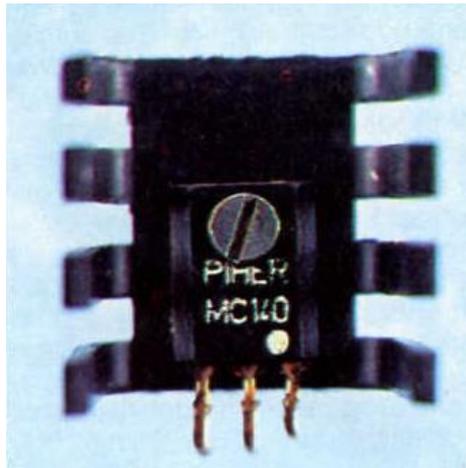
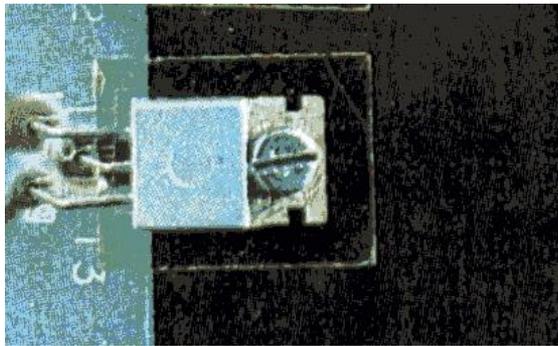
Título: FUENTE DE ALIMENTACION REGULADAS Y VARIABLES		
Plano nº:	Fecha: 23 Octubre 2009	Nº de Hojas: 1
1	Realizado por: Jose Miguel Castillo Castillo	

Reguladores dobles

La creciente complejidad de los sistemas analógicos conduce a situaciones donde pueden incluirse muchas funciones diferentes dentro de una misma tarjeta. Así, por ejemplo, podemos tener amplificadores operacionales, sensores, comparadores, microprocesadores, convertidores D/A y A/D, etc., dentro de una misma tarjeta. Esto trae un grave problema para la fuente de alimentación, ya que la tarjeta puede requerir voltajes tanto negativos como positivos. Los reguladores dobles pueden solucionar este tipo de problemas, ajustándose fácilmente a los requisitos de cada momento.



Disipación de calor



Casi todos los reguladores integrados son de baja potencia. Normalmente, si necesitamos corrientes elevadas, se les agregan elementos que amplifiquen la potencia externos al circuito integrado. Algunos fabricantes han logrado incorporar dentro del circuito integrado los transistores que amplifican la potencia, pero esto trae consigo una amplificación de la disipación de la potencia en el **c.i.**, por lo que no siempre es conveniente integrar el transistor. Como ya sabemos, los reguladores de alta corriente requieren que el circuito esté diseñado para que tenga una resistencia térmica mínima. Según sea la temperatura de trabajo de un circuito integrado, así va a ser su fiabilidad a largo plazo. Por lo tanto, cuanto más calor podamos sacar fuera del chip mejor va ser el circuito y va a funcionar durante más tiempo.

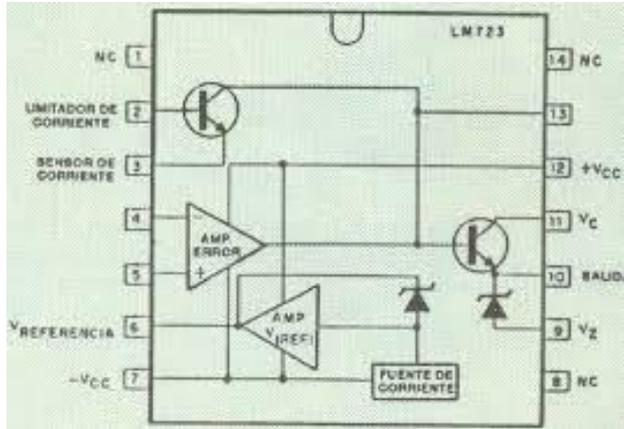
EL LM723

Uno de los circuitos integrados más utilizados es el **723**. Es un regulador de tensión. En el interior de este circuito integrado vamos a encontrar un amplificador operacional con sus dos entradas, **inversora** y **no inversora**, un diodo zener de referencia, un transistor que actúa como regulador de tensión, un segundo transistor de salida y un tercer transistor que va a controlar la intensidad y va a ser el encargado de limitarla, en el caso de que sea necesario, para evitar problemas con una intensidad muy alta. En este circuito vamos a tener una tensión de referencia de alrededor de 7 voltios. El amplificador operacional está conectado como seguidor de tensión, es decir, conectamos la salida directamente a la entrada inversora. Después ponemos un divisor de tensión, formado por dos resistencias, que nos va a proporcionar la tensión que vamos a meter por la entrada no inversora. Dicha tensión es la que vamos a obtener a la salida del amplificador ya que, como hemos dicho, se encuentra conectado como seguidor de tensión.

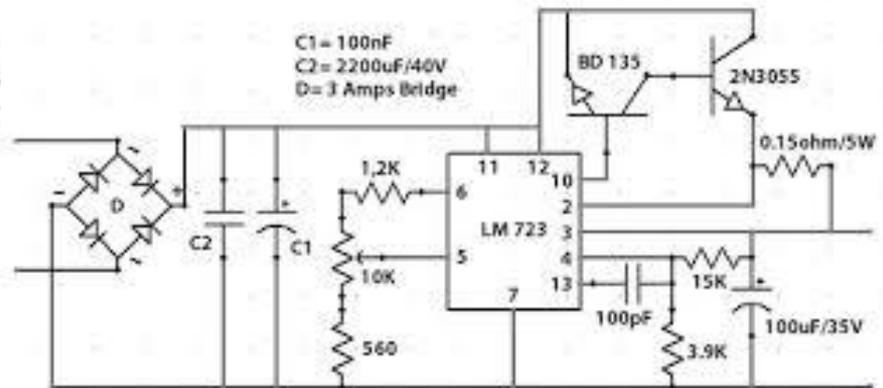
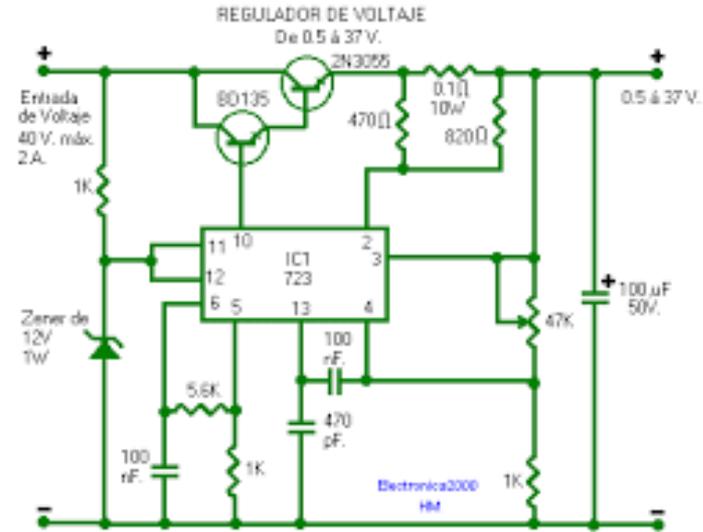
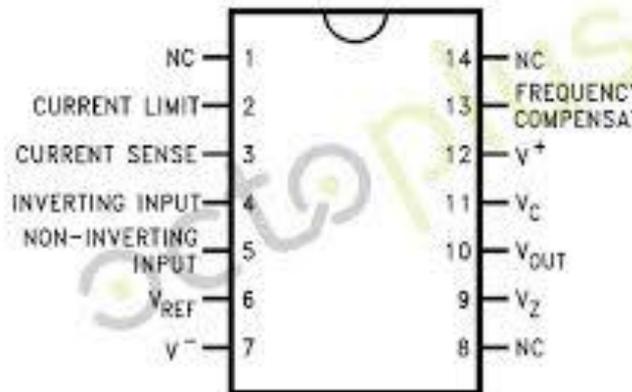
EL LM723

Por lo tanto, su funcionamiento más general consiste en unir la entrada inversora a la tensión de referencia, la no inversora al divisor de tensión, después conectar la diferencia de ambas entradas amplificadas al transistor regulador, que va a conseguir la estabilización deseada al variar su conducción para compensar la diferencia de las dos entradas. Aunque la máxima intensidad de salida de un 723 sean 150 mA, tenemos que tener cuidado con la corriente de salida para no sobrepasar la máxima disipación posible.

EL LM723



www.octoplus.com.co



EL LM723

Si necesitamos una corriente de salida mayor que la que nos permite el 723, podemos añadir un transistor exterior al circuito integrado. Este transistor de potencia puede ser del tipo PNP o NPN, pero tenemos que tener muy en cuenta de qué tipo es, para conectarlo correctamente al circuito integrado. Si estamos añadiendo un transistor NPN, lo vamos a conectar como si fuera una extensión de los seguidores internos que tiene el 723. La base va a ir conectada al potencial de salida del circuito integrado, V_o , y el emisor lo vamos a unir a la entrada inversora. Pero si añadimos un PNP vamos a conectar el potencial de salida, V_o , a la entrada inversora y esta al emisor, y la base a V_c , que es la tensión del colector del transistor de salida del circuito integrado 723.

EL LM723

Entre las ventajas que nos ofrece un 723 podemos destacar su buena regulación y bajo coeficiente de temperatura, junto con su versatilidad. Además, no solo se puede usar como regulador de tensión sino que también se puede emplear como regulador de intensidad.

El 723 se caracteriza por su pequeño consumo en reposo, baja deriva con la temperatura y su alto rechazo al ruido. Es aplicable en fuentes de alimentación positivas y negativas como un regulador paralelo, serie, conmutado o flotante. Se pueden usar como fuentes de laboratorio, reguladores locales para tarjetas lógicas, reguladores para amplificadores de datos de bajo nivel, fuentes para instrumentación, sistemas aerotransportados y fuentes para circuitos digitales y lineales.

EL LM723

Con un 723 podemos conseguir un regulador básico de baja tensión y un regulador básico de alta tensión. Como ya sabemos, con el circuito integrado 723 podemos construir una fuente de alimentación. Cuando se empezaron a fabricar los circuitos integrados era muy difícil superar los 40 voltios de salida con un c.i.; para conseguir esto había que usar semiconductores discretos, no integrados, incluso con el 723 no se podían rebasar los 40 voltios de entrada y con esta entrada sólo se podía conseguir una salida que, como mucho, alcanzaba los 37 voltios. Pero ahora podemos construir un circuito con un 723 que supere este límite de salida para poder usarlo como regulador básico de alta tensión.

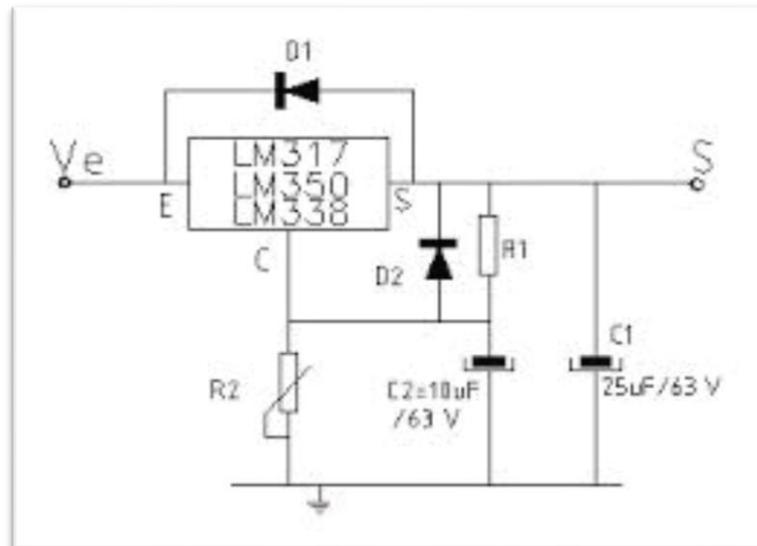
EL LM723

En un LM723, una zona importante es la fuente de tensión de referencia, que está compensada en temperatura y casi exenta de ruido. La fuente de referencia puede proporcionar una corriente que puede alcanzar 15 mA. Aparte, como ya sabemos, se encuentra un amplificador corrector que va a controlar al transistor que proporciona la tensión de salida, un transistor que se encarga de limitar la corriente. Es posible conseguir una alimentación totalmente estable y protegida contra los cortocircuitos usando un 723 y algunos componentes discretos asociados.

Reguladores flotantes

Para conseguir tensiones estabilizadas de más de 40 voltios, el circuito necesita una tensión auxiliar separada, que actúe como fuente de tensión.

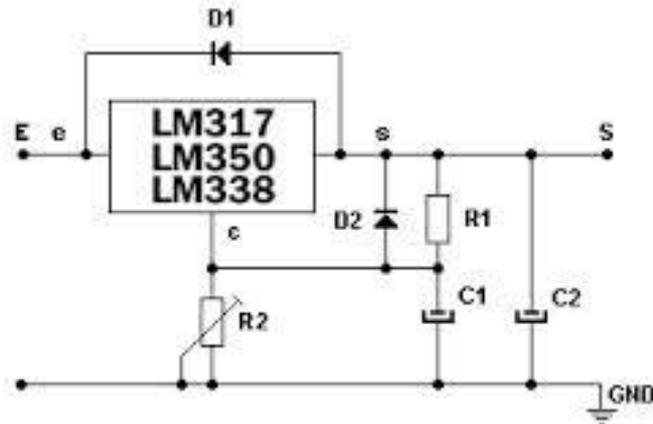
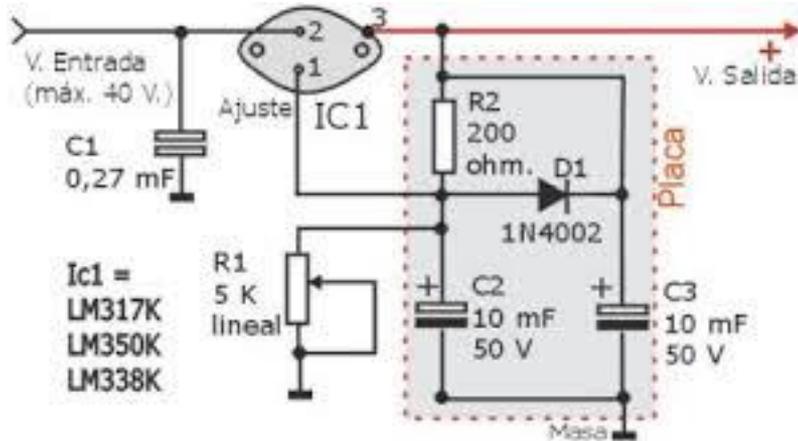
A este tipo de reguladores se les denomina "**reguladores flotantes**". Con estos circuitos podemos conseguir una tensión de salida que puede ser regulable entre 0 y 60 voltios.



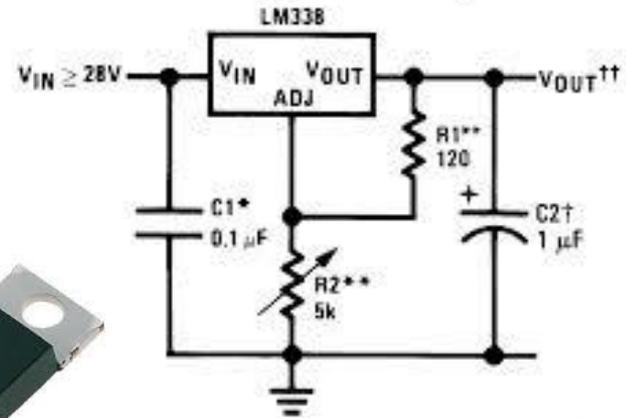
El LM338

Otro ejemplo de regulador ajustable es el **LM338**. Este regulador tiene un valor de la tensión de referencia de 1,25 V. Con él podemos conseguir una corriente de salida que va desde los 1,2 V a los 25 V. Es muy recomendable colocar un condensador conectado a la entrada del LM338 para conseguir que el circuito no sea sensible a los ajustes o a la presencia de condensadores de salida. Los LM338 proporcionan una regulación de la carga muy buena. Para obtener las mejores prestaciones tenemos que tomar una pequeña medida. Dicha medida consiste en conectar la resistencia de corriente entre los terminales de ajuste y de salida lo más cerca posible del regulador, aunque para ello se tenga que alejar de la carga.

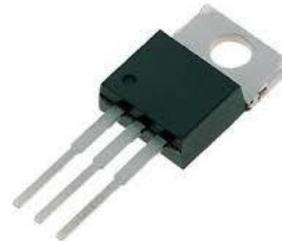
LM338



1.2V–25V Adjustable Regulator

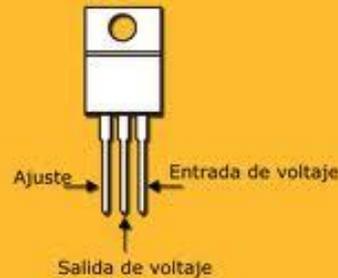


DS009080-1



Empaque plástico (TO-220)

Empaque metálico tipo (TO-3)



El LM338

Cuando utilizamos condensadores con los circuitos integrados regulados es muy conveniente añadir unos **diodos de protección** y evitar así las descargas que se pueden producir por parte de los condensadores en los puntos de baja corriente de regulador. Cuando un regulador tiene conectado un condensador a la salida y se cortocircuita su entrada, el condensador se va a descargar a través del circuito integrado. Esta descarga es suficiente para dañar al circuito integrado y va a depender de tres factores: el tamaño del condensador, la tensión de salida y la velocidad de decrecimiento de la tensión de entrada. Por todos estos motivos, es muy conveniente añadir unos diodos de protección y, como ejemplo de circuitos integrados que los utilizan, podemos citar el regulador LM338.

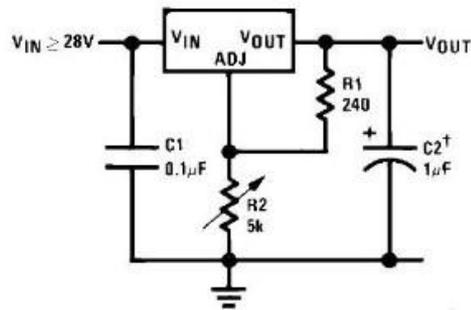
EL LM317

El circuito integrado **LM317** es un regulador serie ajustable, capaz de trabajar con hasta 40 Voltios de corriente continua de entrada y capaz de entregarnos a su salida una tensión ajustable de entre 1,25 a 37 Voltios.

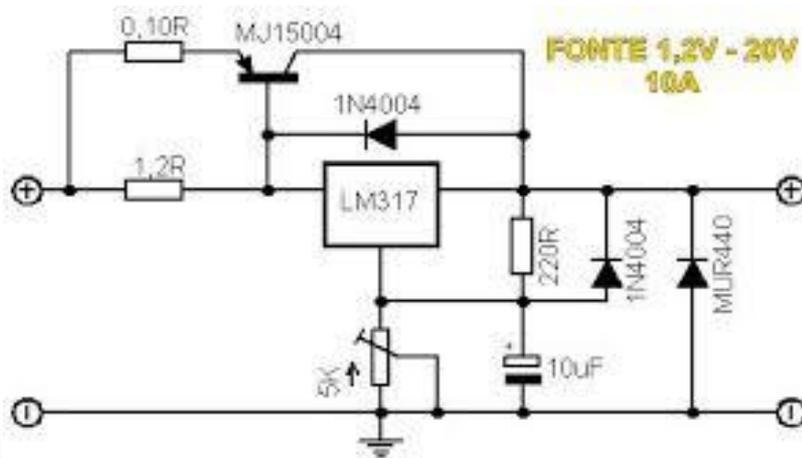
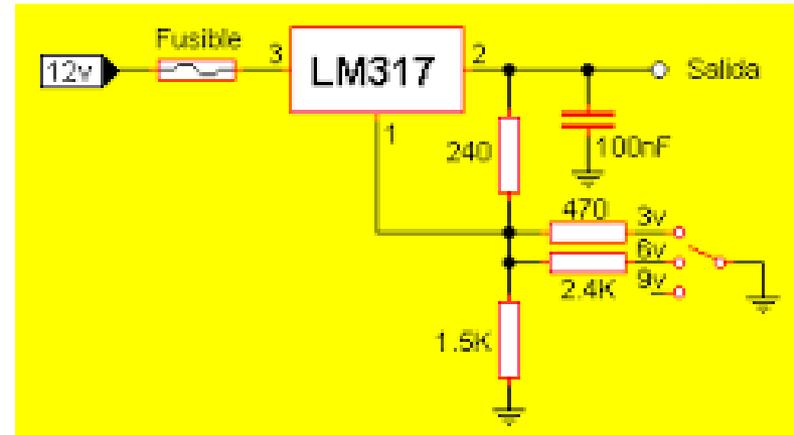
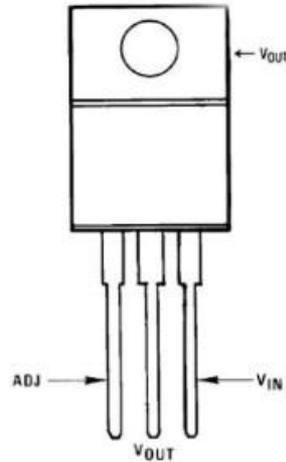
Es recomendable colocar un condensador conectado a la entrada de muy alta capacidad esto permitirá lograr una mejor absorción y filtrado de los ruidos de alta frecuencia que existen en la red eléctrica y que, por supuesto, atraviesan el transformador de alimentación.

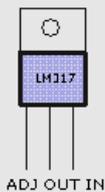
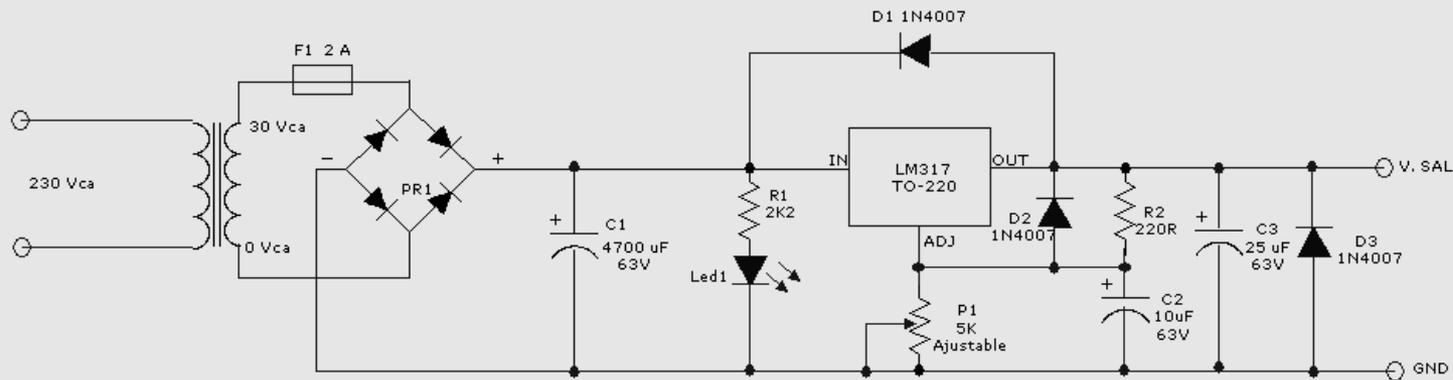
Es importante aclarar que la potencia del transformador debiera ser acorde a la capacidad de corriente de los diodos y el/los transistores que se utilicen en la etapa de regulación. Es decir, no es necesario colocar diodos que soporten 25 Amperios cuando el transformador sólo puede entregar una corriente de 3 Amperios. Lo mismo ocurre con el/los transistores de potencia, siempre es bueno colocar dispositivos que sean capaces de trabajar con el doble o triple de la corriente nominal que utilicemos.

LM317



LM317T





FUENTE ESTABILIZADA Y VARIABLE DE
1,5 A 30 Vcc CON C.I.

Plano: P-0711	Fecha: 07/11/2010	Nº de Hojas: 1/1
Dibujado: JOSE MIGUEL CASTILLO CASTILLO		

Fin del Tutorial