

REGULADOR DE VOLTAJE DE cc

La mayor parte de los circuitos electrónicos requieren voltajes de cd para operar. Una forma de proporcionar este voltaje es mediante baterías en donde se requieren bajas potencias de consumo, sin embargo, el tiempo de operación está limitado a éstas, a menos que se recarguen o reemplacen, otra forma de realizar esta alimentación es mediante una fuente de alimentación de cd.

Esta fuente se encarga de “convertir” una tensión de ca a una tensión de cd proporcionando la corriente necesaria para la carga.

En la figura 1 se muestra un diagrama a bloques de una fuente de alimentación estabilizada.

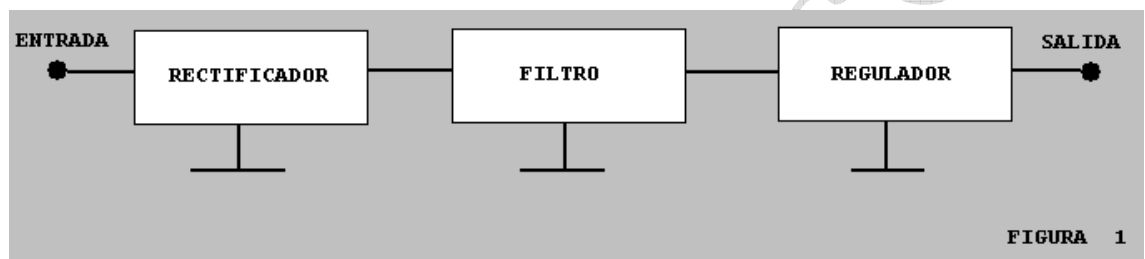


FIGURA 1

El objetivo del rectificador es distorsionar la entrada senoidal para que su salida tenga una componente de cd. Mediante el filtro se rechazan en gran medida los armónicos¹ de la salida del rectificador. Idealmente la salida del filtro² debería contener únicamente el término de continua de la salida del rectificador, pero en realidad contiene a éste mas una cierta oscilación, proveniente sobre todo del armónico principal de la salida del rectificador que no ha sido completamente eliminado y que recibe el nombre de rizado³.

La misión del regulador es doble, por un lado su salida debe estar completamente regulada al valor deseado, es decir debe anular el rizado. Por otro lado, debe de poseer impedancia⁴ de salida muy baja a fin de que la salida de tensión regulada se mantenga, independientemente de la carga, siempre que ésta varíe, dentro de los límites exigidos en el diseño.

La fuente de alimentación más económica es del tipo de circuito rectificador. Desafortunadamente el voltaje de rizo de ca, se sobrepone al voltaje de cd, de modo que el circuito rectificador no suministra cd pura, figura 2 y 3.

Una característica por igual indeseable es una reducción en el voltaje de cd al aumentar la corriente en la carga.

¹ Una armónica es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. La frecuencia fundamental es la primera armónica, para una forma de onda de ca de entrada de 60Hz esta es la primer armónica. El segundo múltiplo de la frecuencia fundamental se llama segunda armónica, etc.

² Dispositivo capaz de transmitir una banda de frecuencias limitada.

³ La salida rectificadora de cc varía en amplitud. Esta forma fluctuante de onda de cc corresponde a una pulsación de ca superpuesta al nivel promedio de cc.

⁴ Oposición total a una corriente alterna, en un circuito que contiene resistencia y reactancia, recibe el nombre de impedancia y se mide en Ohms (Ω)

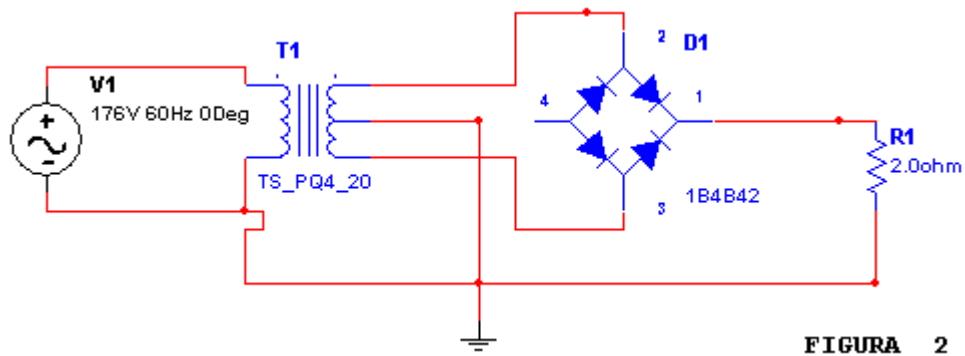


FIGURA 2

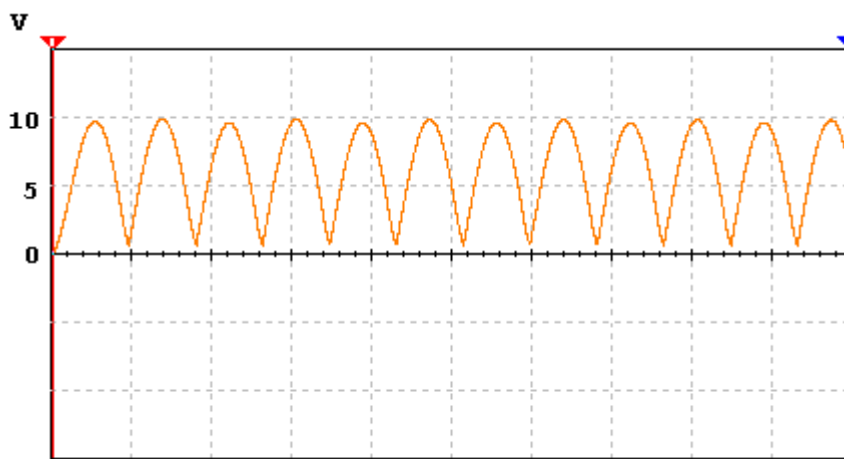


FIGURA 3

En la figura 2 se muestra el rectificador con una resistencia R1 de 2 Ω como carga obteniéndose una tensión de salida de 10 V, se puede observar una variación de voltaje al modificar la carga, por ejemplo una impedancia alta 10 K Ω en el mismo circuito figura 4.

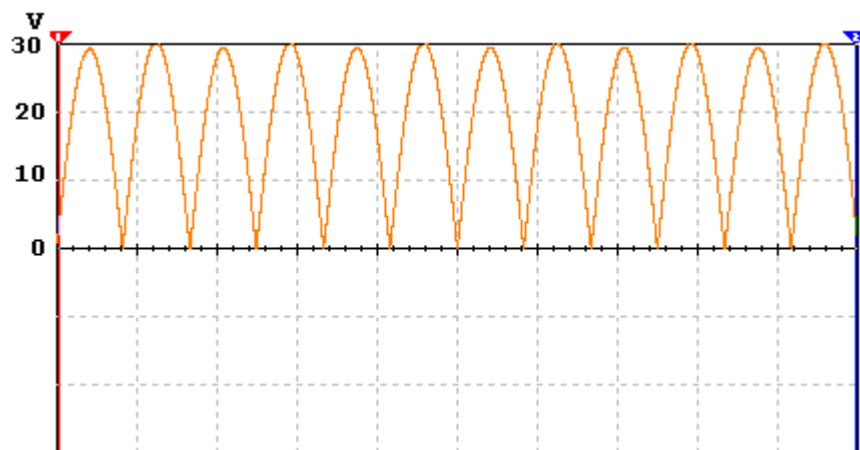


FIGURA 4

Se puede observar la gran diferencia que existe en la tensión de salida al modificar la carga en la salida.

Este tipo de fuente de alimentación se clasifica como no regulada.

En la figura 5 se muestra la salida de esta fuente agregando un filtro que en este caso es un capacitor electrolítico de alto valor y tensión de operación adecuada a esta fuente, ya que uno de los parámetros de operación de este tipo de capacitores es precisamente la tensión de operación además de contar con polaridad por lo que habrá de ponerse especial atención al realizar la conexión.

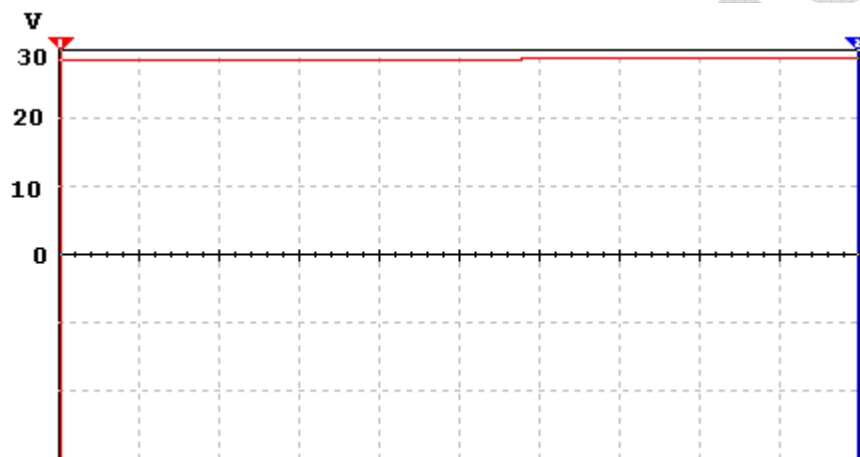
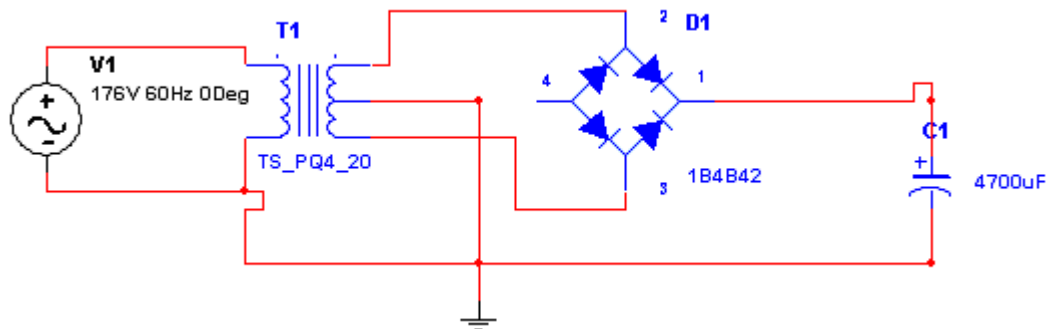


FIGURA 5

En el gráfico de la figura 5 se aprecia como se “linealiza” la forma de onda, sin embargo sigue presente un pequeño rizado el cual no se aprecia, sin embargo existe.

Es necesario conocer las limitaciones de este tipo de fuentes antes que se puedan mejorar o superar agregándoles regulación. También es necesario construir una fuente no regulada antes de conectarla a un regulador de voltaje.

Regulador básico con Diodo Zener

El esquema básico de este tipo de regulador se muestra en la figura 6.

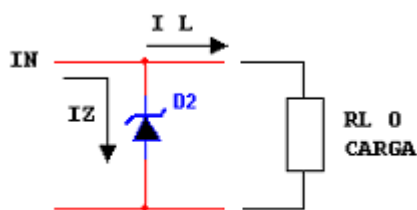


FIGURA 6

El circuito completo se muestra en la figura 7.

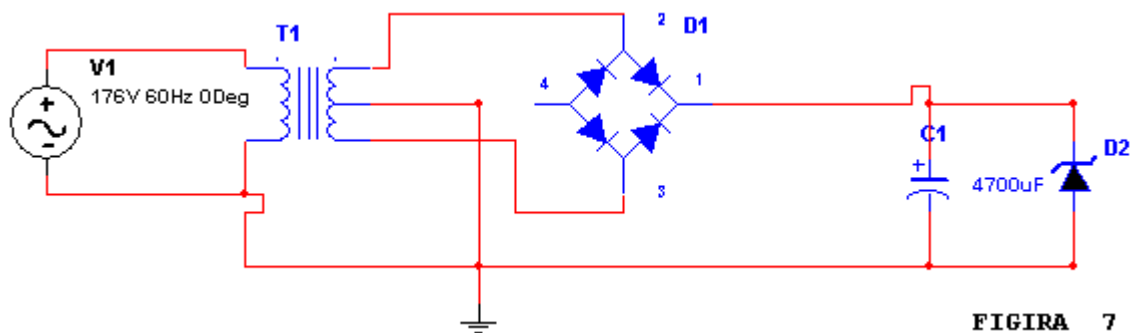


FIGURA 7

De acuerdo a la tensión de salida que se requiera deberá ser el diodo, para lo cual se recomienda referirse a las hojas de datos o manuales de dichos elementos para encontrar el más adecuado de acuerdo a la tensión, cabe hacer mención que también es necesario verificar que el diodo sea de una disipación de potencia adecuada para la fuente y para la carga ya que como se muestra en la figura 6 circulará por él una corriente.

Regulador de tensión con transistor.

Una variante de regulador de tensión es utilizando un transistor (que bien puede ser de potencia) con lo cual se logra una buena estabilidad de tensión con una corriente suficiente para la carga, la corriente proporcionada por este regulador estará en función del transistor empleado, sin embargo esta corriente deberá ser entregada y soportada por el transformador, así mismo los diodos rectificadores deberán ser los adecuados para el caso de corrientes elevadas..

En donde se requiere una corriente baja se puede optar por un transistor de propósito general como por ejemplo el BC547, 2N2222, entre muchos otros.

Para corrientes mayores pueden ser empleado como por ejemplo el TIP 41C el cual es capaz de soportar una corriente superior, un transistor que es capaz de soportar una corriente de hasta 15 A teniendo una disipación de potencia de 115 W es el transistor 2N3055, estos transistores son a manera de ejemplo ya que existen en el mercado una cantidad importante de ellos los cuales pueden ser empleados de acuerdo a las necesidades.

En la figura 8 se muestra este tipo de regulador.

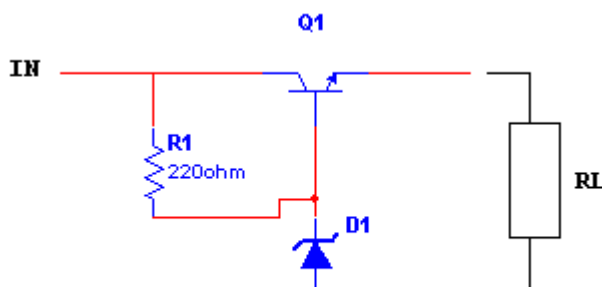


FIGURA 8

La tensión de salida en RL viene dada por la caída de tensión en el diodo Zener y la unión base-emisor del transistor quedando como sigue:

$$V_o = V_z - V_{be} = V_i$$

Por lo que la tensión de salida viene dada prácticamente por la caída de tensión del diodo zener.

Para obtener una tensión regulada adecuada es necesario que la tensión de entrada sea superior a la tensión del diodo zener más la caída en la base-emisor del transistor.

En la figura 9 se presenta una pequeña variante agregando un capacitor de desacoplo.

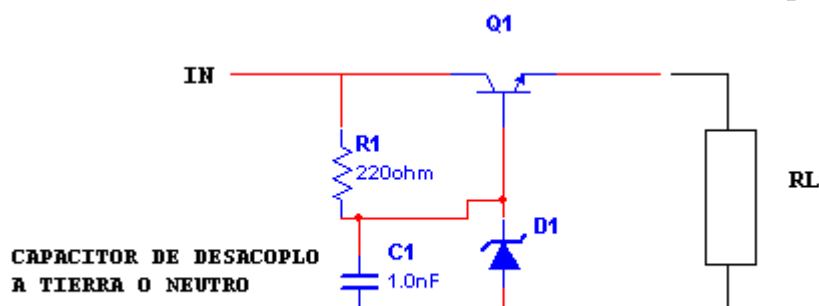


FIGURA 9

También es posible, si es que se requiere una corriente elevada, utilizar dos transistores en lugar de uno agrupados como un par DARLINTON.

Una manera sencilla de obtener un regulador de tensión “variable” es colocando diodos zener en un arreglo y conmutando para obtener la tensión requerida, tal y como se muestra en la figura 10.

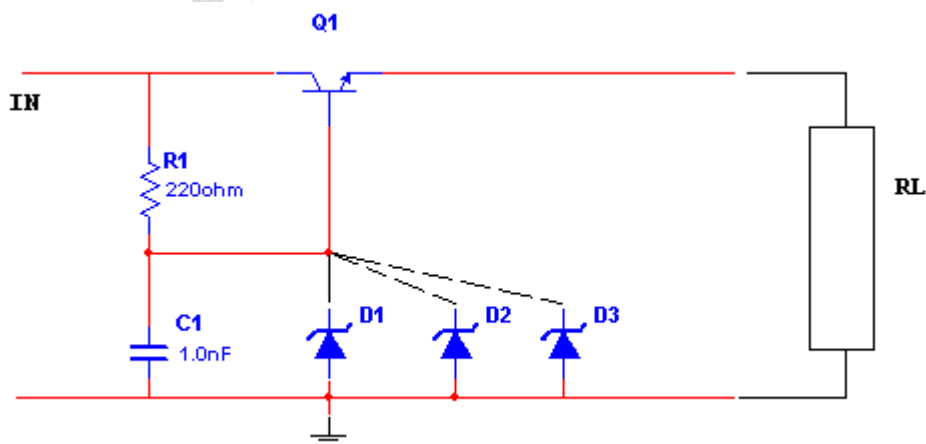


FIGURA 10

También es posible diseñar reguladores para obtener una fuente “simétrica”, esto es que entregue a la salida una tensión positiva, una tensión negativa y con respecto a un neutro o común.

Para realizar esto es necesario contar con una fuente no regulada simétrica o en su defecto un transformador con estas características.

Este tipo de transformadores son comúnmente conocidos como “transformadores con Tap central”, los cuales presentan por lo menos una derivación en su devanado secundario para proporcionar la mitad del voltaje total o una parte de el, en donde al sumar los voltajes en los devanados secundarios será el voltaje total de los devanados, en la figura 11 se muestra un diagrama eléctrico del transformador con tap central (o derivación a la mitad del devanado secundario).

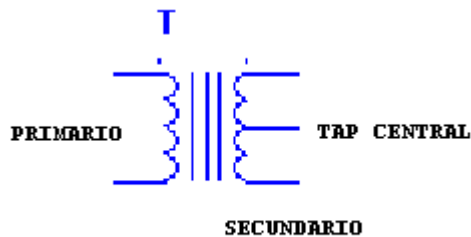


FIGURA 11

En la figura 12 se muestra el circuito completo del regulador simétrico.

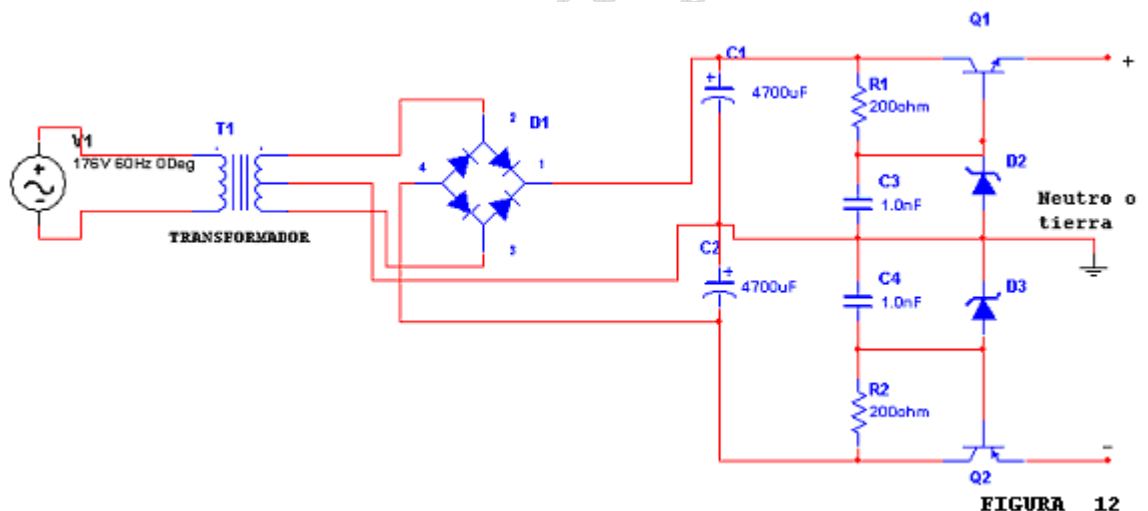


FIGURA 12

Obsérvese como se toma a la derivación central del transformador como tierra o mejor dicho neutro, en todo el circuito, con esto se logra tener voltajes positivos y negativos a partir del punto neutro.

La parte “negativa” del regulador se encuentra integrada por un transistor PNP (Q2) con la misma capacidad de corriente y tensión que el transistor Q1, nótese la polaridad del diodo zener D3 y el capacitor C2. los capacitores C3 y C4 son capacitores cerámicos los cuales no tienen polaridad.

Para el caso de la figura 12 es posible aumentar la capacidad de corriente colocando arreglos de transistores darlington en donde el transformador debe de ser capaz de soportar toda la corriente que pasará por el regulador.

De igual manera se construye un regulador variable colocando arreglos de diodos zener como en la figura 10.

Limitador de corriente

Este circuito establece una realimentación negativa cuando la corriente de carga sobrepasa la máxima especificada para el regulador, manteniendo la corriente de carga relativamente constante, aún cuando la impedancia en la carga sea menor al mínimo requerido por las especificaciones del regulador.

Un circuito de este tipo se muestra en la figura 13

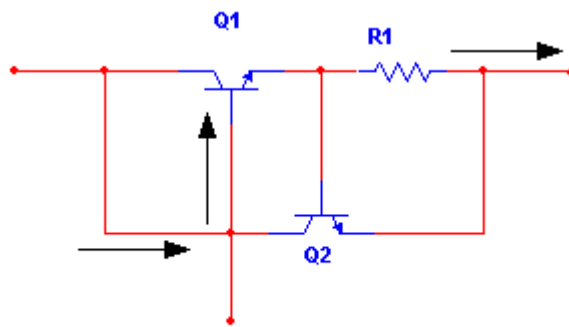


FIGURA 13

Q1 es el transistor regulador, Q2-R el limitador de corriente, R1 debe diseñarse de forma que Q2 empiece a conducir cuando la corriente de carga sobrepase el máximo permitido, es decir.

$$R = V_{BE}(Q2) / I_{l \max}$$

Si se llegara al punto que la corriente de carga sobrepasa el límite máximo permitido. Q2 empieza a conducir disminuyendo la corriente de base de Q1 y haciendo, en consecuencia, la corriente total de forma que crecimiento y disminución se compensan, manteniéndose la corriente de salida constante.

A manera de ejemplo se muestra, en la figura 14, un regulador de 15 V y 2 A

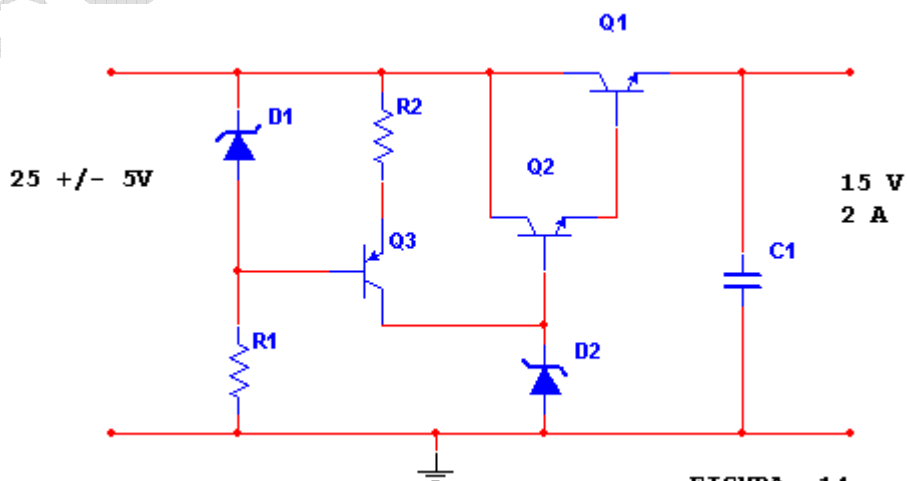


FIGURA 14

La fuente de corriente debe proporcionar la corriente para polarizar al diodo zener y la base del transistor Q2.

Para asegurar una correcta polarización de D1 en todo momento, se debe asegurar que por él circule al menos 1 mA cuando la tensión de entrada al regulador es mínima.

La elección del valor de la tensión de ruptura del diodo D1 es arbitraria dentro de ciertos límites. Estos límites están dispuestos por la condición de que el transistor Q3 trabaje siempre en la región activa y más concretamente que no penetre en la zona de saturación. Esto se logra eligiendo una tensión en la base de Q3 superior a la que hay en su colector.

La tensión de ruptura del diodo D2 deberá ser de 16.4 V si se desean 15 V a la salida del regulador.

La fuente de corriente deberá proporcionar la siguiente corriente:

$$I_C(Q3) = I_{\min}(D2) + I_{B_{\max}}(Q2) = 2\text{mA}$$

Eligiendo un diodo zener D1 con una tensión de ruptura de 1.7 V, las tensiones en la base y emisor de Q3, en las condiciones más desfavorables (mínima tensión de entrada), son:

$$V_B(Q3) = 18.3 \text{ V}$$

$$V_E(Q3) = 19 \text{ V}$$

Y como resultado

$$R_2 = 1\text{V} / 2\text{mA} = 500 \Omega$$

$$R_1 = 18.3 \text{ V} / 1 \text{ mA} = 18,3 \text{ k}\Omega$$

Q1 deberá ser un transistor que soporte una corriente de 2 A, una tensión colector-emisor de 15 V y una potencia de disipación de 30 W.

A continuación se mencionan los componentes encontrados comercialmente.

$$V_{D1} = 1.7 \text{ V}$$

$$R_1 = 18 \text{ k}\Omega$$

$$Q1 = 2N3055$$

$$V_{D2} = 16.4 \text{ V}$$

$$R_2 = 470 \Omega$$

$$Q2 = BD135$$

$$C = 2 \text{ 500 } \mu\text{F}$$

$$Q3 = 2N2222A$$

BIBLIOGRAFIA

ENRIQUE J. DEDE. DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRONICOS.
MARCOMBO. 1993

Robert F. Coughlin. AMPLIFICADORES OPERACIONALES Y CIRCUITOS INTEGRADOS LINEALES.
Prentice Hall. 4ª ed. 1993

Howard H. Gerrish. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD.
LIMUSA. 1ª ED. Mexico. 1991

Wayne Tomasi. SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRONICAS
Prentice Hall. 2ª ed. MEXICO. 1996

Guia de reemplazos ECG Semiconductors. Edicion 1996

WWW.SOLECMEXICO.COM