

alimentador de 10 amperios con SCR

- 1 **esquema eléctrico**
- 2 **protección contra sobrecargas**
- 3 **realización práctica**
- 4 **ajuste y puesta a punto**
- 5 **componentes**



Si se deseara realizar un alimentador estabilizado, con transistores, capaz de proporcionar en su salida, con sólo 20 V, una corriente de 10 Amp., como mínimo se tendrían que utilizar como etapa final cuatro o cinco transistores de potencia, conectados con diez o quince transistores más para el pilotaje. Además, puesto que 20 V 10 A equivalen a 200 vatios, los transistores finales se calentarían tanto, que para disipar el calor generado deberían montarse sobre enormes aletas refrigeradoras. Empleando, en sustitución de los transistores de potencia, diodos SCR, pueden realizarse alimentadores de potencia estabilizados de elevada corriente, con la ventaja de hacer disipar a los diodos potencias limitadas, del orden de pocos vatios (la potencia disipada por los propios diodos). Fijando los mismos sobre minúsculas aletas de refrigeración y con un mínimo de componentes, pueden realizarse alimentadores capaces de proporcionar corrientes del orden de los 10, 20 o 50 amperios, según el tipo y las características de los SCR utilizados y del transformador de alimentación.

Se puede afirmar, por lo dicho, que los alimentadores con diodos SCR presentan notables ventajas con respecto a los tradicionales, no sólo por las corrientes que llegan a obtenerse, sino también por la temperatura mínima a la cual son expuestos todos los componentes. Por lo tanto, con este dispositivo el lector podrá comprobar el principio sobre el cual funcionan estos alimentadores, capacitándose por sí mismo para proyectar en el futuro otros tipos de alimentadores con características distintas al descrito aquí, y en consonancia con el empleo al cual serán empleados. Por ejemplo, no resultará difícil modificarlo para obtener 50 o 100 V estabilizados, y 5, 10 o más amperios, por cuanto para esta modificación es suficiente variar las características del transformador de alimentación y de los diodos SCR. El modelo que describiremos, ha sido proyectado para entregar sólo 10 amperios con un mínimo de 7 voltios y un máximo de 25 V.

En el circuito ha sido incluida una protección contra los cortocircuitos y un limitador de la corriente máxima calculada a los valores de 1 amperio - 3 amperios - 10 amperios.

El único inconveniente que puede presentar un alimentador estabilizado con SCR, respecto a los tradicionales, consiste en poseer un porcentaje de «residuo en alterna» excesivamente elevado; pero este problema ha sido resuelto con un filtro nivelador transistorizado.

1

El circuito de este alimentador está compuesto de tres etapas:

- 1.ª etapa: amplificador de error y generador de impulsos;
- 2.ª etapa: generador de tensión c.c.
- 3.ª etapa: para la protección contra los cortocircuitos.

El transformador de alimentación T1, como se ve en la figura 1, está provisto de dos secundarios: uno de 25 V 10 A (o 25 V 6 A si se desea una corriente inferior), necesario para proporcionar la tensión a estabilizar, y otro de 120 V 0,2 A para alimentar el amplificador de error y el generador de impulsos.

La baja tensión, o sea los 25 voltios, se aplica a un puente rectificador compuesto de dos diodos DS1-DS2, de 50-100 V 10-15 A y de dos SCR; de los terminales positivos de los dos diodos se tomará la tensión positiva, mientras que la negativa se obtendrá de la unión de los dos SCR.

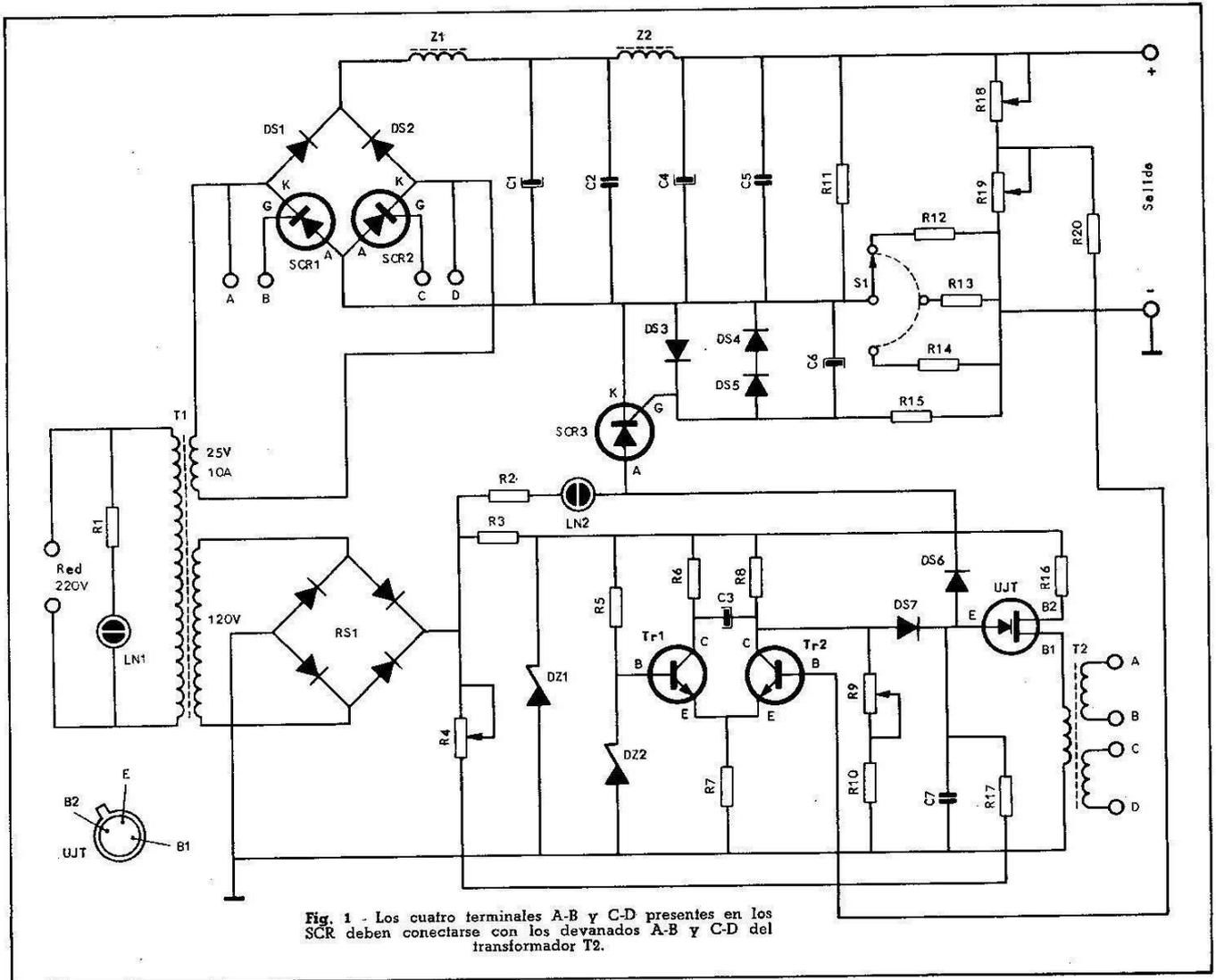
Como se puede comprender fácilmente, de este puente saldrá tensión solamente si los dos SCR están en condición de conducir, o sea si las puertas de ambos están conectadas a un generador de impulsos en fase con la corriente alterna. Si como sucede en los variadores de tensión, estos impulsos están defasados, la tensión en la salida disminuye proporcionalmente de valor.

Por lo tanto, para poder variar la tensión en la salida, es necesario conectar las dos puertas de SCR1 y SCR2 (ver salidas A-B y C-D) a los dos secundarios de un transformador (T2), cuyo primario está conectado a un transistor unión con función de generador de impulsos.

Cuanto mayor sea la frecuencia de los impulsos proporcionados por este transistor, mayor resultará la tensión en la salida; disminuyendo la frecuencia, se reducirá proporcionalmente la tensión en la salida.

Llegados a este punto, podemos afirmar que podemos variar la tensión en la salida del alimentador, pero tal tensión no

ALIMENTADOR DE 10 AMPERIOS CON SCR



habrá sido todavía estabilizada, o sea que no se habrá hecho independiente de cualquier variación en la carga. Para estabilizar la tensión, es necesario que la frecuencia del unijón sea automáticamente regulada, de modo que cuando en la salida disminuya la tensión, aumente la frecuencia y viceversa. Este control automático de frecuencia se obtiene con los transistores TR1-TR2 que constituyen la etapa del amplificador de error y del regulador automático de frecuencia.

En la práctica la base de TR1 es alimentada por una tensión de 5-6 voltios estabilizada por el diodo zener DZ2, que actúa como tensión de referencia. La base del transistor TR2, en cambio, está conectada mediante la resistencia R20 al potenciómetro de ajuste R19 y al potenciómetro R18, que actúa como regulador de la tensión de salida. En este punto ya, suponemos haber regulador R18 de modo que se obtenga en la salida una tensión estabilizada de 12 voltios.

Si aplicamos a los terminales de utilización + y - una carga que absorba 10 amperios, por ejemplo, la tensión en la salida de 12 voltios podrá llevarse a 10 voltios, o sea que tenderá a disminuir. En la base de TR2 se tendrá, pues, una tensión inferior respecto a la prestablecida, y automáticamente también existirá una diferencia en el colector. Esta será confrontada con la de referencia presente en el colector de TR1 y, a través del diodo DS7, la diferencia llegará al emisor del transistor unijón, variando la frecuencia de oscilación. Prácticamente, la frecuencia aumentará, haciendo conducir de esta manera en mayor cantidad a los diodos SCR, hasta llevar a la salida la tensión de valor requerido.

Si eventualmente se eliminase la carga y por ello la tensión de salida debiese aumentar, se obtendría un efecto contrario a cuanto se ha dicho anteriormente, por lo que la tensión de salida se mantendría invariable, siempre a 12 voltios. Estas variaciones se producen en el orden de unos microsegundos, no pudiendo detectar con el tester variación alguna. El lector no debe pensar que la inercia de este circuito sea tal que, aplicando una carga, pueda ver la aguja de un tester descender por ejemplo de 12 a 10 voltios y luego, lentamente, volver a estabilizarse en la tensión inicial, o sea 12 voltios.

Visto y comprendido el funcionamiento del puente en SCR, pasemos ahora al segundo devanado del transformador T1, esto es, el de 120 voltios.

Como se ve en la figura 1, esta tensión es rectificadada por un puente de diodos de 250 V 1 A (RS1) y, sin ser filtrada, se emplea para alimentar todo el circuito transistorizado compuesto de Tr1-Tr2 y el unijón UJT.

El motivo que induce a emplear una tensión pulsatoria de frecuencia de red, en lugar de una tensión continua, es fácilmente comprensible. En efecto, la tensión pulsatoria sirve para sincronizar los impulsos del unijón con la frecuencia de red, de modo que pueda excitar los diodos SCR cuando éstos empiezan a rectificadada la semionda negativa. Defasando la frecuencia del unijón respecto a la de rectificadada de los diodos SCR, se puede hacer variar la conducción del puente rectificadador cuando la semionda de la tensión alterna se halla al valor de 20 - 18 - 15 - 10 - 6 voltios, y obtener por ello en la salida estas tensiones.

La tensión pulsatoria de los 120 V alimenta, a través de las resistencias R4 y R17, directamente el emisor E del transistor unión, mientras que para alimentar los transistores TR1 y TR2, esta tensión es estabilizada a una tensión de aproximadamente 27 V, por el diodo zener DZ1. Para la base de TR1, que debe proporcionar la tensión de referencia, esta tensión es nuevamente estabilizada a un valor de 5,6 V por el diodo zener DZ2.

Para enviar los impulsos del transistor unión a los dos SCR, se emplea un transformador de impulsos para SCR con un primario y dos secundarios (tipo TT60).

El tercer SCR (SCR3) se emplea para la protección contra las sobrecargas. Queremos precisar aquí que sobrecargas no significa contra los cortocircuitos, para lo cual aconsejamos, en cambio, aplicar en serie con el terminal positivo un fusible de 10 amperios. Sin embargo, para cortocircuitos momentáneos, el alimentador está adecuadamente protegido, pero si el cortocircuito se prolongase durante cierto tiempo, los diodos SCR1 y SCR2 podrían resultar dañados.

2

El funcionamiento del circuito de protección de las sobrecargas es fácilmente comprensible. El conmutador S1 introduce en serie con el terminal negativo de utilización una resistencia (R12 - R13 - R14) de valor preestablecido. Cuando la corriente supera un determinado amperaje, en los terminales de la resistencia introducida se obtiene una diferencia de potencial que podríamos tasar en el orden de los 0,6-0,8 V. Puesto que SCR3 está conectado con el cátodo antes de la resistencia limitadora (R12 - R13 - R14) y con la puerta después de tal resistencia, cuando se tenga esta tensión se excitará la puerta poniendo SCR3 en conducción. En estas condiciones, la tensión positiva presente en el emisor del unión, mediante el diodo DS6, se cortocircuita a masa, dejando al unión sin dicha tensión, con lo que cesará la oscilación y con ello la excitación a los diodos SCR1 y SCR2, bloqueándose la tensión.

En el mismo instante, la lamparita de neón 1N2, aplicada en los 120 voltios del puente RS1, se encenderá indicando que existe una sobrecarga. Para reponer inmediatamente el alimen-

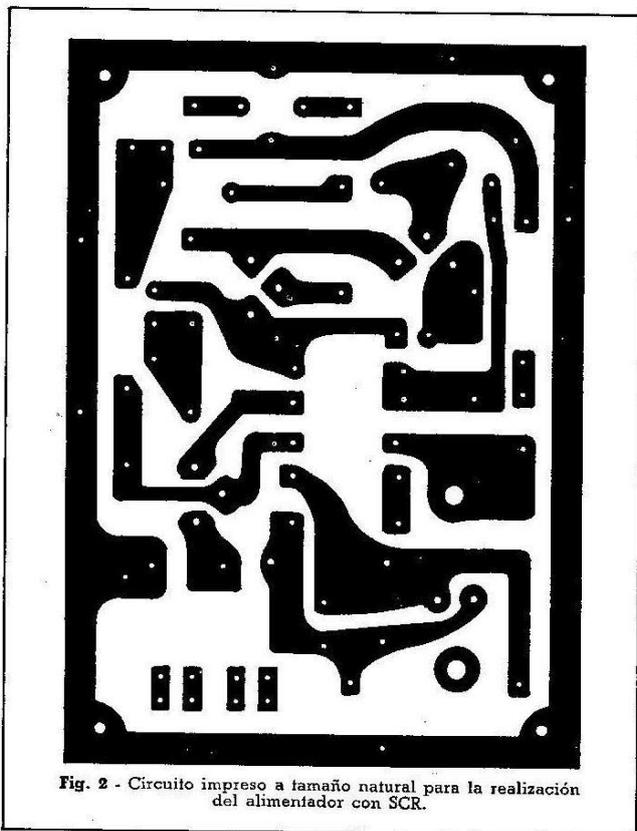


Fig. 2 - Circuito impreso a tamaño natural para la realización del alimentador con SCR.

tador a las condiciones normales, será suficiente cortocircuitar con un pulsador el ánodo y el cátodo de SCR3. Ya que éste es alimentado en corriente pulsatoria, automáticamente, apenas el condensador C6 se haya descargado, el alimentador nuevamente volverá a las condiciones normales, después de un cierto período de tiempo, incluso sin apretar el pulsador, y si subsiste todavía la sobrecarga, el SCR3 volverá a dispararse.

Los diodos DS4 y DS5 aplicados entre la puerta y masa del diodo SCR3, se emplean como zener de 1,5 voltios. Efectivamente, la caída de tensión de un diodo de silicio es, en línea de máxima, de unos 0,7 voltios, aplicando, pues, dos en serie, éstos se comportan como un zener capaz de descargar a masa cualquier tensión que supere el valor de 1,4-1,5 voltios. Por ello, estos dos diodos sirven como protección para la puerta de SCR3.

3

La realización práctica de este montaje no presenta ninguna dificultad, debiendo subrayar sólo al lector que, para obtener 10 amperios, los hilos de conexión deben elegirse de un diámetro de 2,5 mm (se pueden conectar también dos conductores en paralelo de 1,5 mm (se pueden conectar también dos conductores en paralelo de 1,5 mm de diámetro). Empleando hilo de cobre de sección inadecuada, se producen notables caídas de tensión, por lo que la salida no podría resultar estabilizada y el conductor se calentaría notablemente, eliminando el aislante.

Si se desea utilizar el alimentador para el máximo valor de 10 amperios, en el transformador de alimentación el conductor de los 25 voltios deberá ser siempre de 2,5 mm; para corrientes inferiores se puede emplear hilo de 2 mm o de 1,6 mm, etc. La potencia del transformador deberá ser de alrededor de 280 vatios, esto es, un transformador de dimensiones bastante voluminosas.

Este alimentador puede realizarse también para obtener tensiones estabilizadas superiores a 25 voltios, por ejemplo 50-60 voltios; pero recuérdese que si se desean 10 amperios, se precisa un transformador de medio kilovatio y más. Un alimentador de esta potencia halla empleo en el campo industrial, pero difícilmente puede servir para el uso de aficionados. Si se limitase a corrientes de 4-5 amperios para una tensión de 50 voltios, puede resultar suficiente uno de 200 vatios.

El circuito impreso que aparece a tamaño natural en la figura 2 sirve para recibir toda la etapa amplificadora de error y el generador de impulsos, como puede apreciarse en la figura 3. Todos los otros componentes, como resistencias de hilo, choques de BF Z1 y Z2, diodo zener DZ1, diodos rectificadores y SCR, se fijarán internamente en el mueble metálico, en la posición más apropiada.

Al efectuar el montaje existen dos componentes que, si no se disponen de modo adecuado, pueden producir inconvenientes: los choques de BF Z1 y Z2. Éstos pueden realizarse devanando 30-40 espiras (el número de las mismas no es crítico) con hilo de 2,4 mm (o bien 2 mm o menos si no se desea en la salida la corriente de 10 A) sobre unos núcleos envolventes de ferrocubo de 42 mm de diámetro, o bien sobre trozos de ferrocubo, o incluso sobre núcleos de láminas de 30 vatios (montados con un poco de entrehierro). Estos dos choques deben distanciarse entre sí o puestos a 45°, de modo que no se influyeran, ya que en caso contrario la tensión de salida no sería estable, sino que oscilará de un mínimo a un máximo. Regulado por ejemplo a 15 voltios, se observará que la tensión en la salida oscila de 12 a 18 voltios en continuidad. Si se aprecia este inconveniente, recuérdese que es causado por los dos choques, que se influyen entre sí.

Es suficiente alejar estos choques para que el defecto desaparezca y la tensión de salida será constante y perfectamente estable.

Los dos diodos rectificadores DS1 y DS2 deben elegirse de 100 voltios mínimo y 20 amperios. Aconsejamos aplicar estos diodos sobre aletas de refrigeración, para poder disipar el calor generado cuando se exponga el alimentador a su máxima carga. Los diodos SCR podrán fijarse en el metal de la caja, recordando aislarlos con micas y arandelas aislantes.

Antes de conectar los hilos a los diodos SCR, contrólense que éstos estén bien aislados, porque si no fuese así podrían fundirse sus terminales. Lo mismo vale para SCR3. Si se fija el diodo zener DZ1 al metal de la caja, será necesario interca-

ALIMENTADOR DE 10 AMPERIOS CON SCR

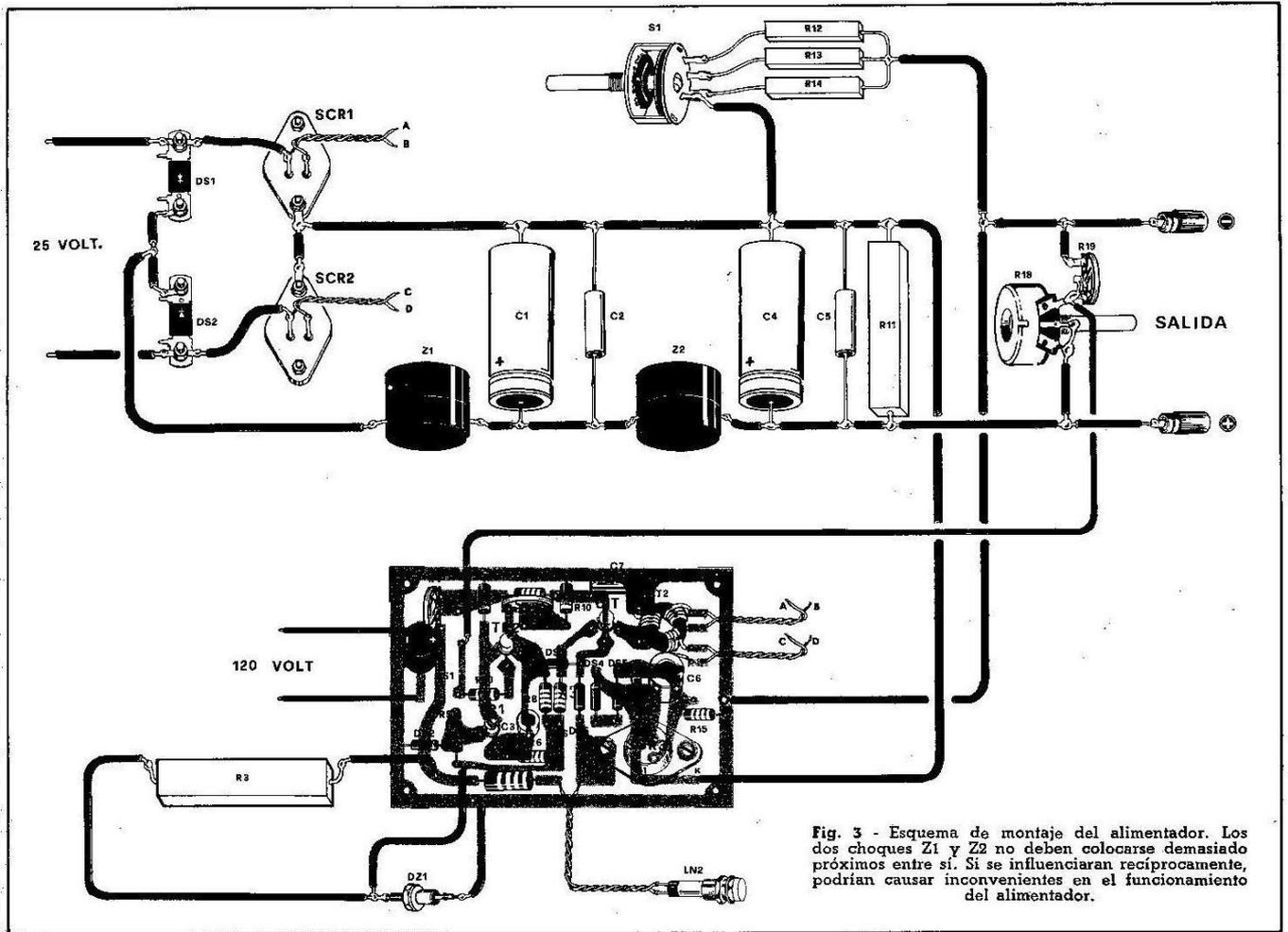


Fig. 3 - Esquema de montaje del alimentador. Los dos choques Z1 y Z2 no deben colocarse demasiado próximos entre sí. Si se influenciaren recíprocamente, podrían causar inconvenientes en el funcionamiento del alimentador.

lar un aislante de mica, aunque también puede fijarse sobre una brida de aluminio y aislar después ésta de la masa común, o sea de la caja.

El conmutador giratorio S1, el correspondiente a la limitación de la corriente de salida, debe elegirse con sus contactos adecuados para soportar 10 amperios. Puesto que no siempre es posible hallar en el comercio un componente con estas características, aconsejamos al lector dejar conectada en serie la resistencia de 0,47 ohmios, de modo que el alimentador esté predispuesto para un máximo de un amperio; después, con dos comunes desviadores de palanca que puedan soportar 10-15 amperios, introducir en paralelo una segunda resistencia de 0,47 ohmios y otra de 0,05 ohmios, de modo que se obtenga el valor óhmico deseado.

4

Como ya se ha dicho, el residuo de alterna de este alimentador es notablemente elevado, resultando de 0,07 a mínima carga para alcanzar aproximadamente 1,5 voltios con una carga de 10 amperios.

Si se quiere limitar este residuo, es posible añadir en serie a los otros ya existentes otro choque de BF, idéntico a los anteriores, recordando que no debe existir influencia entre ellos.

Si se desean obtener corrientes de salida mayores a las indicadas, o sea 30-50 amperios, en lugar de sólo 10 amperios, es suficiente sustituir los diodos DS1 y DS2 y SCR1 y SCR2 por otros capaces de proporcionar dicha corriente.

Para obtener un aumento de la tensión estabilizada, además de modificar el devanado secundario del transformador T1 es preciso, también, variar el valor del potenciómetro de hilo R18, que de 2.000-2.500 ohmios deberá pasar a 5.000 ohmios. Lógicamente, también los condensadores electrolíticos C1 y

C4 deberán elegirse para una tensión de trabajo mayor, resultando también más elevada la tensión rectificadora.

Terminado el montaje, será necesario regular los potenciómetros de ajuste R4-R9-R19 para poder disponer al alimentador en condiciones de máximo rendimiento.

El potenciómetro de ajuste R19 sirve exclusivamente para regular el máximo de la tensión que se desee obtener en la salida. Por lo tanto, admitiendo que el secundario del transformador sea de 25 voltios, se regulará R19 para obtener un máximo de 25 V, por cuanto si también en vacío fuese posible una regulación para 28-29 voltios de salida, aplicando una carga de tensión descendería inmediatamente al valor mínimo de 24-25 voltios.

También el potenciómetro de ajuste R4 se regula de una vez para siempre para obtener la máxima linealidad del alimentador. De esta forma se evita que, por ejemplo, regulando el potenciómetro R18 del mínimo al máximo, se presenten puntos en los cuales la tensión en la salida, en lugar de descender o de fluir gradualmente, se dispare. En otras palabras, se podría regular este potenciómetro de ajuste de modo que aplicando una carga, por ejemplo de 25 voltios, la tensión se mantenga perfectamente estabilizada, y al mínimo, en cambio, se tenga una estabilización defectuosa, o viceversa. Normalmente, el valor más idóneo es de aproximadamente un megohmio, o sea el cursor del trimmer a mitad de su recorrido.

El potenciómetro de ajuste R9 sirve para regular la reacción del amplificador de error y se regula de modo que, cuando se aplica una carga de algunos amperios, la tensión en la salida se mantenga constante y no tienda a variar. En la práctica, deberemos aplicar en los terminales de salida una carga de 0,5 ohmios 10-15 vatios, controlando que cuando está conectada la tensión, en lugar de permanecer constante, no aumente algunos voltios. En efecto, se comprobará que, a diferencia de

ALIMENTADOR DE 10 AMPERIOS CON SCR

los alimentadores standard, en los cuales normalmente la tensión tiende siempre a disminuir en presencia de la carga, si el potenciómetro de ajuste R9 no se ha regulado a su justa posición, la tensión puede exceder incluso de 2-3 voltios, pudiendo disminuir en vacío.

Por lo tanto, si sucede esto, se regulará dicho potenciómetro de ajuste de modo que se reduzca tal aumento, por ejemplo, de 3 a 2 voltios, después de 2 a 1 y finalmente de 1 a 0, hasta que al aplicar la carga la tensión se mantenga perfectamente constante a su valor inicial.

Las operaciones indicadas más arriba son de gran sencillez, como podrá comprobar el lector que realice este dispositivo.

5

R1= 100.000 ohmios
R2= 390 ohmios
R3= 1.000 ohmios 20 W, hilo
R4= potenciómetro de ajuste de 2 Megohmios
R5= 4.700 ohmios
R6= 3.900 ohmios
R7= 1.000 ohmios
R8= 4.700 ohmios
R9= potenciómetro de ajuste de 50.000 ohmios

R10= 10.000 ohmios
R11= 100 ohmios 20 W, hilo
R12= 0,47 ohmios 3 W, hilo (puede obtenerse combinando otros valores)
R13= 0,22 ohmios 5 W, hilo (puede obtenerse combinando otros valores)
R14= 0,05 ohmios 5 W, hilo (puede obtenerse combinando otros valores)
R15= 10 ohmios
R16= 270 ohmios
R17= 470.000 ohmios
R18= potenciómetro de 2.500 ohmios, lineal
R19= potenciómetro de ajuste de 2.500 ohmios
R20= 1.800 ohmios

Todas las resistencias, excepto las indicadas, de 1/2 W 10 %

C1= 5.000 μ F 25-30 V, electrolítico
C2= 1 μ F, poliéster
C3= 32 μ F 40 V, electrolítico
C4= 5.000 μ F 25-30 V, electrolítico
C5= 1 μ F, poliéster
C6= 400 μ F 16 V, electrolítico
C7= 100.000 pF, poliéster
TR1 - TR2= BC107, SC107 o equivalentes, NPN de silicio
UJT= transistor uniunión 2N2646
SCR1 a SCR3= diodos SCR de 200/400 V 8-10 A 2N3669, TUA408 (Para 5 A 2N3228; para 2 A C106 B1)
DS1 - DS2= diodos rectificadores de 10-15 A BYX30/500 R
RS1= puente rectificador de 250 V 0,5 A B 250 C 800
DZ1= diodo zener de 27 V 10-20 W BZY93-C27
DZ2= diodo zener de 5,6 V 400 mW BZY88/C5V6
DS3 a DS7= diodos de silicio BY126 (BY127)
Z1 - Z2= choques de filtro de BF (ver texto)
T1= transformador de alimentación de 280 W (ver texto)
T2= transformador de impulsos para SCR tipo 1160 (27222 032 00051)
LN1 - LN2= lamparitas de neón de 90-100 V
S1= conmutador giratorio de 3 posiciones, 1 circuito