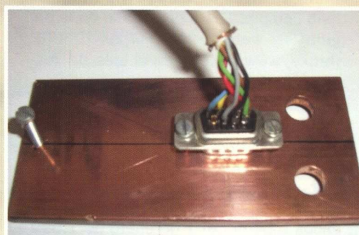




Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Marzo 2005

La tercera mano
Fuente de alimentación
Modificaciones a la Diamond V2000



**DIPLOMA CENTENARIO
DE EL QUIJOTE**

FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

1.- INTRODUCCIÓN.

Los modernos equipos comerciales para radioaficionados suelen estar diseñados para una alimentación de 12-13 voltios, lo que les permite funcionar en los automóviles, conectados a la batería. Para que estos equipos funcionen en modo fijo, es necesaria una fuente de alimentación que, a partir de la tensión de red de 220 voltios de alterna, genere una tensión de 12-13 voltios de continua y sea capaz de suministrar una intensidad de corriente adecuada al consumo del equipo. Intensidades del orden de 10-15 amperios son normales en transmisión.

En anteriores artículos, se ha propuesto un sistema de alimentación por batería (Diciembre 1999) y la utilización de fuentes de ordenador, para la alimentación de nuestros equipos (Agosto 2002). La utilización de una batería dentro del cuarto de la radio ha merecido la objeción de algunos lectores, por el peligro (improbable) de derramamiento del electrolito o generación de algún vapor molesto. El uso de fuentes de ordenador no ha sido satisfactorio en algunos casos, por la imposibilidad de ajustar la tensión de salida al valor requerido por nuestro equipo. El autor viene utilizando ambos sistemas desde hace bastante tiempo con total satisfacción.

Otra opción es el uso de una fuente de alimentación tradicional, a base de transformador, rectificador, filtro y circuito de estabilización. Para el lector que prefiera este último sistema de alimentación, en el presente artículo se describe la construcción de una fuente, con una tensión de salida de 12-13 voltios y una corriente máxima de 15 amperios, suficiente para alimentar la mayoría de los equipos comerciales.

La tensión de salida es fija, ya que no parece conveniente que sea variable por el peligro que puede haber de encender el transmisor con la fuente ajustada a una tensión de salida incorrecta. Tampoco parece necesario que sea cortocircuitable o que tenga limitación de intensidad, ya que estos circuitos tienen poca utilidad para la alimentación de nuestros equipos y pueden complicar bastante el montaje. Por otra parte, el fusible que existe en el cable de alimentación del transceptor puede ser suficiente ante cualquier anomalía. No obstante, parece oportuno disponer un circuito detector de sobretensión para que, en el improbable caso de cortocircuito de los transistores reguladores, la salida quede cortocircuitada fundiéndose el fusible dispuesto al efecto.

En el diseño de una fuente de alimentación de este tipo es preciso tener en cuenta algunas características y limitaciones de los componentes a utilizar.

TRANSFORMADOR.

El transformador a utilizar debe tener un primario de entrada de red de 220 voltios y un secundario con toma central o sin ella. La tensión del secundario debe ser aproximadamente un 50% mas alta que la tensión de salida, es decir,

para una tensión de salida de 12-13 voltios, el secundario debe tener una tensión de salida de 18 voltios, con una sección del hilo de cobre suficiente para permitir el paso de la máxima corriente de que deba entregar la fuente.

Con un secundario de 18 voltios hay que emplear un rectificador en puente. Si se quieren utilizar solamente dos diodos, el secundario deberá tener el doble de tensión, 36 voltios, con una toma media y una sección del hilo para soportar la mitad de la corriente máxima.

Hay que tener en cuenta que no es lo mismo alimentar un transmisor de FM, donde el consumo es constante mientras se está transmitiendo, que alimentar un transmisor de banda lateral, donde el consumo de corriente puede tener un valor elevado de pico, pero el consumo medio es más reducido. En cualquier caso, en el trabajo de radioaficionado, el funcionamiento de la fuente no será siempre a la máxima potencia, ya que se alternan los períodos de transmisión con los de recepción, donde el consumo es mucho menor.

RECTIFICADOR.

El rectificador puede ser en puente o utilizar dos diodos con un secundario con toma media. En principio los dos sistemas trabajan de forma similar. El puente tiene la ventaja de que no hace falta toma media en el secundario del transformador, pero tiene el inconveniente de que la caída de tensión en los diodos es un poco mayor. Mi opinión personal es que es mejor un secundario con toma media, ya que, aunque el transformador tiene el mismo tamaño, el diámetro del hilo es menor y por tanto más fácil de bobinar. Por otra parte, supongo que dos diodos serán más baratos que un puente.

CONDENSADOR DE FILTRO.

El valor del condensador de filtro depende de la intensidad de la corriente que va a entregar la fuente y también de la tensión de salida. Para el cálculo aproximado del valor del condensador de filtro se puede utilizar la siguiente fórmula.

$$C = \frac{20.000 \times I}{V}$$

CONDENSADOR (MICROFARADIOS) = 20.000 POR AMPERIOS PARTIDO VOLTIOS

Cuando los requisitos de filtrado son muy estrictos, se puede usar un circuito “pi” con dos condensadores y una inductancia. El uso de un circuito “pi” con una inductancia y dos condensadores mejora el filtraje pero aumenta el peso y el coste de la fuente, ya que esta bobina de filtro debe estar hecha con el hilo de suficiente diámetro para permitir el paso de la corriente máxima, con lo que será muy voluminosa y pesada. Este tipo de filtraje no se utiliza normalmente, ya que los condensadores electrolíticos son más baratos y pequeños.

REGULADOR SERIE.

La regulación de la tensión de salida se hace normalmente con varios transistores de potencia conectados en paralelo para aumentar su capacidad de corriente y cuyas bases están controladas por un circuito de regulación. En serie con los emisores se colocan unas resistencias de bajo valor para repartir la corriente que pasa por cada transistor y evitar que uno se caliente mas que otro. Estas resistencias no se deben eliminar, ya que no todos los transistores del mismo tipo tienen exactamente la misma ganancia y sería imposible que la corriente en cada transistor fuese exactamente la misma.

El número de transistores a emplear depende de la intensidad de la corriente que tiene que entregar la fuente y el margen de tensiones. Unos transistores muy utilizados son el 2N3055, 2N3772, aunque hay muchos otros tipos que se pueden usar. Estos transistores irán montados en un disipador de generosas dimensiones para eliminar el calor que se produce, sobre todo cuando la fuente entrega la potencia máxima.

En el taller del radioaficionado normalmente se necesita alimentación de 12-13 voltios para los equipos y alimentación variable para el ensayo de los prototipos, por tanto es preferible disponer de una o varias fuentes de 12-13 voltios con tensión de salida fija y una intensidad suficiente para alimentar los equipos de radio, y una o más fuentes ajustables, con una intensidad menor para alimentar los prototipos.

PROTECCIÓN DEL RECTIFICADOR.

Con los valores de los condensadores de filtro indicados, se produce un pico de corriente en el momento de conexión de la fuente que puede llegar a destruir el rectificador. Para ello, se dispone una resistencia en serie con el primario del transformador la cual, pasado un cierto tiempo, se cortocircuita para que se aplique toda la tensión de la red al primario del transformador. De esta manera, la corriente inicial se limita a un valor seguro. El inconveniente de este sistema es que no es posible el encendido de la fuente con una carga grande, siendo necesario mantener el equipo apagado hasta que la fuente alcance su tensión nominal.

CIRCUITO DE REGULACIÓN.

El circuito de regulación puede realizarse con componentes discretos o bien con circuitos integrados. Hay muchos diseños posibles, aunque personalmente prefiero los basados en circuitos integrados por su mayor fiabilidad. Para fuentes de tensión fija normalmente utilizo los clásicos reguladores de la serie 79xx, que tienen muy buena regulación y son insensibles a los campos de R.F. presentes en la estación de radio. El integrado 723 tiene buena regulación y márgenes de funcionamiento, pero tuve muchos problemas con él ya que con la radiofrecuencia dejaba de regular correctamente. El circuito integrado L200 tiene un funcionamiento satisfactorio.

CIRCUITOS DE PROTECCIÓN.

La protección de la fuente (y de los equipos) se puede hacer de dos maneras. Una es desconectando la fuente frente a sobretensiones en la salida y otra forma es limitar la intensidad de la corriente a un valor prefijado. El primer método es preferible para fuentes de tensión fija, mientras que el segundo método se utiliza preferiblemente en las fuentes ajustables de laboratorio. Como en el caso de los reguladores, el circuito de protección se puede montar con componentes discretos o con circuitos integrado. En esencia se trata de comparar la tensión de salida con una tensión de referencia y cuando aquella sobrepasa un cierto valor, un circuito auxiliar realiza la acción pertinente. En el montaje del presente artículo se utiliza un circuito integrado del tipo MC3423, diseñado específicamente para esta función. Este integrado detecta la posible sobretensión de salida de la fuente y produce un impulso de corriente que dispara un tiristor dispuesto en paralelo con la salida. La resistencia interna de este tiristor en conducción es tan baja que hace que el fusible dispuesto al efecto se funda, dejando la fuente sin tensión de salida. El tiempo de activación del MC3423 es 0,5 microsegundos, según el fabricante, por lo que el tiempo que el equipo recibe una sobretensión es extremadamente corto y teóricamente insuficiente para causar cualquier daño.

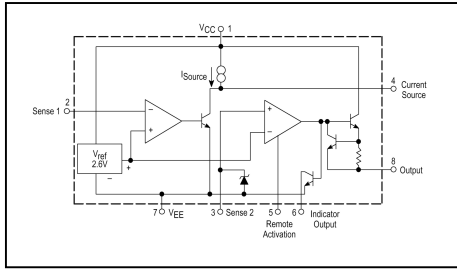
APARATOS DE MEDIDA.

Es conveniente disponer aparatos de medida para controlar los parámetros de la fuente, tanto la tensión de salida como la intensidad de la corriente entregada. Los instrumentos de aguja tienen la ventaja de que responden mejor a las variaciones, por lo que si la fuente alimenta un transmisor de banda lateral, podremos controlar mejor la corriente de salida, ya que los instrumentos digitales necesitan un cierto tiempo para actualizar la lectura. Por otro lado, los instrumentos digitales son más precisos que los de aguja, por lo que en las fuentes de laboratorio se suelen emplear instrumentos digitales.

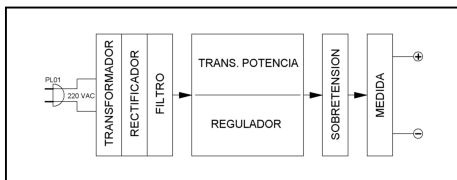
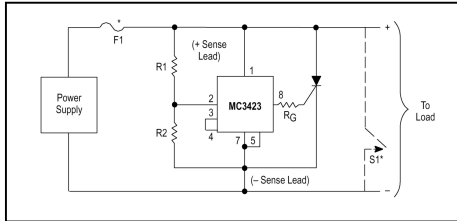
Para medir con un solo instrumento la tensión y la corriente de la fuente habrá que disponer un conmutador que conecte alternativamente el medidor a la salida de la fuente, para medir la tensión, o en serie con la salida para medir la corriente. Habrá que disponer el correspondiente divisor de tensión para adecuar la sensibilidad del medidor a la tensión de la fuente. Para la medida de la intensidad de la corriente, es necesario disponer el correspondiente "shunt" para producir una caída de tensión que será aplicada al medidor.

2.- DESCRIPCIÓN.

El objeto de este artículo es la construcción de una fuente de alimentación con tensión de salida fija de 12-13 voltios y una intensidad de 10-15 amperios. Para obtener información adicional sobre circuitos de protección, realicé una visita a mi amigo Miguel Ángel Gonzalo, experto en temas de alimentación de potencia, el cual tuvo la amabilidad de regalarme dos transformadores toroidales de 300 VA de potencia y un secundario de 19+19 voltios, idóneos para este montaje. También me sugirió el empleo del integrado MC3423 para el circuito de protección.

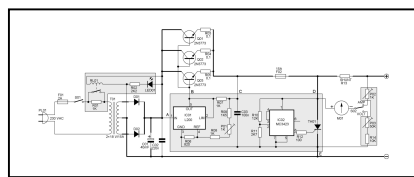


El esquema interno de este circuito integrado se puede ver en la figura número uno, donde se puede ver un circuito comparador, una tensión de referencia de 2,6 voltios, y un circuito de salida, así como otros circuitos auxiliares. En la figura número dos tenemos el circuito de aplicación de este integrado. La tensión de salida de la fuente se aplica, a través del fusible F1, a las patillas 1 y 7 del integrado. Mediante un divisor de tensión formado por las resistencias R1 y R2, se aplica una parte de la tensión de la fuente a la patilla 2. Esta tensión se compara con la tensión de referencia interna y, en el caso de que sobrepase el valor prefijado, en la patilla 8 aparece un impulso de tensión que dispara el tiristor, el cual cortocircuita la salida, haciendo que el fusible F1 se funda y aislando la carga de la fuente.



Con esta información y otros materiales disponibles en el cuarto de radio, se ha montado la fuente objeto de este artículo, cuyo esquema de bloques se puede ver en la figura número tres. La tensión de red se aplica al conjunto transformador, rectificador y filtro que proporciona una tensión sin estabilizar de unos 20-22 voltios al circuito compuesto por el regulador y los transistores de potencia. A continuación se encuentra el circuito detector de sobretensión que cortocircuitará la salida de la fuente en el caso de que algún transistor de potencia se ponga en cortocircuito. Por último, un miliamperímetro y los componentes asociados nos dará indicación de la tensión de salida y de la intensidad consumida.

El esquema general de la fuente se puede ver en la figura número cuatro. La tensión de red se aplica al primario del transformador T01 a través del interruptor de encendido S01, fusible F01 y resistencia limitadora R01. En paralelo con esta resistencia limitadora se encuentran conectados los contactos del relé RL01, cuya bobina está alimentada por la tensión rectificada y filtrada presente en el condensador C01.



De esta manera, al encender la fuente, esta tensión subirá lentamente hasta alcanzar un determinado valor que hará que el relé se excite, cortocircuitando la resistencia R01 y aplicando la tensión total de la red al primario del transformador T01. Con esto conseguimos limitar la corriente inicial de carga de los condensadores de filtro a un valor seguro y no perjudicial.

Los extremos del secundario del transformador se aplican a los diodos D01 y D02 que forman un rectificador de onda completa. En los extremos del condensador de filtro C01 aparece la tensión rectificada y sin estabilizar con un

valor de unos 22 voltios. Esta tensión se aplica a los colectores de los transistores reguladores, Q01, Q02 y Q03 que están montados sobre un disipador para evacuar el calor que se produce al estabilizar la tensión. En el emisor de cada transistor regulador se ha dispuesto una resistencia de bajo valor para igualar las corrientes. Las bases de estos transistores están controladas por el circuito integrado IC01 del tipo L200 cuya tensión de salida viene fijada por el divisor formado por los componentes R09, P01, R08 y R06.

Los condensadores C02 y C03 desacoplan la entrada y salida del regulador IC01 frente a posibles tensiones de RF que puedan afectar al circuito.

A continuación tenemos el fusible F02 de 15 amperios, el cual se fundirá en el improbable caso de que la tensión de salida supere el valor máximo permisible, digamos 15-16 voltios. De la tensión de salida se toma una muestra mediante el divisor de tensión formado por las resistencias R10 y R11, la cual se aplica a la patilla número 2 del integrado IC02. Cuando aparece una sobretensión, en la patilla número 8 aparece un impulso de tensión que hace conducir el tiristor TH01, el cual cortocircuita la salida de la fuente, provocando la fusión del fusible F02.

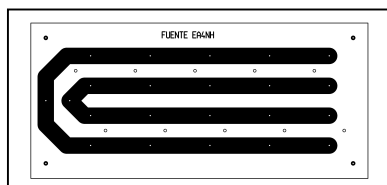
Mediante el instrumento M01 mediremos la tensión de salida y la intensidad de la corriente suministrada por la fuente. Con el conmutador S02 seleccionamos una de las dos funciones. Para la medida de la tensión de salida se pone en serie con el miliamperímetro la resistencia ajustable P03 y la resistencia R14 y para la medida de intensidad, el miliamperímetro queda conectado en paralelo con el shunt R10. Para la calibración de esta medida de intensidad se conecta en serie la resistencia ajustable P02.

3.- CONSTRUCCIÓN

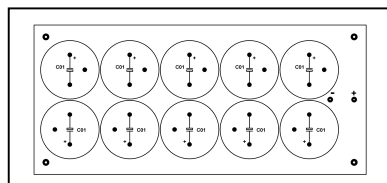
Para la construcción de la fuente se han usado los elementos disponibles en el cuarto de radio, por lo que algunos componentes, transformador, diodos, disipadores, etc, serán distintos de los que el lector pueda utilizar. Los componentes necesarios para el montaje de la fuente son los siguientes.

C01	40mF
C02	220n
C03	100n
D01	40A
D02	40A
F01	2A
F02	15A
IC01	L200
IC02	MC3423
LED01	LED
M01	1mA
P01	1K
P02	1K
P03	50K
Q01	2N3773

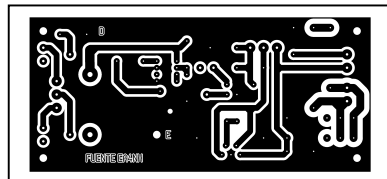
Q02	2N3773
Q03	2N3773
R01	1K/7W
R02	2K2
R03	0,1/7W
R04	0,1/7W
R05	0,1/7W
R06	820
R07	1K
R08	1K
R09	1K5
R10	15K
R11	2K7
R12	100
R13	SHUNT
R14	10K
RL01	24V
S01	RED
S02	METER
T01	2×18V
TH01	40A



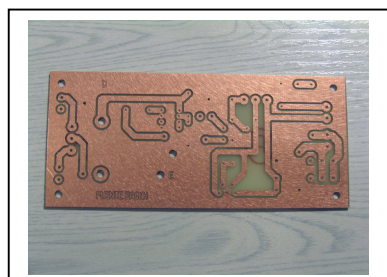
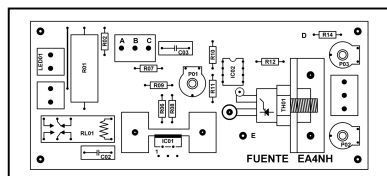
El shunt R13 se construye con varilla de latón de 2 mm de diámetro y una longitud de 25 mm.



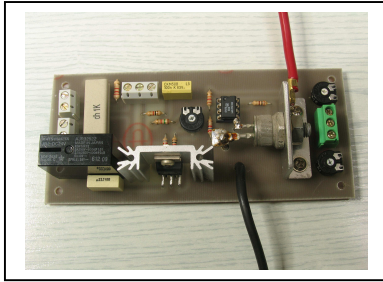
El condensador C01, encargado de filtrar la tensión rectificada, se calcula mediante la fórmula ya mencionada, lo que nos da un valor de aproximado de 25 milifaradios. Se han montado, en paralelo, diez condensadores de 4.700 microfaradios sobre una placa de circuito impreso, con lo que tenemos una capacidad total de 47 milifaradios, más que suficiente para un filtrado totalmente correcto. Estos condensadores se montan sobre una placa de circuito impreso con unas dimensiones de 141mm x 64mm, cuya plantilla se puede ver en la figura número cinco. La figura número seis muestra la colocación de estos condensadores.



Sobre otro circuito impreso cuyas medidas son 130 mm x 58 mm, se monta el regulador IC01, el integrado IC02, el tiristor TH1 y los componentes asociados. Todos estos componentes están incluidos en los recuadros indicados en el esquema general. En la figura número siete tenemos la plantilla de este circuito impreso y en la figura número ocho podemos ver la situación de estos componentes. En la figura número nueve tenemos la placa de circuito impreso

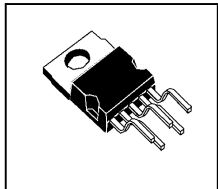


preparada para el montaje y en la figura número diez la placa con todos los componentes montados. El tiristor encargado del cortocircuito de la tensión de salida puede ser cualquier tipo con una corriente máxima de unos 40 amperios o superior. Un modelo adecuado puede ser el tipo 50RIA fabricado por IR. Estos tiristores tienen una cápsula metálica, tal como se puede ver en la figura número once. Para su sujeción sobre la placa de circuito impreso se ha utilizado una pequeña escuadra hecha con un trozo de chapa de aluminio. El

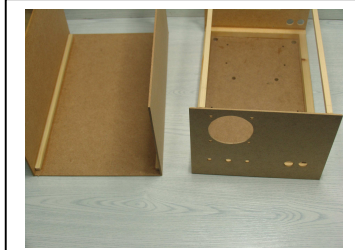


tiristor no necesita disipador de calor, ya que, en caso de entrar en conducción por una sobretensión en la salida, el tiempo de conducción será muy corto por la fusión casi instantánea del fusible F02.

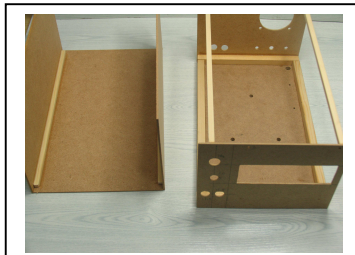
El regulador L200 tiene un encapsulado del tipo “pentawatt” que se puede ver en la figura número doce. Este regulador se monta sobre un pequeño disipador que se coloca vertical y que va sujeto al circuito impreso con dos tornillos auto rosca.



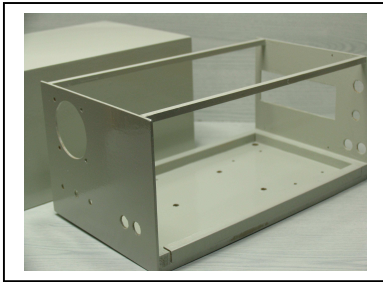
La fuente se ha montado sobre una caja que se ha construido con aglomerado DM. La caja consta de una base, con un grueso de 5mm y dos placas frontal y trasera de 3mm de grueso. La placa base tiene unas dimensiones de 300mm x 180mm y las placas frontal y trasera miden 180mm x 140mm. Para dar rigidez al conjunto se utilizan trozos de listón de 10x10 mm para la placa base y de 5x5 mm para las otras placas. La placa base tiene los taladros necesarios para la sujeción del transformador y otros elementos, mientras que el frontal tiene los taladros para el instrumento de



medida, interruptor de encendido, fusible de 15 amperios, LED indicador y bornas de salida. La placa trasera tiene los taladros para los transistores reguladores, fusible de red, entrada de tensión y otras bornas de salida. Las dimensiones de estos taladros dependerán de los elementos disponibles.

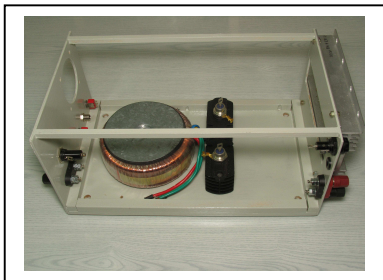


Con aglomerado DM de 3mm haremos una tapa formada por tres placas y unos listones de 5x5 mm para dar firmeza. Todas las piezas se pueden pegar con pegamento rápido tipo loctite o similar. En las figuras números trece, catorce y quince se puede ver la caja con los taladros en la parte frontal y trasera.



Antes de proceder al montaje de los distintos elementos sobre la caja, le daremos unas manos de pintura. En el prototipo se ha utilizado pintura de color gris claro. En la figura número dieciséis tenemos la caja pintada y lista para el montaje de la fuente.

Comenzaremos sujetando el transformador, condensadores de filtro y los elementos de los paneles frontal y trasero. Como la caja no es conductora, los transistores reguladores se han montado directamente sobre el disipador, sin micas aislantes. Para los diodos rectificadores se han utilizado unos disipadores que



también se han sujetado directamente a la base de la caja. En las figuras diecisiete, dieciocho y diecinueve se puede ver esta fase del montaje.

En el panel frontal se ha pegado una plantilla cuyo diseño se puede ver en la figura número veinte. Esta plantilla se ha realizado con un programa de diseño gráfico y se ha impreso en una impresora de chorro de tinta sobre papel fotográfico.

Continuaremos realizando el cableado de la fuente, para lo que utilizaremos cable de un diámetro de 2-3 milímetros, teniendo en cuenta la intensidad de la corriente que va a suministrar la fuente. En el esquema general de la figura número cuatro se han marcado con un trazo más grueso las conexiones que hay que realizar con cable del grueso indicado. En las figuras números veintiuna a veintisiete se puede ver diversos aspectos del cableado de la fuente. En la figura número veintitrés se puede observar un detalle del shunt para la medida de la intensidad de la corriente suministrada por la fuente.

En la figura número veintiocho tenemos los dos prototipos que se han construido, listos para su puesta en funcionamiento.

4.- AJUSTE.

Si el cableado se ha realizado correctamente, la fuente deberá funcionar sin ningún problema al conectarla a la red de 220 voltios. Al accionar el interruptor, observaremos que la aguja del medidor de tensión de salida sube con una cierta lentitud y al cabo un cierto tiempo se oye el cierre del relé RL01. La tensión de salida subirá un poco más y se estabilizará en el nivel fijado por el potenciómetro P01. Conectaremos un voltímetro digital en las bornas de salida y retocaremos el potenciómetro P01 para obtener una tensión de salida de 13 voltios. A continuación retocaremos el potenciómetro P03 para que el medidor de la fuente indique esta tensión de 13 voltios.

Para el calibrado de la indicación de intensidad se pueden utilizar lámparas de automóvil o cualquier otra carga que consuma una intensidad apreciable. Las antiguas lámparas de automóvil consumen aproximadamente 3 amperios el filamento de cruce y 4 amperios el filamento de carretera. Conectando en

paralelo los dos filamentos tenemos un consumo de 7 amperios y si conectamos dos lámparas llegaremos a consumir 14 amperios. Desplazaremos el conmutador S02 para la medida de intensidad y retocaremos el potenciómetro P02 para la calibración del instrumento. Si se utiliza un medidor de distinta sensibilidad es posible que sea necesario variar el dimensionado del shunt así como variar los valores de P02, P03 y R14.

Si la fuente se utiliza de forma intensiva y con grandes consumos, es posible que haya que refrigerar adicionalmente los transistores de regulación. Se puede utilizar un pequeño ventilador de 12 voltios, de los empleados en las fuentes de ordenador, en combinación de un termostato, que pondrá en funcionamiento el ventilador en el caso de que la temperatura alcance un valor excesivo. Para esta función se puede utilizar el montaje descrito en la revista RADIOAFICIONADOS del mes de Febrero de 1999. También puede ser conveniente realizar unos taladros de ventilación en los laterales y la parte superior de la caja, para facilitar la circulación del aire.

5.- RESUMEN.

En el presente artículo se ha descrito la construcción de una fuente de alimentación estabilizada con una tensión de salida de 13 voltios y una corriente máxima de 15 amperios, apta para la alimentación de transceptores de radioaficionado. La fuente se ha construido con los componentes disponibles en el cuarto de la radio, por lo que las dimensiones y características pueden variar para adaptarse a los componentes disponibles. La fuente ha sido sometida a toda clase de pruebas con resultado satisfactorio.

El montaje descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su funcionamiento sea 100% correcto. Solamente se describe la construcción y el funcionamiento del prototipo.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este montaje procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por la construcción y/o uso de este dispositivo, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier tipo de daño que se pudiera derivar del montaje y/o uso de este dispositivo.

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, como son control de maquinaria peligrosa, control de navegación o tráfico, maquinaria de mantenimiento de vida o sistemas cuyo mal funcionamiento pueda provocar causas o efectos anteriormente mencionados. Este dispositivo no es tolerante a fallos.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El dispositivo descrito en el presente artículo es un montaje experimental, cuyo propósito es el estudio de los diferentes aspectos de la Electrónica, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros montajes publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen todos los textos, así como las fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios para la realización del proyecto, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado 421
45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es

Figura número uno.
Esquema interno del integrado MC3423.

Figura número dos.
Circuito de aplicación del integrado MC3423.

Figura número tres.
Esquema de bloques.

Figura número cuatro.
Esquema general.

Figura número cinco.
Circuito impreso núm. uno.

Figura número seis.
Disposición de componentes.

Figura número siete.
Circuito impreso núm. dos.

Figura número ocho.
Disposición de componentes.

Figura número nueve.
Placa de circuito impreso.

Figura número diez.
Componentes montados.

Figura número once.
Tiristor.

Figura número doce.
Regulador L200.

Figura número trece.
Caja con taladros.

Figura número catorce.
Caja con taladros.

Figura número quince.
Caja con taladros.

Figura número dieciséis.
Caja con taladros pintada.

Figura número diecisiete.

Montaje de componentes.

Figura número dieciocho.
Montaje de componentes.

Figura número diecinueve.
Montaje de componentes.

Figura número veinte.
Plantilla del frontal.

Figura número veintiuno.
Cableado de la fuente.

Figura número veintidós.
Cableado de la fuente.

Figura número veintitrés.
Detalle del shunt.

Figura número veinticuatro.
Cableado de la fuente.

Figura número veinticinco.
Cableado de la fuente.

Figura número veintiséis.
Cableado de la fuente.

Figura número veintisiete.
Cableado de la fuente.

Figura número veintiocho.
Fuentes terminadas.