

COMO LOCALIZAR FALLAS EN FUENTES DE ALIMENTACION CONMUTADAS



Guillermo Palomares Orozco

El bloque fuente de poder es de fundamental importancia en la estructura de cualquier aparato electrónico, debido a que en esta sección es donde se producen todos los voltajes necesarios para el correcto funcionamiento del equipo. En los últimos 10 años, este módulo ha sufrido una transformación muy importante, pasando de ser circuitos sencillos que todo mundo comprendía, aunque de operación muy deficiente, a sofisticadas fuentes conmutadas de mucho mayor eficiencia, y cuyo funcionamiento resulta mucho más complejo. En este artículo, explicaremos su teoría de operación, mostraremos dos circuitos reales como ejemplo y enseñaremos un método para la detección de fallas, con algunos consejos prácticos.

Diferencias entre las fuentes lineales y las fuentes conmutadas

Las fuentes conmutadas presentan grandes ventajas con respecto a las fuentes lineales tradicionales. Estas últimas (figura 1) presentan, en general, las siguientes particularidades:

- Transformador de gran tamaño, conectado directamente en la línea de CA (y que por consecuencia trabaja con una frecuencia muy baja).
- En la mayoría de los casos, circuitos rectificadores tipo puente de diodos.
- Filtros de gran capacidad.
- Reguladores de voltaje.

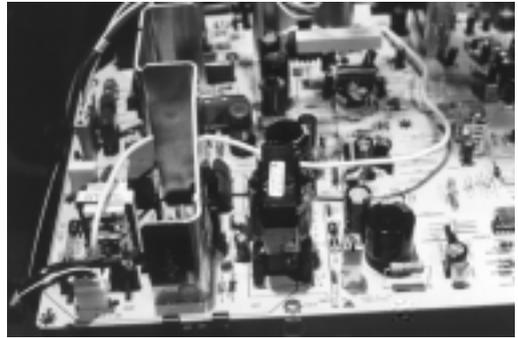
Por contraste, las características más importantes de las fuentes conmutadas (también conocidas como "fuentes osciladoras" por su capacidad de adaptarse a las variaciones de voltaje), son:

- Bajo costo, debido a su pequeño transformador (que además es de alta frecuencia).
- Ligeras.

Figura 1



Figura 2



- Excelente estabilidad en la salida de voltaje.
- Bajo calor generado.
- Tamaño reducido.
- Pueden operar con voltajes de entrada muy amplios (generalmente de 85 V a 240 Vca).

Estos nuevos tipos de fuentes constan de un oscilador, un pequeño transformador, rectificadores secundarios y filtros pasa-bajos para filtrar el voltaje de salida (figura 2).

Los tipos de control de salida de voltaje, son:

- Control de la amplitud del oscilador.
- Cambio del ciclo de trabajo del oscilador (control de amplitud del pulso).
- Control de frecuencia (sea del oscilador o del transformador).

Cabe mencionar que algunas fuentes de poder utilizan más de uno de estos tres tipos de control.

Secciones de una fuente conmutada típica

Son seis los bloques de una fuente conmutada típica (figura 3), a saber:

1) Rectificador y filtro.

Este bloque recibe los 120 Vca de la línea y entrega aproximadamente 170 Vcd en su salida. Hay que recordar que el puente rectificador convierte la corriente alterna en corriente directa, y que el filtro elimina el ruido o *ripple*. Un fusible que se encuentra en la entrada de la línea para protección del circuito, se abre CUANDO HAY UN CORTOCIRCUITO EN LA SECCION OSCILADORA O

EXCITADORA y NO CUANDO HAY UNA CARGA EXCESIVA.

2) Excitador y oscilador.

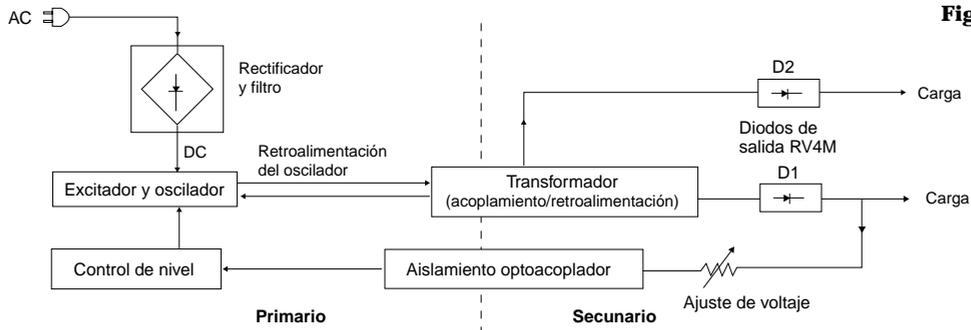
En videograbadoras, este bloque consiste en un circuito integrado de mediana potencia (600 V, 5 amp) y alguna circuitería adicional de apoyo, mientras que en televisores generalmente se trata de un transistor discreto (aunque cada vez se usa con más frecuencia un circuito integrado).

El propósito de este conjunto es tomar el voltaje de 170 Vca y “pasarlo” a través del primario del transformador, pero en forma de una señal pulsante (recuerde que un transformador resulta inútil ante señales de DC). Uno de los embobinados del transformador retroalimenta un voltaje fuera de fase para que el excitador entre en oscilación (enseguida se hablará de esto con mayor detalle).

3) Transformador.

El transformador tiene un primario, uno o más secundarios y un embobinado de retroalimentación; las funciones de este último son:

- a) Retroalimentación. Este embobinado de control entrega una señal de retroalimentación al transistor excitador/oscilador, con el objeto de apagarlo y generar una situación inestable que provoque la oscilación (lo que significa que el conmutador se enciende y apaga a muy alta velocidad). Puesto que esta situación se repite



en un ciclo de trabajo muy pesado, debe usarse un transistor con características apropiadas.

b) Acoplamiento. El circuito de acoplamiento (cuando existe) sirve para proporcionar al extremo primario una referencia del comportamiento de los voltajes en el secundario, con el objeto de que las tensiones de salida de la fuente estén siempre dentro de sus especificaciones correctas. También provee un aislamiento eléctrico entre el circuito del primario y el circuito del secundario; esto es para que el cliente nunca entre en contacto con la línea de CA cuando toque la unidad.

Dicho transformador puede ser pequeño, en comparación con un transformador tradicional. La razón de ello es que trabaja con una frecuencia alta, con lo cual se logra que la transferencia de energía entre primario y secundario sea mejor que si trabajara -como lo hace un transformador normal- a 60 Hz.

El blindaje del transformador (o de la fuente en general) es necesario si se toma en cuenta que esta señal, al operar en altas frecuencias, puede ser inducida en los amplificadores de cabezas de video o en las líneas de transporte de señal de video, trayendo como consecuencia la generación de líneas de interferencia en la pantalla.

4) Rectificadores del extremo secundario.

Estos rectificadores son de bajo voltaje pero de alta velocidad, ya que el secundario del transformador entrega corriente alterna de muy elevada frecuencia; a causa de esto, los diodos rectifica-

dores de baja frecuencia (entre ellos el 1N4007) resultan inútiles. Este es uno de los principales problemas con los que el técnico de servicio se enfrenta cuando va a reparar fuentes conmutadas; y es que si desconoce dicha situación, seguramente que en sustitución de los diodos originales colocará cualquier otro tipo de diodos, pero las nuevas piezas se dañarán rápidamente, e incluso pueden llegar a dañar a otras secciones dentro de la fuente. El tipo de diodos que se recomienda utilizar es el RU4M, que soporta 400 V, 2 amp, y es de rápida recuperación.

5) Retroalimentación y aislamiento.

El voltaje del secundario más importante (la línea de 12V en el caso de las videograbadoras, y la línea de B+ en el caso de los televisores), en algunas fuentes es tomado y enviado en retroalimentación al circuito primario. Este voltaje se emplea para controlar la salida de voltaje que va hacia el transformador por el excitador de retroalimentación. Esta muestra de voltaje es enviada de regreso al primario del circuito, aunque no exista una conexión directa entre primario y secundario; por razones de seguridad, esta muestra se envía a través de un optoacoplador.

6) Control de nivel.

Con la reducción del bias (polarización) de la base del transistor excitador/oscilador, se reduce también la amplitud de la señal entregada en su colector. Y dado que este efecto se presenta en todos los voltajes secundarios, puede decirse que la polarización del oscilador se reduce para mantener en estado de regulación a la fuente conmutada.

Métodos de control de voltaje más empleados

Existen dos formas para controlar la salida de voltaje en los secundarios:

1) Control mediante frecuencia (cambio de frecuencia en el oscilador, con respecto al punto de resonancia del transformador).

La operación de estos transformadores depende de la frecuencia, ya que el embobinado primario funciona como un resonador (un oscilador natural). Recordemos que siempre que colocamos en paralelo una bobina y un capacitor, el conjunto posee una "frecuencia de resonancia" natural, misma que depende estrechamente de los valores de L y C; por lo tanto, podemos decir que un transformador en cuyo primario se le coloque un condensador en paralelo, poseerá una frecuencia de oscilación implícita, que marcará su punto de operación óptima. Aun y cuando no se coloquen capacitores externos en el embobinado primario, existe una capacitancia inherente causada por la proximidad de las espiras del mismo. Este circuito resonante L-C es producido exclusivamente con el embobinado del transformador (figura 4).

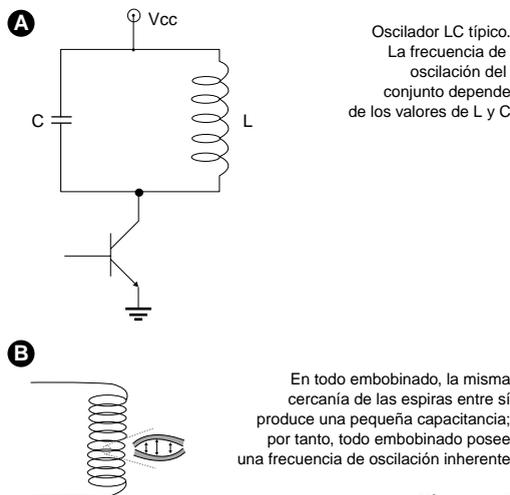


Figura 4

El voltaje de salida de los secundarios aumenta cuando la frecuencia de trabajo se aproxima a la frecuencia natural de resonancia del transformador. Por lo tanto, si se modifica cuidadosamente la frecuencia de entrada al primario del transformador, el voltaje de salida de éste puede ser controlado o regulado.

La gráfica del comportamiento de un transformador se muestra en la figura 5; ahí vemos que el pico máximo es V_s , mismo que se alcanza exactamente cuando la frecuencia de entrada coincide con la de resonancia natural del embobinado. Como puede observarse, la forma de respuesta no es muy estrecha sino amplia (tiene el aspecto de una campana normal); esto se debe a la resistencia del alambre, al valor de la inductancia, a la capacitancia inherente, etc. En consecuencia, si se maneja cuidadosamente la frecuencia aplicada al embobinado primario, se le puede hacer trabajar en cualquier punto de la curva (de preferencia en la porción lineal, ya sea de subida o de bajada), produciendo en su salida una gama de voltajes que van desde un punto muy bajo hasta su punto máximo (V_s). Esto quiere decir que el método puede utilizarse para controlar de forma muy precisa los voltajes a la salida de los secundarios.

En videograbadoras, lo normal es que la frecuencia de entrada al transformador opere en la región marcada como A (flanco de subida de la respuesta en frecuencia). En este caso, conforme la frecuencia de entrada se incrementa, el punto de operación va hacia la parte alta de la curva, por lo tanto la salida del transformador aumenta.

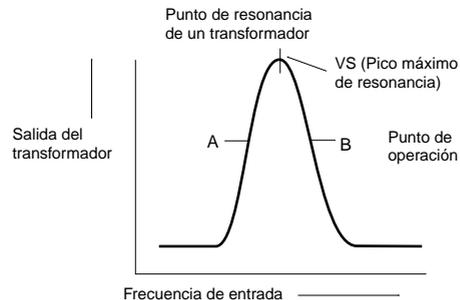


Figura 5

Algunas fuentes en televisores operan en el punto B de la curva, por lo que en ellos las variaciones de frecuencia tienen un efecto inverso (en la porción descendente de la curva, un aumento de frecuencia implica menor inducción, produciendo entonces una disminución en la salida del secundario en el transformador). Este modo de operación (en la región B) no es usualmente elegido por los diseñadores, ya que al encender el equipo, el oscilador comienza a trabajar a una baja frecuencia; esto provoca que la salida en los secundarios del transformador sea elevada, dando origen a posibles daños en la fuente o en el equipo.

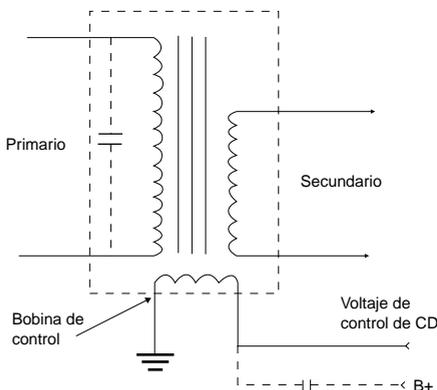
2) Control mediante embobinado de control.

Un voltaje aplicado en la bobina de control de un transformador especial, hace que disminuya la inductancia dentro del dispositivo.

Corrimiento de frecuencia en el transformador

La mayoría de televisores utiliza un transformador especialmente construido con un embobinado de control colocado en una laminación acoplada de manera perpendicular a la laminación del primario y secundario (figura 6). El embobinado de control regula la salida del transformador alterando la reluctancia y, por lo tanto, aparentemente también la inductancia del transformador.

Cambio de frecuencia del transformador



El voltaje de control genera un campo magnético para disminuir la inductancia efectiva.

Figura 6

Usando la bobina de control, cuando se le aplica un voltaje de CD, se desarrolla un campo magnético; y este campo se aplica en el núcleo del transformador, afectando el campo inducido por el primario y, por consiguiente, el voltaje generado en el secundario. Esto altera al campo tal como cuando se inserta un tornillo de aluminio en una bobina de sintonía (inductor). Cuando la inductancia (L) es decrementada, la frecuencia de resonancia es incrementada. En el diagrama mostrado anteriormente, equivaldría a que la curva de respuesta se corriera hacia la derecha, lo que a su vez se traduciría en un cambio en la salida de voltaje de los embobinados secundarios.

El diseñador de la fuente selecciona el punto de operación A o B para determinar si al aplicar CD a la bobina de control el voltaje de salida se aumenta o disminuye. Si es elegido el punto A, podemos notar que al estar la curva corrida hacia la izquierda implicaría que la fuente comenzaría a trabajar con un voltaje muy alto (lo que puede afectar la integridad de los circuitos alimentados); para evitar esto, se debe aplicar un voltaje de CD inmediatamente a la bobina de control cuando el aparato es energizado (este es representado por el capacitor en línea punteada). Para evitar dicho problema, este tipo de fuentes por lo general trabajan en la región B de la curva; esto significa que comienzan a operar con un voltaje de salida bajo, y conforme se va aplicando una corriente de realimentación al embobinado de control, el voltaje de salida va creciendo hasta alcanzar su nivel correcto (lo cual ocurre en pocos milisegundos).

Dos ejemplos de fuentes típicas.

Para concretar la explicación teórica anterior, enseguida vamos a mostrar dos fuentes de poder típicas, una de una videograbadora (figura 7) y otra de un televisor (figuras 8). Se explicará en detalle la operación de la segunda, dejando para el lector deducir el funcionamiento de la primera.

Podemos ver que en la entrada del circuito oscilador hay un voltaje de aproximadamente 150 Vdc, mismo que se obtiene de rectificar y filtrar directamente la entrada de 120 Vac de la

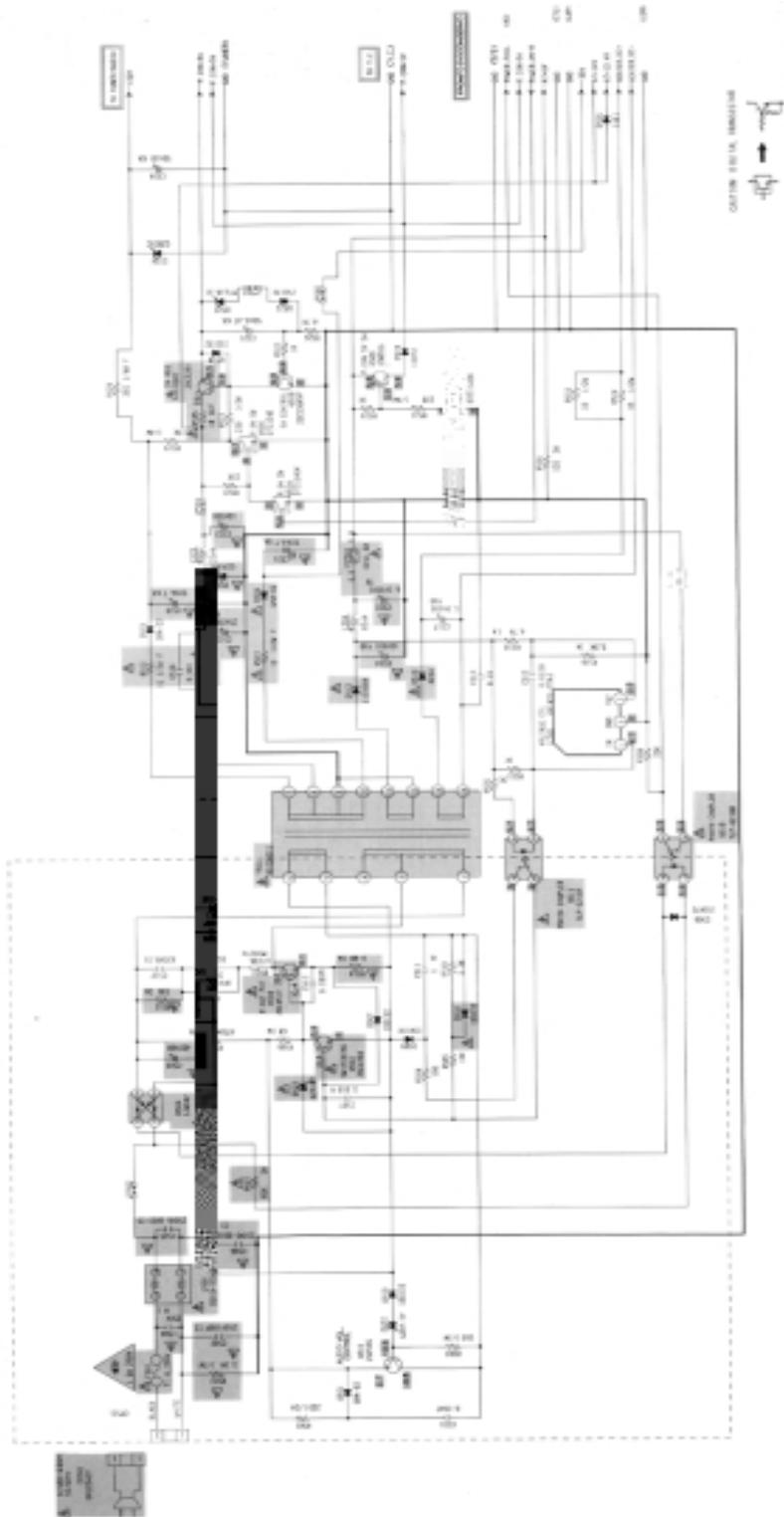


Figura 7

Fuente de poder de los televisores RCA con chasis CTC 176/177

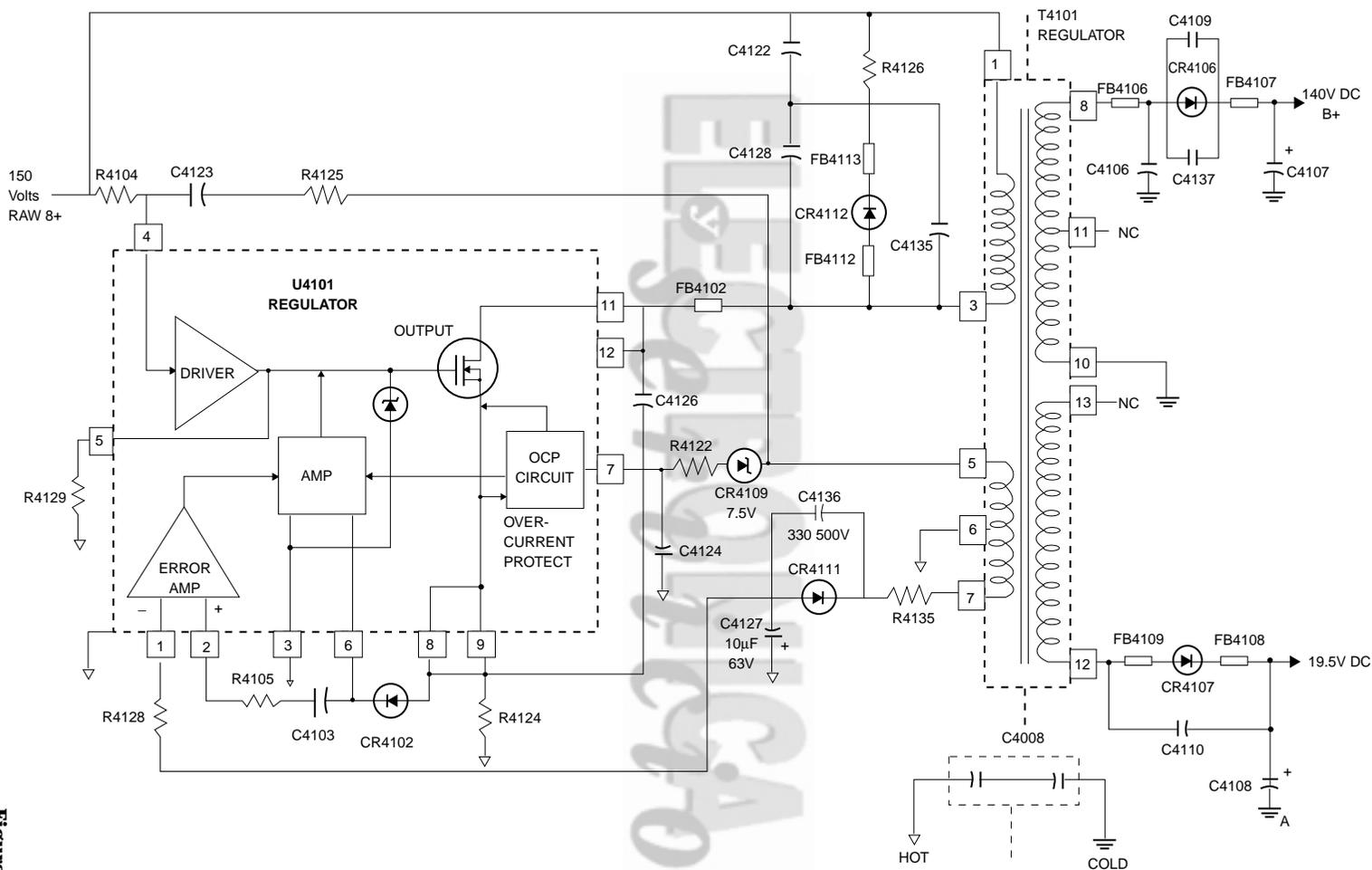


Figura 8

línea hogareEd. Este voltaje se dirige hacia la terminal 1 del transformador principal, del cual el otro extremo del primario llega a las terminales 11 y 12 del circuito integrado que se encarga de la oscilación. Dentro de este circuito se aloja el elemento de switcheo (un MOSFET de potencia), cuya fuente se encuentra en las terminales 8 y 9 del IC, que se conectan a la tierra del primario a través de una resistencia de bajo valor.

Observe también que parte del voltaje de entrada pasa por una resistencia y llega hasta la terminal 4 del IC, que corresponde a la entrada del excitador del conmutador. Cuando es conectado por primera vez el aparato, el voltaje en esta terminal resulta suficiente para que el excitador se dispare y ponga a conducir al conmutador, con lo que se consigue un flujo de corriente a través del embobinado primario. Este flujo induce voltajes en todos los embobinados secundarios, incluyendo el ubicado entre las terminales 5, 6 y 7, que en este caso funciona como bobina de realimentación.

El voltaje inducido en la terminal 7 de este secundario, comienza a cargar a un condensador con un voltaje negativo, y cuando la tensión alcanza un cierto punto (detectado por el amplificador de error dentro del IC), este elemento envía una orden hacia el bloque AMP, el cual corta el voltaje de polarización al conmutador y lo obliga a apagarse. Por lo tanto, el flujo de corriente que circulaba por el primario sufre un colapso, y este a su vez induce voltajes hacia los embobinados secundarios; específicamente, produce un pulso en la terminal 5 del embobinado de control, el cual se transmite a través de una resistencia y un condensador a la entrada del excitador de conmutador, y lo vuelve a encender.

Con esto tenemos una situación inestable que obliga al conmutador a encenderse y apagarse continuamente, con lo que se logra la inducción hacia los secundarios y la generación de los voltajes de alimentación para el funcionamiento del televisor.

Como circuito de protección, el IC conmutador posee un detector de sobrecarga, el cual se dispara precisamente cuando el voltaje en sus terminales 8 y 9 (que, como recordará, corresponden a la fuente del conmutador) alcanza un valor

determinado (gracias a la presencia de la resistencia de bajo valor). En tal caso, el circuito de protección corta la polarización del conmutador, impidiéndole trabajar y apagando el televisor, con lo que se evitan daños mayores ya sea a la fuente o a los circuitos que alimenta.

Por su parte, el extremo secundario resulta sumamente sencillo: puede notar que la salida del embobinado ubicado en las terminales 8, 10 y 11 del transformador corresponde a la salida B+, misma que sólo es rectificadora y filtrada; y lo mismo ocurre con la fuente de bajo voltaje, la cual aprovecha el embobinado entre las terminales 12 y 13, de donde se generan los casi 20 V que se necesitan para alimentar a diversos circuitos del televisor.

Compare este funcionamiento con el de la fuente de videogradora, y advertirá que básicamente se trata del mismo circuito.

Procedimiento para la localización de fallas

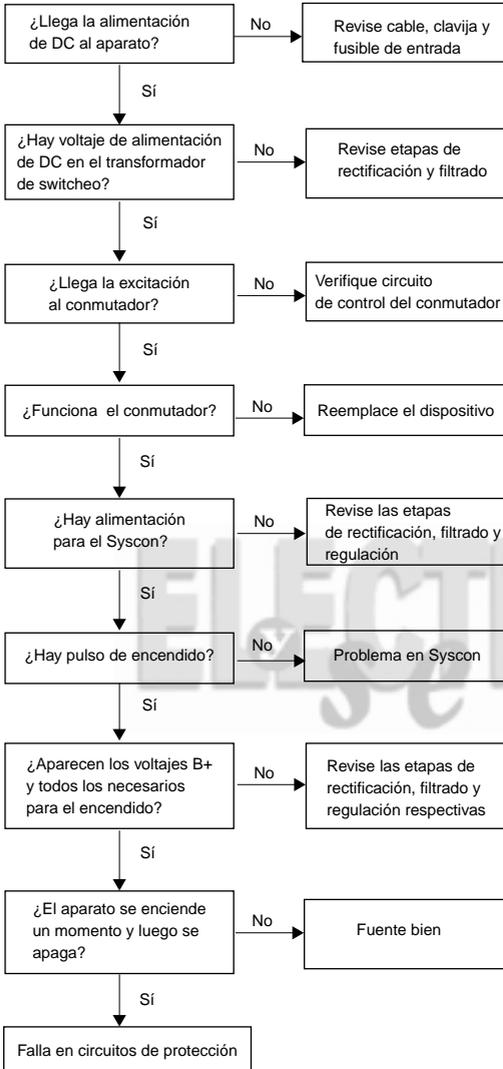
Observe cómo se lleva a cabo este procedimiento, en el siguiente diagrama (figura 9):

Aspectos que deben considerarse en el servicio a fuentes conmutadas

En el caso de las fuentes conmutadas, son varios los aspectos que deben considerarse al proceder a su reparación: hay que observar y comprender las secciones que contiene; saber cómo interactúan y, después de una adecuada comprensión, determinar las posibles fallas que pudieran presentarse en cada una de ellas; de esta forma se puede aislar el problema para su más pronta y eficaz atención. Y aunque en los manuales de servicio se recomienda cambiar como un módulo completo toda la fuente, ello resulta una tarea poco práctica y muy costosa en comparación con un simple servicio en el nivel de componentes.

Método para la reparación de fuentes conmutadas

Como ya explicamos, las fuentes conmutadas son unidades que basan su funcionamiento en la oscilación de muy alta frecuencia. Como dispo-

Figura 9**Secuencia para la detección de fallas en fuentes conmutadas de TV color.**

sitivo de conmutación, generalmente tenemos un transistor, o un circuito integrado que contiene a éste.

Conforme a la experiencia, usted habrá advertido cuán frecuentemente se daña este dispositivo, aunque rara vez es el causante original del problema; de ahí que al sustituirlo vuelva a dañarse apenas transcurridos algunos segundos, o quizás minutos u horas.

Procedimiento

Para reparar una fuente conmutada ejecute las siguientes acciones:

- 1) Utilice un Variac o reductor de voltaje de entrada de línea, para modificar a voluntad el voltaje de corriente alterna entregado a la fuente. De esta manera, evitaremos hacer daño a los transistores de conmutación.
- 2) Localice la sección de retroalimentación; es decir, la porción de señal que es tomada del primario o del secundario para informar al circuito oscilador sobre el nivel de salida que guarda la fuente. Por lo general, esta sección es responsable de la avería en los circuitos. Revise también los condensadores electrolíticos, ya que suelen ser con frecuencia los causantes del problema.
- 3) Acostúmbrase a revisar los diodos rectificadores de los diversos secundarios. Como ya comentamos, en caso de descubrir que estos dispositivos se encuentran averiados, proceda a sustituirlos por piezas de iguales características (es muy importante verificar su corriente máxima de trabajo y su velocidad de recuperación).
- 4) Es común que luego de sustituir componentes quemados o averiados, se piense que la fuente ha quedado reparada; pero este es un grave error. Para asegurarse de que ha sido arreglada, se le debe colocar una carga artificial a fin de medir la corriente y voltaje entregado por sus devanados; para tal efecto, podemos calcular algunos valores de resistencias que simularán la carga normal de la fuente por medio de la ley de Ohm. Una vez conectadas éstas entre alguna salida y tierra, por medio de un multímetro se debe medir el voltaje entregado por dicha salida (sabiendo, de antemano, que lo normal es que el voltaje tienda a caer, pero no en exceso).
- 5) Por último, no está de más reiterar que a estas fuentes debemos conocerlas a fondo, para que, al tener plenamente identificadas sus distintas secciones, sea posible realizar una reparación más rápida y confiable; y no por querer ahorrar dinero, compremos refacciones de dudosa calidad o las primeras que tengamos a la mano. ●