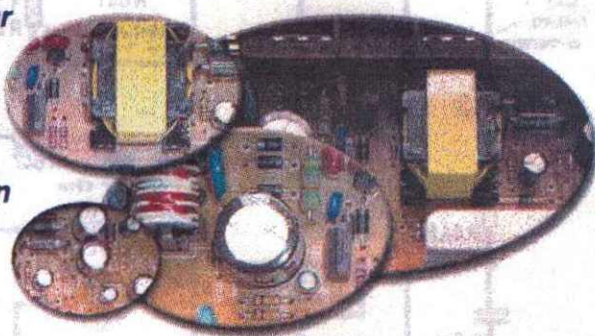


Curso de Fuentes Conmutadas - Lección 8

Análisis de Fuentes con TDA4600 y similares

En la entrega anterior, terminamos de analizar circuitos de fuentes del tipo de transferencia indirecta con componentes discretos con medición en origen. En esta oportunidad, encararemos el estudio de las fuentes con circuito integrado TDA4600 y sucesivos que son realmente una legión pero, por suerte, fácilmente reparables aplicando un buen método, que es similar al aplicado para las fuentes discretas.



Por: Ing. Alberto Horacio Picerno
e-mail: picerno@fullzero.com.ar

Introducción

Los circuitos discretos más exitosos siempre son transformados en CIs, que se vuelven más exitosos aún. Entre las fuentes discretas más exitosas existe una, conocida simplemente como fuente Siemens, que dió lugar posteriormente al circuito integrado TDA4600 y su saga (4601, 4602 etc).

Este circuito integrado es utilizado por una grana cantidad de TVs de todas las marcas y se caracteriza por su sencillez y su robustez. Sólo contiene los componentes de baja potencia, ya que el transistor llave de potencia se conecta externamente. Para quemar un 4600 hay que esforzarse porque está muy bien protegido, de modo tal que es que no sólo se protege a sí mismo sino que protege a su componente asociado, el transistor de potencia, que suele ser otro clásico de la electrónica el BU208A original sin diodo recuperador.

Debemos aclarar que entre algu-

nos reparadores, el TDA4600 se ganó una mala fama que no merece. En efecto, este integrado se utiliza en diferentes modelos TVs Hitachi en los que suelen aparecer fallados varios resistores de alto valor. Debemos aclarar que esos resistores se queman por fallas en las redes de alimentación y que su muerte, no tiene nada que ver con el TDA4600 al que dejamos libre de culpa y cargo.

¿El TDA4600 tiene oscilador interno?

No; se trata de un circuito auto oscilante; adentro del integrado sólo existe la sección de control y protección del auto oscilador. En la figura 1 se puede observar un viejo circuito de un TV Grundig que elegimos por su sencillez y que nos permite ubicar los cuatro bloques principales con mucha facilidad. El bobinado de realimentación está marcado como 9-15 y se puede observar que está realimentado al TDA4600 por dos vías. Una vía simple de CA formada por el resistor

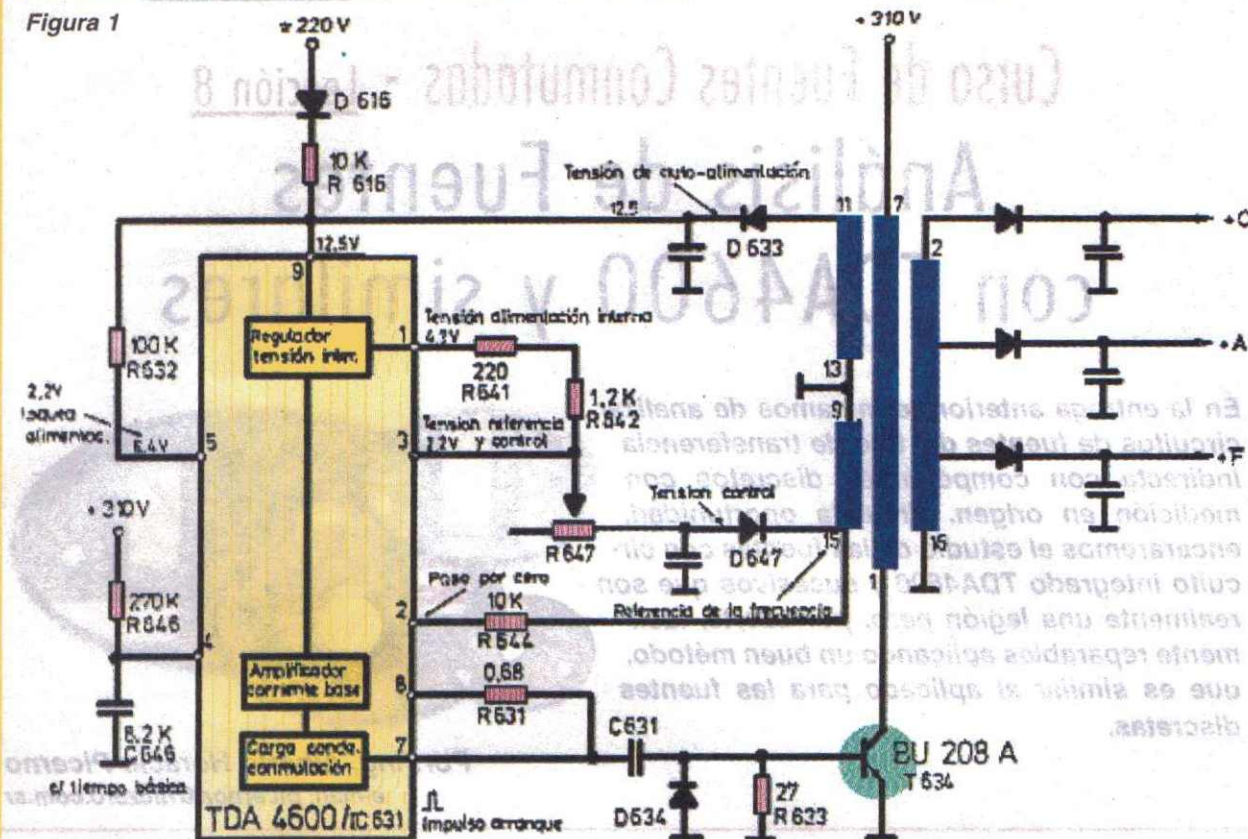
R644 conectado a la pata 2 y otra vía compleja formada por D647 (rectificador de tensión negativa) y R647 que realimentan la corriente continua para el control del tiempo de actividad.

El oscilador básico se completa con la red de acoplamiento de base, formada por C631, D634 y R633. Por último, el circuito se completa con el transistor llave de potencia T634 y el bobinado 1-7 del transformador de pulsos. El bloque de arranque está formado por el diodo D616 conectado a la red de alimentación domiciliaria por el resistor R616. En el arranque D633 opera como recortador de pulsos negativos sobre la pata 9 del integrado, que es la pata de fuente. Posteriormente, la energía para la alimentación de fuente proviene del bobinado 11-13 y D633 cumple la función específica de rectificador auxiliar.

Las patas 4 y 5 cumplen funciones de protección de baja tensión de red y de corriente pico por el transistor llave y la pata 1 es una salida de la fuente regulada interna de referencia.

Service

Figura 1



Funcionamiento Detallado del TDA4601 de los TVs HITACHI CPT14-20R

Si en un TV pretendiéramos realizar una fuente de alimentación convencional del tipo transformador rectificador y reguladores analógicos, nos encontraríamos con varios problemas insalvables, a saber:

A) Un transformador convencional con primario de 220V 50Hz y varios secundarios (en nuestro caso 3 para obtener 110, 24 y 12Vcc) resultaría muy voluminoso, pesado y caro.

B) Deberíamos tener un regulador de tensión para cada salida con sus correspondientes disipadores, dado el bajo rendimiento de conversión.

C) Un puente de rectificadores por cada salida.

D) Tres capacitores electrolíticos de alto valor dado que la frecuencia de riple es tan baja como 100Hz.

Por estas razones, el uso de una fuente pulsada se hace imprescindible. De todas las posibles fuentes pulsadas, se optó por realizar una, basada en el moderno circuito integrado TDA4601 dada su confiabilidad y su funcionamiento no enganchado con la reflexión horizontal.

La fuente diseñada logra la regulación con un solo circuito integrado y un solo transistor de potencia. Debido a que la frecuencia de trabajo del orden de los 30kHz, se puede utilizar un pequeño transformador con núcleo de ferrite, también los capacitores electrolíticos resultan proporcionalmente reducidos.

Como todo circuito electrónico pulsado, esta fuente presenta desventajas; a saber:

A) Debido a la alta frecuencia de trabajo, se requieren correctos blindajes y filtrados para evitar que la fuente irradie. Además requiere un buen filtro

de línea para evitar que transmita espúreos a la red de canalización.

B) Circuitalmente es de funcionamiento más complicado que las convencionales.

C) Los capacitores electrolíticos no deben presentar características inductivas importantes.

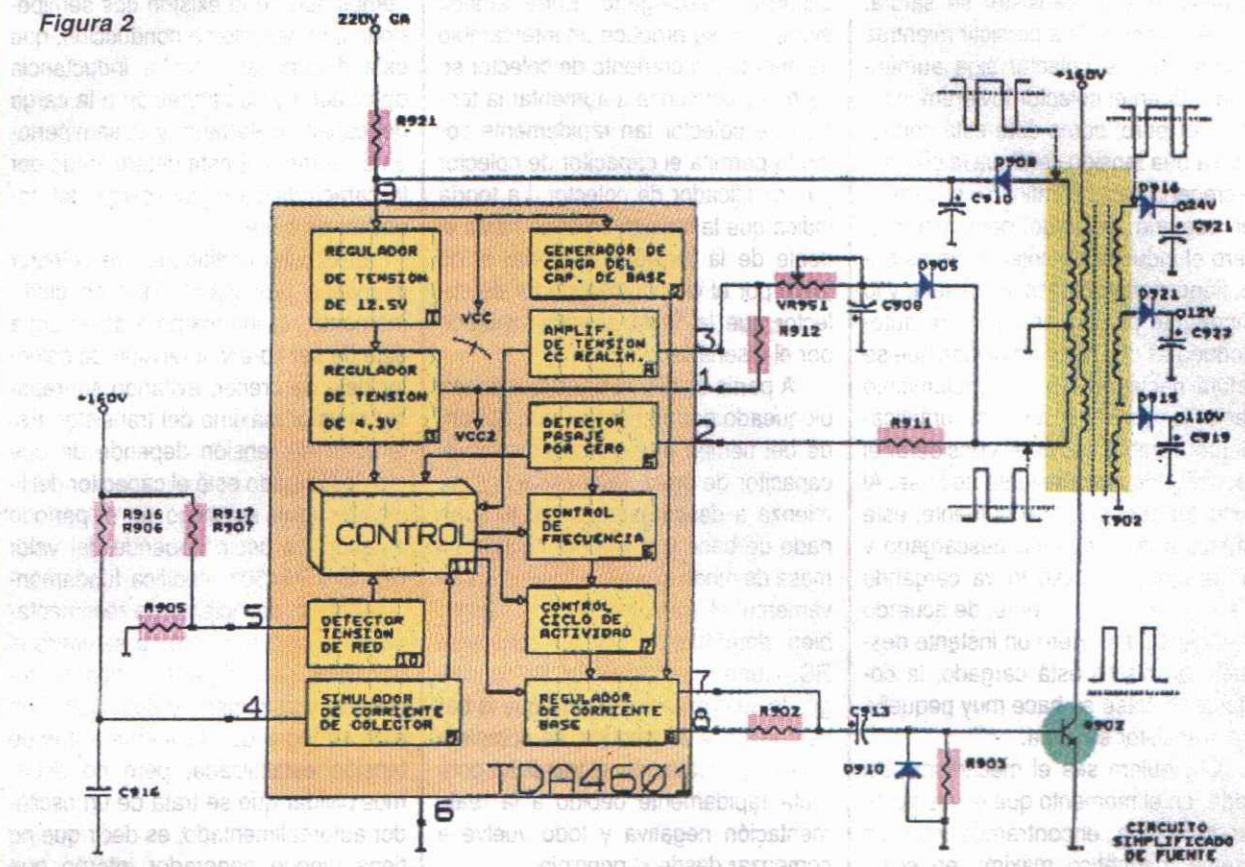
D) El transistor de conmutación, sólo disipa durante el cambio de estado, por lo tanto se requiere un transistor muy rápido para obtener un buen rendimiento. En los estados estables de la conmutación (abierto/cerrado) existe una disipación, que es mínima si la tensión de saturación del transistor es baja.

E) Los diodos rectificadores del secundario del transformador de pulsos deberán ser del tipo rápido.

A pesar de estas desventajas, la fuente conmutada, es por mucho, la más económica y confiable en aparatos de consumo masivo. Debemos

Análisis de Fuentes con TDA4600 y Similares

Figura 2



agregar que el integrado TDA4601 presenta además de las ventajas enumeradas anteriormente, otras dos realmente importantes:

1. La fuente queda protegida contra sobrecargas.
2. Si la tensión de red está por debajo de 60V se bloquea para evitar un funcionamiento inadecuado.

En la figura 2 se puede observar el circuito simplificador, utilizado en el TV CPT14-20R de Hitachi.

La base de funcionamiento es el viejo convertidor de CC/CC basado en un oscilador de autobloqueo.

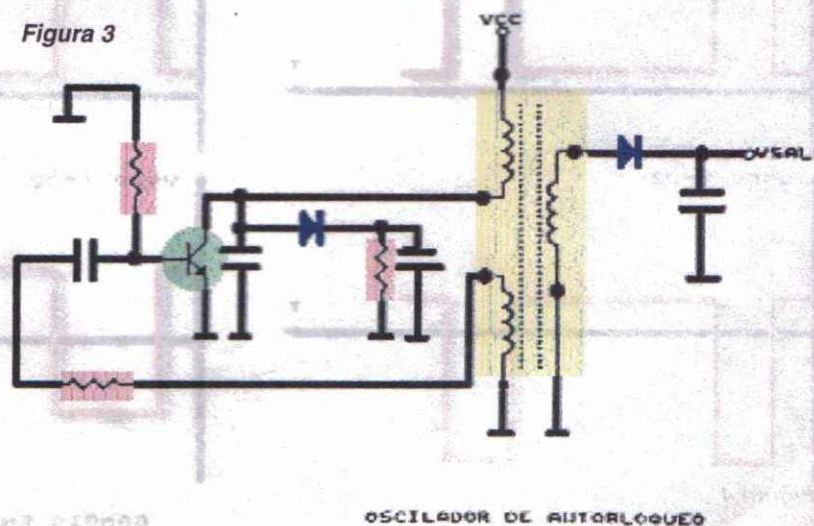
Nos detendremos brevemente en el funcionamiento del autobloqueo porque esto nos permitirá entender más fácilmente el funcionamiento del integrado.

Como se puede observar en la figura 3, éste es un circuito muy reali-

mentado positivamente entre colector y base. Cuando se conecta la fuente, comienza a circular corriente por el bobinado de colector, esta corriente va hacia el colector del transistor, capacitor de colector y el rectificador de

colector. El acoplamiento a través del bobinado de base es tal, que el campo magnético generado por la corriente de colector, produce una tensión positiva en la base que refuerza la corriente de colector y así sucesivamente.

Figura 3



OSCILADOR DE AUTOBLOQUEO

te hasta que el transistor se satura. Esta saturación va a persistir mientras la corriente de colector siga aumentando. Si en el colector tuviéramos un inductor puro; como éste está conectado a una tensión continua la corriente crecería hasta el infinito y el transistor seguiría saturado para siempre. Pero el inductor de colector no es puro, tiene cierta resistencia en serie y lo importante para el oscilador de autobloqueo es que tiene un núcleo que se satura haciendo que el acoplamiento hacia la base se reduzca drásticamente. También se debe considerar el capacitor de acoplamiento de base. Al conectar el oscilador a la fuente, este capacitor se encuentra descargado y la corriente de base lo va cargando más o menos lentamente, de acuerdo a su capacidad. Pero un instante después, el mismo está cargado, la corriente de base se hace muy pequeña y el transistor se corta.

Cualquiera sea el mecanismo del corte, en el momento que el mismo se produce nos encontramos con un campo magnético máximo en el inductor del colector y en paralelo un

capacitor descargado. Entre ambos elementos se produce un intercambio de energía, la corriente de colector se reduce y comienza a aumentar la tensión de colector tan rápidamente como lo permita el capacitor de colector y el rectificador de colector. La teoría indica que la tensión crecería hasta el doble de la tensión de fuente si no fuera por el circuito recortador de colector que la limita al valor deseado por el diseñador.

A partir de allí, el transistor queda bloqueado por un tiempo, que depende del tiempo que quede cargado el capacitor de base. Este capacitor comienza a descargarse sobre el bobinado de base y el resistor de base a masa de modo de hacer conducir nuevamente el transistor en un tiempo bien determinado por la constante RC. Cuando el capacitor se descargue lo suficiente como para que la base comience a conducir, se completa el ciclo de oscilación, el transistor conmuta rápidamente debido a la realimentación negativa y todo vuelve a comenzar desde el principio.

Establecidas las oscilaciones po-

demostramos que existen dos semiperíodos. El período de conducción, que está determinado por la inductancia de colector y su saturación o la carga del capacitor de base y el semiperíodo de corte, que está determinado por la característica de descarga del capacitor de base.

El circuito rectificador de colector interviene provocando que en cierto momento, el intercambio de energía deje de ser libre y la tensión de colector deje de crecer, evitando sobrepasar el valor máximo del transistor. Este valor de tensión depende de qué tan descargado esté el capacitor del limitador (que se cargó en el período anterior) es decir, depende del valor RC. El TDA4601 modifica fundamentalmente el coeficiente de realimentación y el tiempo que dura saturado el transistor, para lograr modificar la frecuencia y el tiempo de actividad. Con esto se logra que la fuente entregue tensión estabilizada, pero no debemos olvidar que se trata de un oscilador autorealimentado, es decir que no tiene ningún generador interno que excite la base del transistor conmuta-

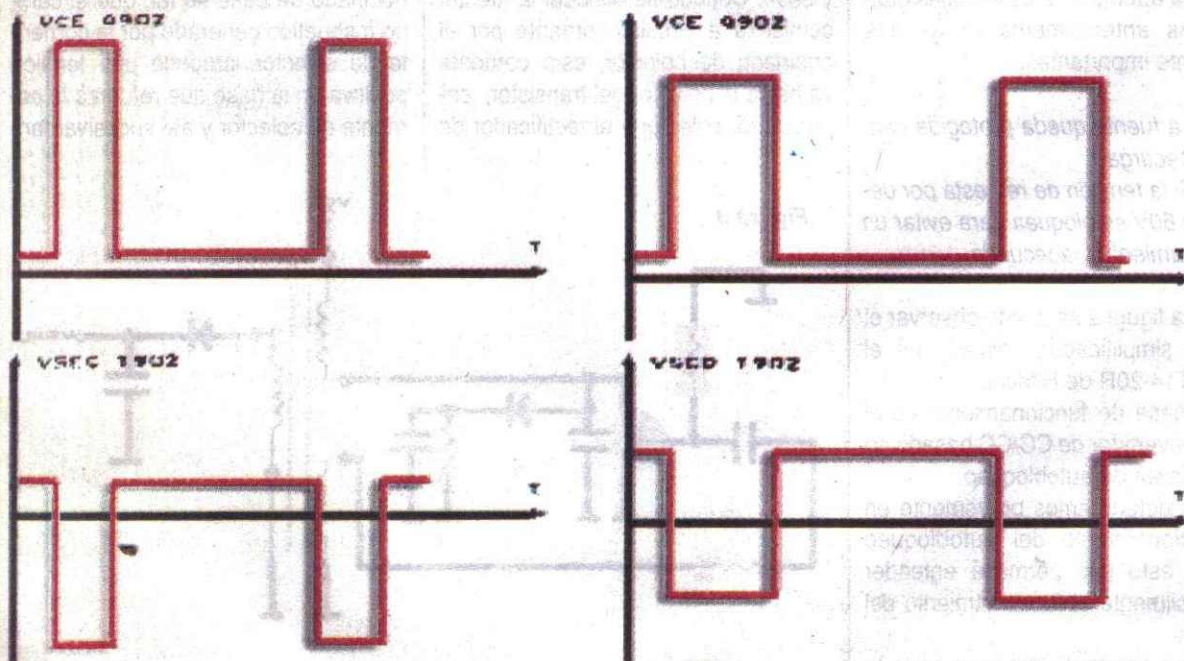


Figura 4

CAMBIO EN EL PERÍODO DE ACTIVIDAD

Análisis de Fuentes con TDA4600 y Similares

dor. O sea que si el transformador no provee la realimentación positiva adecuada, el circuito no oscila.

Regulación

Comenzaremos explicando el funcionamiento, basándonos en el circuito simplificado de la figura 2. En este circuito no se han dibujado el rectificador puente, ni el capacitor electrolítico de 310V (C907).

El transistor llave (Q902) al cerrarse, aplica al bobinado 1-3 los 310Vcc provenientes de la rectificación directa de la red. Ya que el transformador no permite el acoplamiento de corriente continua a los secundarios, podemos decir que el valor medio de la tensión en los mismos es cero. Si Q902 cambia su tiempo de actividad (relación de tiempo de cerrado a abierto) también cambia la tensión de pico en los secundarios y por lo tanto, la tensión de las salidas rectificadas. Este ajuste se logra a través de VR951. Ver la figura

4. Si ahora cae la tensión de red, el circuito integrado modificará el tiempo de actividad, de modo de mantener constante la tensión sobre C908, fijada en el punto anterior. Indirectamente, si la tensión sobre C908 es constante, también lo será la tensión sobre cada salida auxiliar. (Despreciamos la caída sobre los diodos debido a las fluctuaciones de consumo y la debida a la resistencia interna de cada bobinado).

Es decir, que el TDA4001 emplea un sistema de medición en origen. Observe que el rectificador D905 rectifica tensión negativa sobre C908. Esto no tiene mayor importancia, en tanto la lógica de control interna lo tenga en cuenta para cambiar el tiempo de actividad adecuadamente. En realidad, la tensión negativa no se aplica directamente al integrado, sino que se aplica por un atenuador formado por VR951 y R912, pero con este último conectado a un potencial positivo regulado que sale por la pata 1 del integrado. Es decir, que exis-

te un circuito balanceado sobre la pata 3 en donde se produce una tensión de equilibrio dada la tensión negativa rectificada y la tensión positiva regulada. Ese equilibrio se puede modificar por el ajuste de VR951 y de ese modo se ajusta la tensión de salida de la fuente.

Para evitar problemas, el TDA4601 realiza un arranque secuenciado, que minimiza la posibilidad de fallas. Si el arranque se debe abortar por condición de sobrecarga o por falta de suficiente tensión de red, es necesario cortar el funcionamiento de Q902 en forma total y para ello es necesario colocar entre base y emisor una tensión negativa de por lo menos 6V. Sabiendo esto, deberemos realizar un análisis pormenorizado del circuito a los efectos de saber cómo es que arranca la fuente con el mínimo de probabilidad de fallas. Esto se realiza estudiando el comportamiento del diagrama en bloques de la figura 5 y su estudio lo realizaremos en la próxima edición. ★


APAE
 Asociación de Profesionales
 y Amigos de la Electrónica

www.apae.org.ar - info@apae.org.ar

CURSOS ABRIL Y MAYO 2005

Sede Inclin

Profesor: Ing. Alberto Picerno

PROGRAMACIÓN DE PICs

Método gráfico "NIPLE" - Nivel 1 y 2

Curso teórico-práctico de programación gráfica de microprocesadores PIC, aplicando a la domótica, robótica, reparación de electrodomésticos, reemplazo de PLCs, etc.

LUNES
 Inicio: 18 de Abril
 Horario: 19 a 22hs.
8 Clases
2 Cuotas de \$75

REPARANDO Cds

Con Disco de prueba PLUSCD

Se trata de un curso teórico-práctico donde el alumno aprende a diagnosticar los problemas de un reproductor de Cds, sin utilizar el osciloscopio. El disco se entrega como promoción por cada libro. "Guía de fallas localizadas de reproductores de CD" del Ing. Picerno y editorial HASA. Con el mismo disco se ajustarán centros musicales determinando el estado de desgaste de los pick ups.

MIÉRCOLES
 Inicio: 20 de Abril
 Horario: 19 a 22hs.
4 Clases
1 Cuota de \$75

"LABORATORIO DEL REPARADOR"

Se trata de un curso teórico-práctico donde los reparadores aprenden a fabricar su propio instrumental de prueba. Por ejemplo: un variador electrónico, probador de rapidez de diodos, Quetro de baja frecuencia, sondas rectificadas, punta de alta tensión, probador de Fly-Back y fugas, reactivador de tubos. En todos los casos se incluye el modo de aplicación a un equipo electrónico.

MARTES
 Inicio: 19 de Abril
 Horario: 19 a 22hs.
4 Clases
1 Cuota de \$75

REPARACIÓN DE MONITORES

16 Clases teóricas + 8 exclusivas de reparación.

Reseña histórica: TRC, convergencia, Pureza y línea de un tubo yugo. Cambios de yugos. Ajuste de convergencia y pureza de un monitor. Cuadro de prueba por computadora (NIST). La señal RGB y el CI de entrada de video. El CI de salida de video. Sección de video completa con generador de caracteres y restauración de CC CI jungla. Vertical, Horizontal, distorsiones geométricas. Horizontal, modulador E/O. Micas. Ajustes y reparación por Modo Service. Informes de fallas.

MARTES
 Inicio: 24 de Mayo
 Horario: 19 a 22hs.
24 Clases
6 Cuotas de \$75

Sede Capital:
Lunes a Viernes de 15 a 18 hs.
Inclin 3955. (Boedo)
Tel: 4922-4422.

Sede Munro:
Lunes a Sábados de 10 a 13 hs.
Guido Spano 4565.
Tel: 4762-3773 / 4762-6248

Ing. Picerno de Lunes a Viernes de 9 a 12hs. al Tel: 4299-2733

Cada cuota de curso equivale a 4 clases

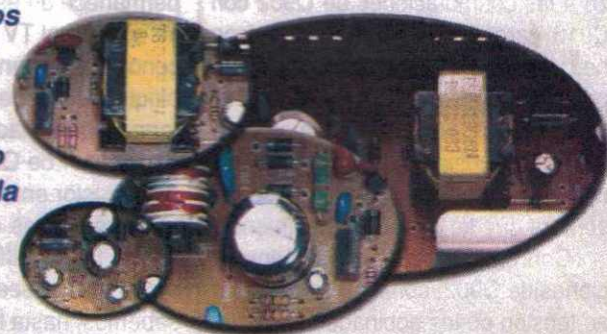
Los costos no incluyen apuntes - Socios de APAE, cuotas de \$50

Próximamente: Fuentes conmutadas y Reparación de DVD+CD+MP3 en Mayo y Microondas en Noviembre

Curso de Fuentes Conmutadas - Lección 8 - Parte 2

Análisis de Fuentes con TDA4600 y Similares

En la primera parte de esta lección analizamos el funcionamiento interno del circuito integrado TDA4600, dado que se encuentra en muchas fuentes de alimentación de equipos comerciales. En esta entrega veremos cómo es el arranque de la fuente, cómo funciona la fuente en régimen permanente y qué métodos se utilizan para reparar estos equipos.



Por: Ing. Alberto Horacio Picerno
e-mail: picernoa@fullzero.com.ar

El Arranque de la Fuente

Como todos sabemos, la mayoría de las fallas de fuente se producen durante el período de arranque. Para evitar este problema el TDA4601 realiza un arranque secuenciado, que minimiza la posibilidad de fallas. Si el arranque se debe abortar por condi-

ción de sobrecarga o por falta de suficiente tensión de red, es necesario cortar el funcionamiento de Q902 en forma total y para ello es necesario colocar entre base y emisor una tensión negativa de por lo menos 6V. Sabiendo esto veamos cómo se realiza el arranque secuenciado:

Desde la red a través de R921 se

carga C910 hasta una tensión de 12,5V (el semiciclo negativo es anulado por D908). Cuando la tensión sobrepasa los 8,5V ya comienza a actuar el bloque 2, que carga lentamente a C913 (esta corriente circula por la base de Q902 y por lo tanto produce la correspondiente corriente de colector en el mismo, pero como su crecimiento es lento, no se producen campos magnéticos variables en el primario del transformador y por lo tanto no se inducen tensiones en los secundarios). Si la tensión V9 no llega a 7,5V el arranque se aborta automáticamente. Cuando C913 está cargado, el bloque de control, recibe tensión regulada

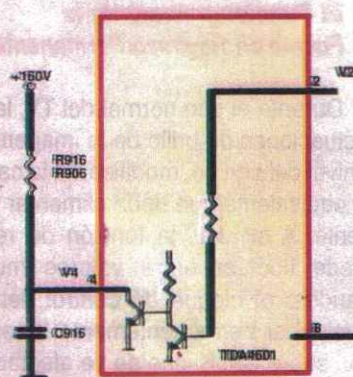
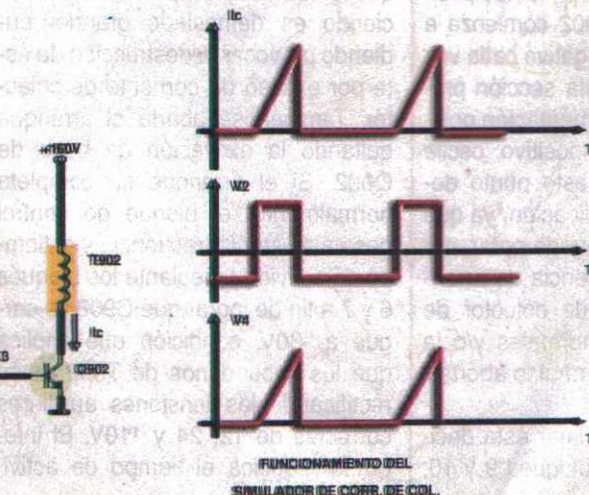


Figura 1



El crecimiento es lento, no se producen campos magnéticos variables en el primario del transformador y por lo tanto no se inducen tensiones en los secundarios). Si la tensión V9 no llega a 7,5V el arranque se aborta automáticamente. Cuando C913 está cargado, el bloque de control, recibe tensión regulada

Service

de 4,3V desde el bloque 3. Es ahora el bloque 11 (control) el que continúa con la secuencia: primero lee de la pata 5, para saber si la tensión de red es suficiente (como lo hace a través del puente de diodos de red indirectamente está controlando si éstos y el electrolítico principal (C309) funcionan correctamente). Si esta tensión es normal, da la orden al bloque 8 de mandar un frente abrupto y positivo de tensión por su pata 8. Esto da comienzo a las conmutaciones de Q902 con C913 cargado a plena tensión (con negativo en la base y positivo en la pata 7). Esto significa que en caso de necesidad se puede enviar la salida a cero y el transistor llave quedará con una tensión negativa aplicada a su base para que se corte completamente.

Con el comienzo de las conmutaciones de Q902, comienza a producirse tensión en los bobinados secundarios de T902 incluyendo al bobinado de realimentación que es de fundamental importancia. En efecto, el integrado reconoce la amplitud del pico negativo vía D905-C908-VR951-pata 3 y la conmutación (flanco negativo de la señal de realimentación) vía R911-pata 2.

En la pata 3 se coloca un amplificador de CC (bloque 4), cuya salida provee una información proporcional a la tensión de salida de la fuente, con destino al bloque de control.

El bloque 5 es un detector de pasaje por cero que emite un pulso positivo cada vez que Q902 comienza a conducir y un pulso negativo cada vez que éste se corta. Esta sección provee la necesaria realimentación positiva para que el dispositivo oscile adecuadamente. En este punto debemos bifurcar la explicación, ya que el bloque de control puede optar, por continuar con la secuencia de arranque, si la corriente de colector de Q902 tiene valores normales y/o la tensión de línea es normal, o abortarla en caso contrario.

Los datos para tomar esta decisión los proveen los bloques 9 y 10,

por lo tanto debemos explicar su funcionamiento. El bloque 10 es simplemente un Schmidt Trigger, este circuito cambia el estado de su salida cuando la tensión en la pata 5 es menor que 2,2V (tensión sobre el capacitor principal del puente de diodos menor que 62V porque se trata de un TV 220/110 automático y ese valor corresponde aproximadamente al 50% de 110V). En este caso, el bloque de control aborta el arranque y permanece en ese estado, hasta que se apague el TV y se lo vuelva a encender con buena tensión de red. El bloque 9 nos permite determinar en forma aproximada, la corriente pico de colector de Q907, sin colocar ningún resistor en serie con éste (se trata de resistores de muy bajo valor y por lo tanto, difíciles de fabricar de modo que no sean inductivos). Como sabemos, hasta llegar al punto de saturación del núcleo de T902, la corriente de colector de Q907 crece linealmente mientras éste permanece saturado. Del mismo modo la tensión sobre C916 también crecerá linealmente, mientras Q907 está saturado (Q907 es un transistor interno cuyo colector está conectado sobre la pata 4). En la figura 1 se muestra un detalle de este funcionamiento. Si la tensión de pico en la pata 5 supera los 2,2V, el bloque de control asume que estamos en condición de sobrecarga, es decir, que el tiempo en que el transistor Q902 está conduciendo es demasiado grande, pudiendo provocar la destrucción de éste por exceso de corriente de colector. También se aborta el arranque quitando la excitación de base de Q902. Si el arranque se completa normalmente, el bloque de control pasa a ajustar la frecuencia y el tiempo de actividad mediante los bloques 6 y 7 a fin de lograr que C908 se cargue a -30V, condición que implica que los secundarios de T902 estén rectificando las tensiones auxiliares correctas de 12, 24 y 110V. El integrado modifica el tiempo de activi-

dad, la frecuencia se modifica como una consecuencia no deseable debido a que se trata de un sistema autooscilante no enganchado con el horizontal.

El bloque 8 (regulador de corriente de base) mantiene al transistor Q902 con la corriente justamente necesaria para saturar el colector porque si bien un exceso de corriente de base no afecta mayormente al funcionamiento del transistor como llave; sí lo afecta en su rendimiento. En principio, demasiada excitación significa que el integrado consume más energía que la necesaria, pero por sobre todas las cosas, un exceso de excitación se traduce en una conmutación más lenta, debido a que el transistor no se cortará hasta que todos los portadores acumulados en la base no la hayan abandonado. Para lograr que la excitación sea la correcta, el bloque de control compara, la señal de la pata 4 con la existente en las pata 8 que es la auténtica salida. La pata 7 sirve para determinar la corriente de salida (permite medir la tensión sobre R902, que a su vez es proporcional a la corriente de base). En realidad, la comparación se establece entre la tensión sobre R902 y la tensión de la pata 4 y el resultado de esta comparación varía la ganancia del bloque 8 ajustando de este modo, la corriente de base a su valor óptimo de acuerdo al consumo.

El Funcionamiento de la Fuente en Régimen Permanente

Durante el uso normal del TV, las fluctuaciones de brillo de la imagen y el nivel del sonido, modificarán la carga equivalente que debe alimentar la fuente. A su vez, la tensión de red puede fluctuar entre valores muy grandes; el bloque de control debe monitorear permanentemente la tensión sobre C908, que se ve afectada por ambos parámetros y modificar el tiempo de actividad tratando de esta-