



A medida que envejece el tubo de rayos catódicos del televisor o del monitor pierde luminosidad. El dispositivo que proponemos en esta ocasión es capaz de regenerar las propiedades del tubo a su estado original.

REGENERADOR de TUBOS

Hoy en día prácticamente solo se habla de televisores y monitores de ordenador con pantallas **LCD**, **TFT** o de **plasma**, olvidando que el 90% de las personas poseen el clásico televisor o monitor que incorpora un **tubo de rayos catódicos** (Cathode Ray Tube, **CRT**).

Los tubos de rayos catódicos, y por tanto los **televisores** y **monitores** que lo incorporan, sufren un **desgaste** que provoca, a lo largo del tiempo, una **disminución de luminosidad** y **nitidez** de la imagen.

En efecto, este tipo de tubos no tiene una **duración ilimitada**, con el paso del tiempo se va reduciendo la emisión de electrones del cátodo.

Este fenómeno es percibido como una pérdida de luminosidad y calidad en la imagen. Con el paso de los años la situación empeora.

Puesto que el **tubo de rayos catódicos** es, indudablemente, el componente **más caro** de un televisor o de un monitor **CRT**, hemos decidido proyectar un dispositivo capaz de mejorar sus prestaciones prolongando su vida útil.

EL TUBO DE RAYOS CATÓDICOS

Todos los tubos de rayos catódicos se basan en el principio de funcionamiento de las válvulas termiónicas, esto es, disponen de un **cátodo** recubierto de óxidos que es **calentado** por un **filamento** de material sumamente resistivo (ver Fig.1).

Mediante calentamiento se provoca la incandescencia del cátodo que estimula, por efecto termoeléctrico, la emisión de un **haz de electrones** que es dirigido por las **placas de deflexión** situadas en el cuello del tubo hacia la pantalla.

Este haz es llevado hacia la pantalla gracias a la enorme diferencia de potencial entre el cátodo, situado en el filamento, y el ánodo, situado en la pantalla (entre **10.000 y 20.000 voltios**).

El haz electrónico excita un **materias fluorescente**, normalmente **fósforo**, oportunamente situado en la parte interior de la pantalla. El fósforo, excitado por la energía procedente de los electrones, emite **luz**.

Cerca del cátodo se encuentran unas **rejillas de control**, cuyo número depende del tipo de tubo, que tienen la función de corregir, modificar y optimizar la calidad del **haz de electrones**, y por lo tanto, la luminosidad de la pantalla.

A diferencia de los tubos de los televisores o monitores en blanco y negro, los **tubos a co-**

lor utilizan **diferentes tipos de fósforo**, siendo capaces de formar colores primarios (**rojo, verde y azul**) que forman el resto de colores.

Los **tubos a color** tienen **tres cátodos**, y por lo tanto **tres filamentos**, ya que tienen que generar **tres haces electrónicos**, uno por cada **color** en coincidencia con el fósforo a excitar.

Desafortunadamente **no** todos los electrones emitidos por el cátodo pasan a formar parte del haz electrónico ya que algunos no logran tener la necesaria **velocidad de fuga**. Ante esta situación caen sobre el cátodo.

Con el tiempo se produce una **micrométrica capa** que aumenta cada vez más de espesor, **obstaculizando** la emisión de los **electrones** hacia el ánodo.

Puesto que la luminosidad está en función de la intensidad con la que el haz electrónico excita el fósforo de la pantalla, el fósforo que es incidido con **menos intensidad** produce una **luminosidad menor** y, por lo tanto, la **imagen** en ese punto es **menos luminosa y definida**.

de RAYOS CATÓDICOS

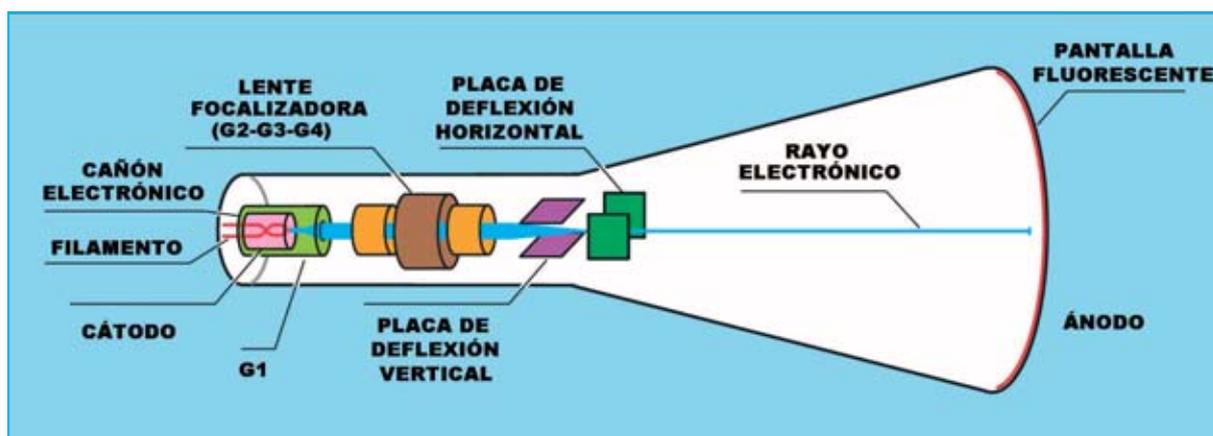


Fig.1 Esquema de un tubo de rayos catódicos. El calentamiento del cátodo causado por la incandescencia del filamento produce la emisión de un haz de electrones. Este haz electrónico, encauzado adecuadamente, excita el material fluorescente situado en la pared interna de la pantalla (ánodo). La lente focalizadora y las rejillas mejoran el rendimiento del haz electrónico y, por lo tanto, la luminosidad de la pantalla.

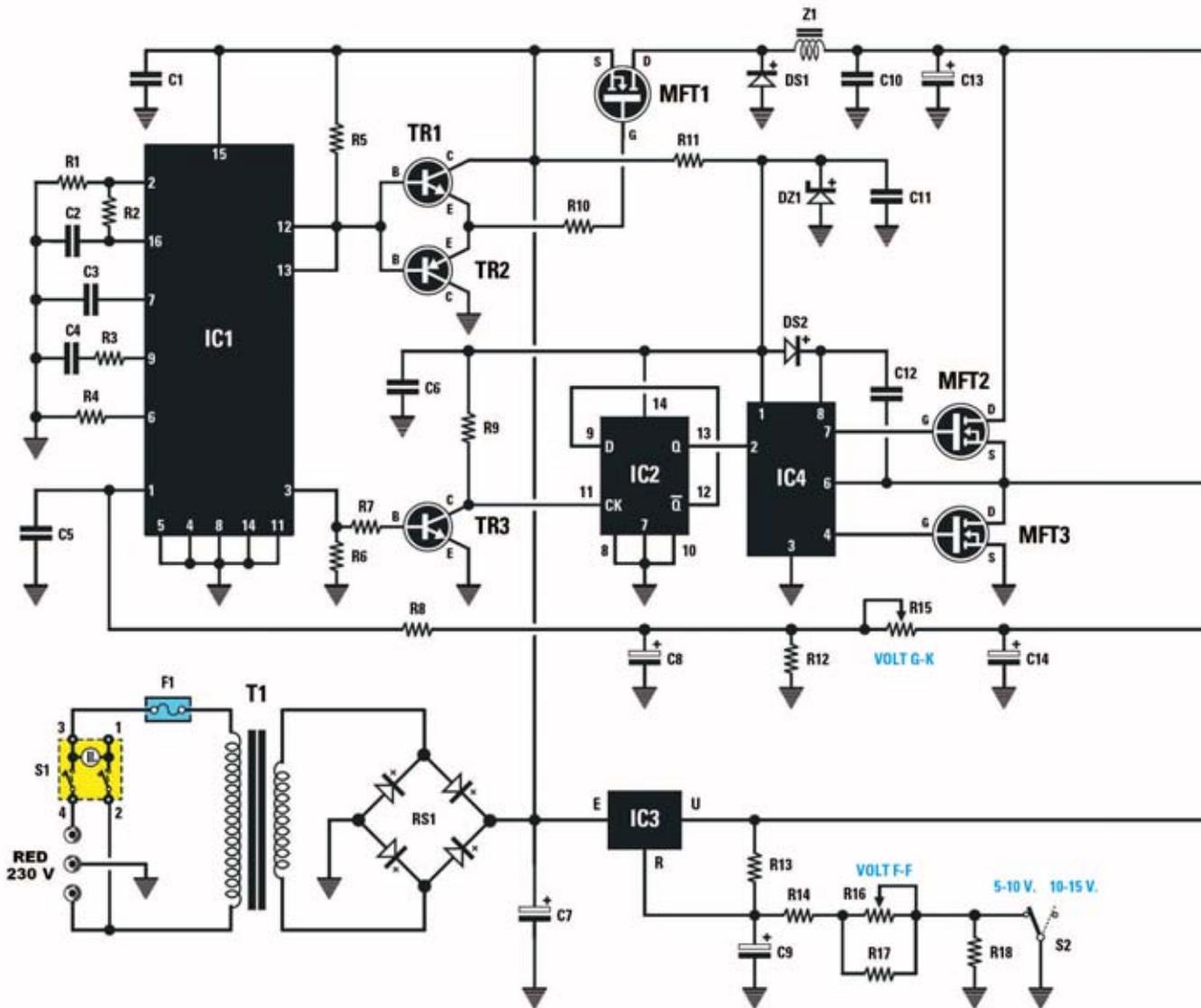


Fig.2 Esquema eléctrico del Regenerador de tubos de rayos catódicos. Este circuito proporciona la tensión y la corriente necesarias para estimular la emisión de electrones del cátodo hacia el ánodo, proporcionando picos de alta tensión para "limpiar" el cátodo de la micrométrica capa de electrones que no han logrado alcanzar la pantalla.

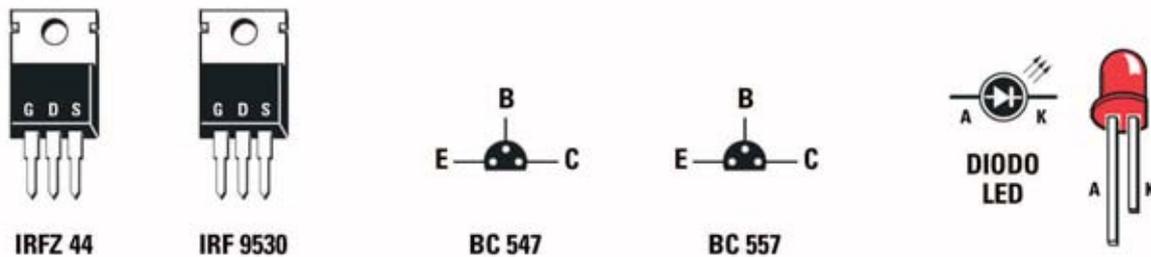
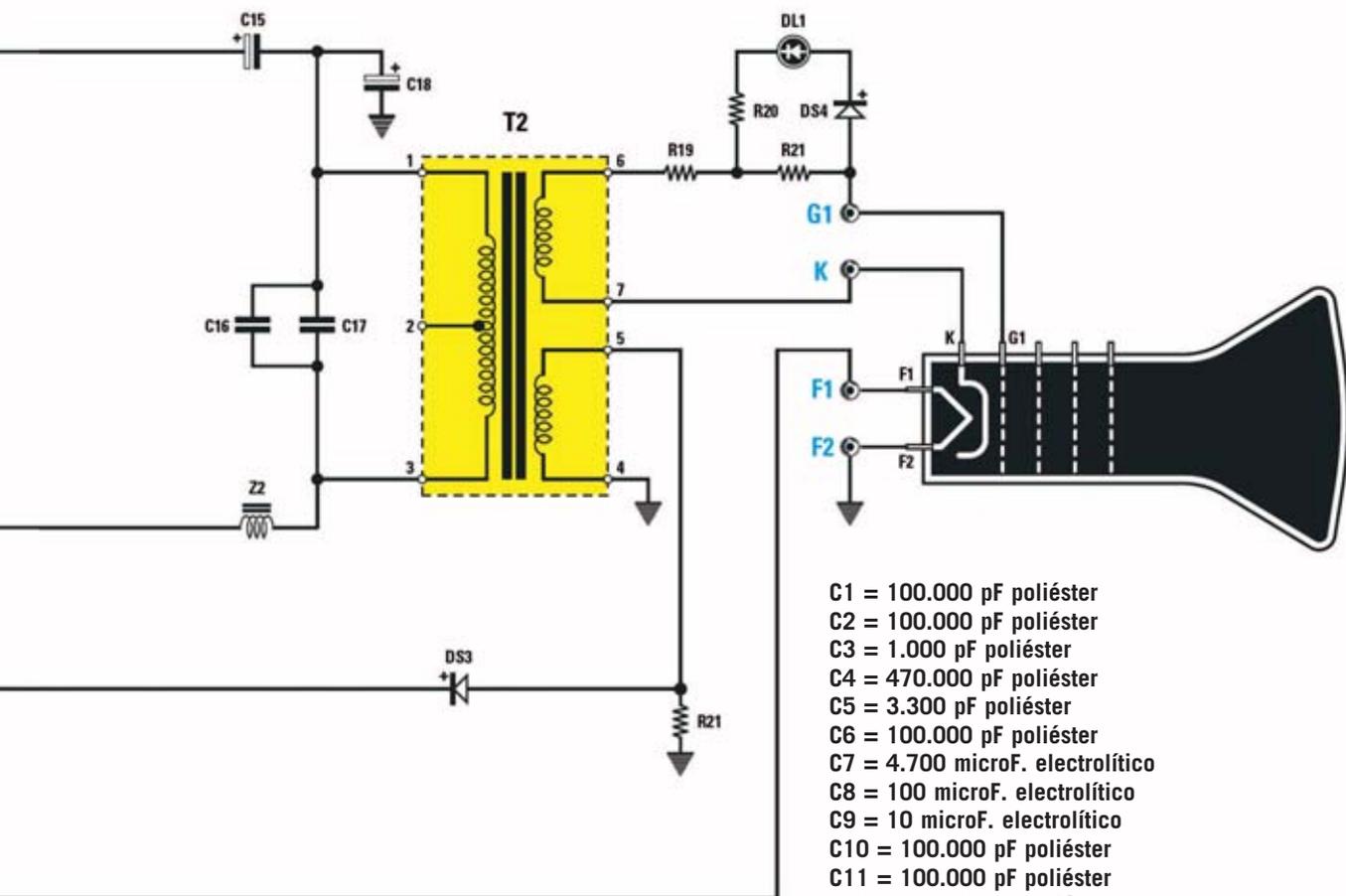


Fig.3 Conexiones de los MOSFET IRFZ.44 e IRF.9530, vistas frontalmente. Las conexiones de los transistores de plástico BC.547 (NPN) y BC.557 (PNP) se muestran vistas desde abajo.



LISTA DE COMPONENTES LX.1659

R1 = 4.700 ohmios
 R2 = 2.700 ohmios
 R3 = 10.000 ohmios
 R4 = 15.000 ohmios
 R5 = 1.000 ohmios
 R6 = 1.000 ohmios
 R7 = 1.000 ohmios
 R8 = 4.700 ohmios
 R9 = 4.700 ohmios
 R10 = 39 ohmios
 R11 = 220 ohmios 1/2 vatio
 R12 = 4.700 ohmios
 R13 = 220 ohmios
 R14 = 680 ohmios
 R15 = Potenciómetro 10.000 ohmios
 R16 = Potenciómetro 1.000 ohmios
 R17 = 3.900 ohmios
 R18 = 1.000 ohmios
 R19 = 1.200 ohmios 2 vatios
 R20 = 15.000 ohmios 1/2 vatio
 R21 = 1.200 ohmios 2 vatios
 R22 = 470 ohmios

NOTA: A excepción de R19 y R21 (2 vatios), y de R11 y R20 (1/2 vatio), las resistencias utilizadas en el Regenerador CRT son de 1/4 vatio.

C1 = 100.000 pF poliéster
 C2 = 100.000 pF poliéster
 C3 = 1.000 pF poliéster
 C4 = 470.000 pF poliéster
 C5 = 3.300 pF poliéster
 C6 = 100.000 pF poliéster
 C7 = 4.700 microF. electrolítico
 C8 = 100 microF. electrolítico
 C9 = 10 microF. electrolítico
 C10 = 100.000 pF poliéster
 C11 = 100.000 pF poliéster
 C12 = 100.000 pF poliéster
 C13 = 470 microF. electrolítico
 C14 = 1 microF. electrolítico
 C15 = 220 microF. electrolítico
 C16 = 1 microF. 100V poliéster
 C17 = 1 microF. 100V poliéster
 C18 = 220 microF. electrolítico
 DS1 = Diodo zéner 12V 1/2W
 DL1 = Diodo LED
 DS1-DS2 = Diodos BYW.100
 DS3 = Diodo 1N.4150
 DS4 = Diodo 1N.4007
 Z1 = Impedancia 600 microHenrios
 Z2 = Ver texto
 TR1 = Transistor NPN BC.547
 TR2 = Transistor PNP BC.557
 TR3 = Transistor NPN BC.547
 MFT1 = MOSFET IRF.9530
 MFT2 = MOSFET IRFZ.44
 MFT3 = MOSFET IRFZ.44
 IC1 = Integrado SG.3524
 IC2 = Integrado CD.4013
 IC3 = Integrado LM.317
 IC4 = Integrado IR.2111
 T1 = Transformador 50 vatios secundario 15V 3A
 T2 = Transformador TM1298
 RS1 = Puente rectificador 800V 4A
 F1 = Fusible 5 amperios
 S1-S2 = Interruptores

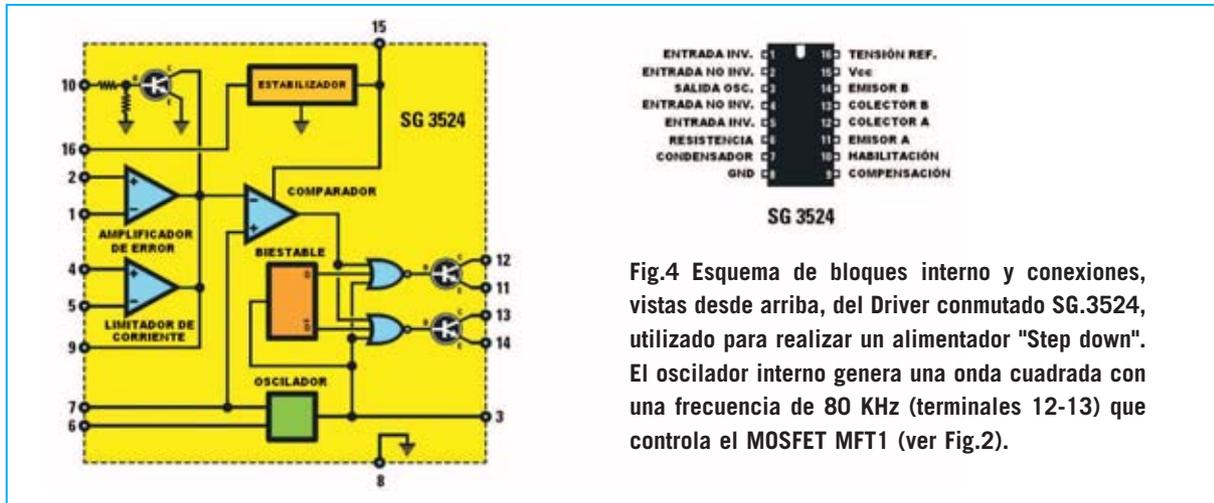


Fig.4 Esquema de bloques interno y conexiones, vistas desde arriba, del Driver conmutado SG.3524, utilizado para realizar un alimentador "Step down". El oscilador interno genera una onda cuadrada con una frecuencia de 80 KHz (terminales 12-13) que controla el MOSFET MFT1 (ver Fig.2).

La utilización de algunos sistemas, como por ejemplo **elegir la tensión** aplicada al filamento, puede separar esta "película".

Esta solución no es muy recomendable. Aunque se consiga una mejora en la imagen, no durará mucho. Al contrario, este procedimiento intensifica el **agotamiento** del material emisor de electrones que reviste el cátodo. Además se corre el **riesgo** de quemar el filamento.

Nosotros hemos proyectado un regenerador que en lugar de esta técnica utiliza una **alta tensión** con **modulación ajustable**.

En el mercado existen dispositivos que regeneran los **CRT**. En la mayor parte de los casos se consiguen resultados satisfactorios que **alargan** la **vida útil** bastantes meses, e incluso años.

Estos dispositivos son **muy caros**, por lo que solo suelen adquirirlos las empresas de Reparación de TV. El dispositivo que nosotros presentamos está al alcance de prácticamente cualquier bolsillo, ofreciendo las mismas prestaciones.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Para que el **tubo catódico** vuelva a tener sus propiedades originales se precisa un dispositivo que realice fundamentalmente dos operaciones.

En primer lugar tiene que proporcionar la **tensión** y la **corriente** necesaria para **alimentar** el **filamento** e inducir, con el calor producido, la emisión estimulada de electrones hacia el ánodo del tubo.

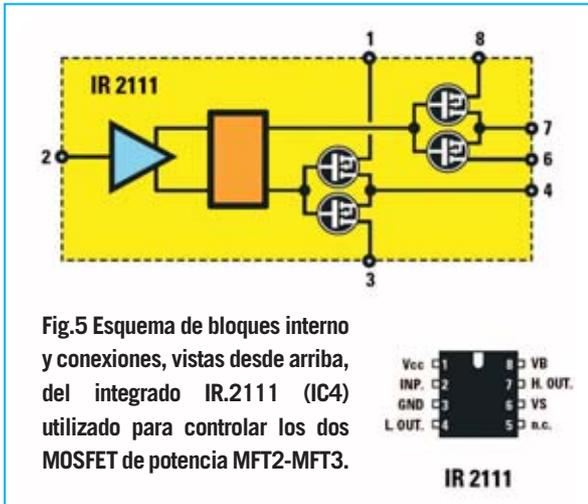


Fig.5 Esquema de bloques interno y conexiones, vistas desde arriba, del integrado IR.2111 (IC4) utilizado para controlar los dos MOSFET de potencia MFT2-MFT3.

En segundo lugar tiene que proporcionar **picos de alta tensión** entre el **cátodo** y la **rejilla** para "despegar" la placa formada por los electrones que no entran en el haz.

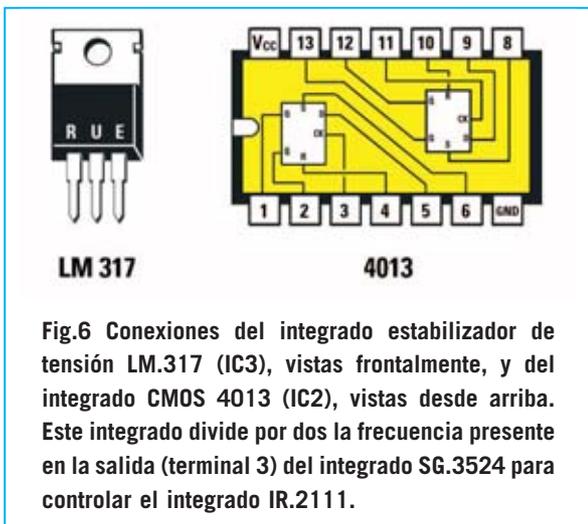


Fig.6 Conexiones del integrado estabilizador de tensión LM.317 (IC3), vistas frontalmente, y del integrado CMOS 4013 (IC2), vistas desde arriba. Este integrado divide por dos la frecuencia presente en la salida (terminal 3) del integrado SG.3524 para controlar el integrado IR.2111.

De la red de **230 voltios**, a través del transformador **T1**, del puente rectificador **RS1** y del condensador electrolítico **C7**, se obtiene la tensión continua necesaria para alimentar los integrados y los componentes del circuito.

Mediante un integrado regulador **LM.317** se proporciona la tensión necesaria de alimentación a los filamentos **F1-F2**, que, según el tipo de tubo, tiene que ser de **6,3 voltios nominales (S2 cerrado)** o de **12 voltios nominales (S2 abierto)**.

Esta tensión puede ser modificada a través del potenciómetro **R16**, que permite obtener, con **S2 cerrado**, una tensión incluida entre **5,1 y 10 voltios**, y, con **S2 abierto**, una tensión incluida entre **10,8 y 15,7 voltios**.

En este circuito hemos utilizado el versátil integrado **SG.3524**, en esta ocasión para realizar un **alimentador tipo step down**.

Observando el esquema interno del integrado **SG.3524**, reproducido en la Fig.4, se puede apreciar que en los terminales **12** y **13** se obtiene una **onda cuadrada** con una frecuencia de **80 kHz**, generada por un oscilador interno, utilizada para controlar el MOSFET **MFT1**.

Este MOSFET, junto al diodo **DS1**, a la impedancia **Z1** y al condensador **C13**, forman un sencillo y eficaz **alimentador conmutado** capaz de proporcionar una tensión variable y estabilizada con un valor incluido entre **8 y 20 voltios**, en función de la posición del cursor del potenciómetro **R15**.

Esta tensión se utiliza para modificar la **amplitud** de la **onda cuadrada**, mediante el integrado **IC4**, aplicándose a los MOSFET **MFT2** y **MFT3**, que constituyen la etapa de potencia.

Del terminal **3** del integrado **SG.3524 (IC1)** se obtiene directamente una señal con una frecuencia igual a la del oscilador interno. Esta señal es **invertida** y **ajustada** a una amplitud adecuada mediante el transistor **TR3** para controlar el integrado **IC2**, que tiene la función de **dividir por 2** la frecuencia del oscilador, llevándola a **40 kHz**.

Esta señal controla la etapa **driver** formada por **IC4** que a su vez controla, como ya hemos expuesto,

los MOSFET **MFT2** y **MFT3**, dos MOSFET de potencia conectados al primario del transformador **T2**.

Del secundario de este transformador, utilizado como elevador de tensión, se obtiene, en vacío, una señal de unos **400 voltios pico/pico**, que, gracias al filtro formado por los condensadores **C16-C17** y por la impedancia **Z2**, es una señal prácticamente **sinusoidal**.

Cuando se produce una **descarga** también se enciende el diodo LED **DL1**. Esto sucede hasta que la tensión aplicada entre la rejilla y el cátodo no ha quitado toda la "costra" de electrones. Llegado este punto el **tubo** está **regenerado**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

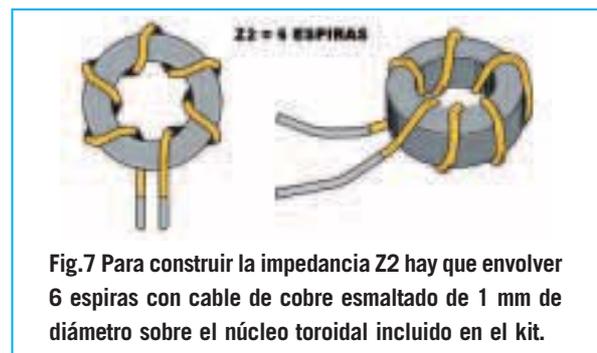
Como se puede apreciar en el esquema de montaje práctico de la Fig.8 se trata de un dispositivo muy fácil de montar.

Aconsejamos comenzar el montaje, como de costumbre, con la instalación de los **zócalos** para los integrados (**IC1, IC2** e **IC4**), orientando hacia arriba sus muescas de referencia, tal como indica la serigrafía del circuito impreso.

Acto seguido se pueden montar las **resistencias**, los **condensadores de poliéster** y los **condensadores electrolíticos**, teniendo mucho cuidado en estos últimos en respetar la polaridad de sus terminales.

Sobre el condensador **C11** hay que instalar el diodo zéner **DZ1**, orientando su franja **negra** de referencia hacia la **derecha** (ver Fig.8).

Ahora se pueden montar diodos **DS1-DS2-DS3-DS4**, respetando la polaridad de sus terminales, para lo que se han de orientar sus franjas



de referencia (negras o blancas) tal como indica el esquema de montaje práctico (Fig.8).

Es el momento de instalar los pequeños transistores **TR1-TR2-TR3**, orientando la parte **plana** de **TR1-TR2** hacia **abajo** y la parte **plana** de **TR3** hacia la **izquierda**.

En este punto del montaje es aconsejable instalar el MOSFET **MFT1**, orientando hacia **abajo** el **lado metálico** de su cuerpo, la impedancia **Z1**, y los MOSFET **MFT2-MFT3**, orientando hacia **arriba** el lado metálico de sus cuerpos.

Antes de seguir soldando componentes en el circuito impreso hay que **preparar** la impedancia **Z2**, utilizando el cable de cobre esmaltado de **1mm** de diámetro incluido en el kit. Hay que envolver **6 espiras** sobre el núcleo toroidal, que también se proporciona en el kit, tal como se indica en la Fig.7. Antes de soldarla al circuito impreso hay que raspar los extremos de los terminales para quitar el aislante, y estañarlos.

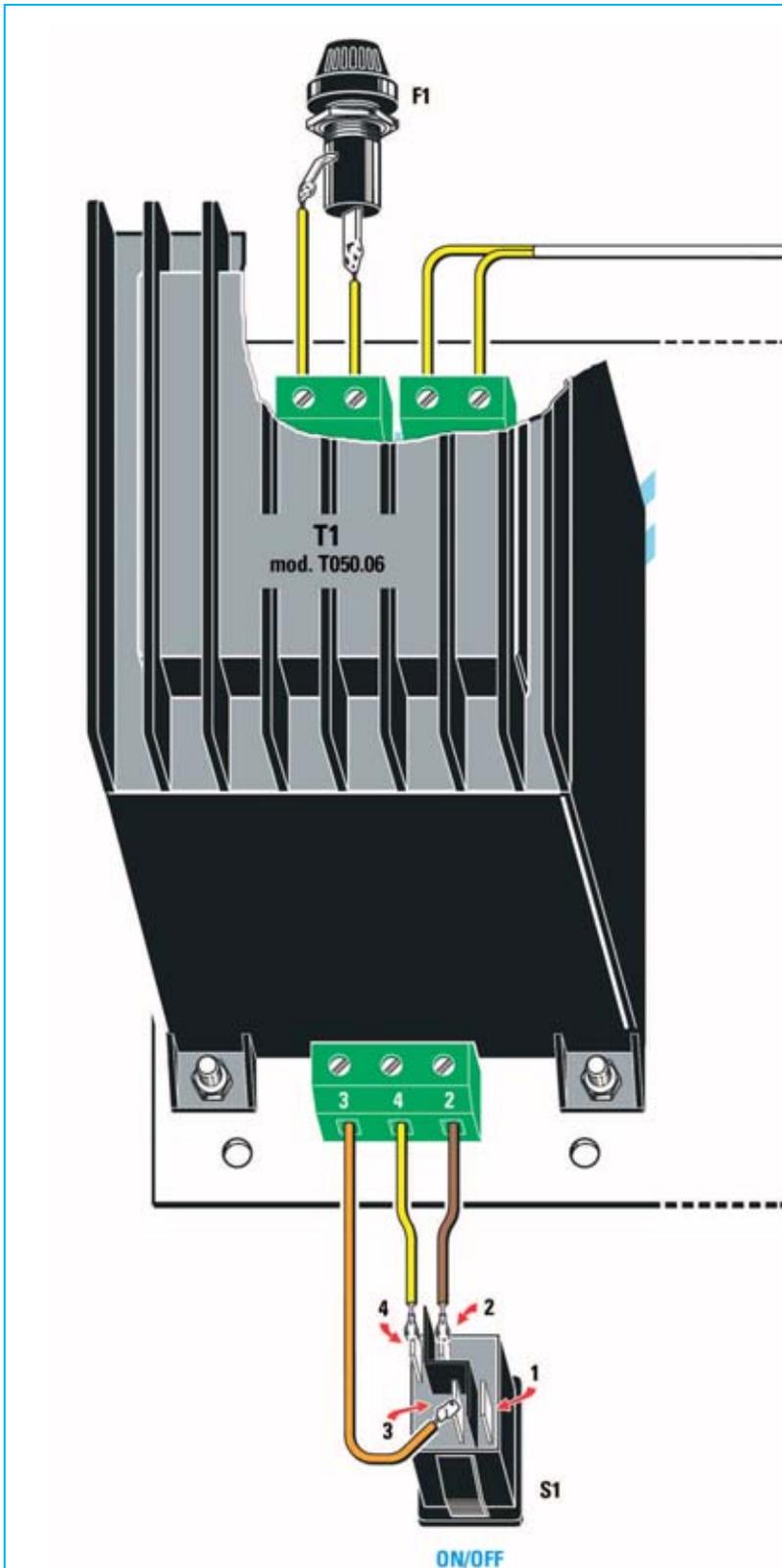
Acto seguido se puede montar el puente rectificador **RS1**, orientando hacia arriba su terminal positivo, el pequeño transformador **T2** y el transformador **T1**, soldando en este último sus terminales después de fijarlo al impreso con sus tornillos correspondientes.

El montaje puede continuar con la instalación de las dos **clemas** de **2 polos** y con la **clema** de **3 polos**, a las que se conectarán, una vez instalados en los paneles del mueble, el fusible **F1**, el **cable de red** y el interruptor **S1**.

En el kit se incluyen **terminales tipo pin** que han de soldarse al circuito impreso para facilitar las conexiones de los potenciómetros **R15-R16**, del interruptor **S2**, del diodo LED **DL1** y de los cuatro **bornes de salida** que se conectan al filamento, a la rejilla y al cátodo del tubo de rayos catódicos.

El último componente a montar en el circuito impreso es el integrado estabilizador **LM.317 (IC3)**. Para disipar el calor producido durante su funcionamiento este integrado precisa una **aleta de refrigeración**.

Para su montaje hay que introducir provisionalmente el integrado en los agujeros correspondientes del circuito y apoyar el disipador en el impreso.



NOTA: Para no dañar los terminales del transformador **T1** antes de soldarlos hay que fijar el transformador al circuito impreso.

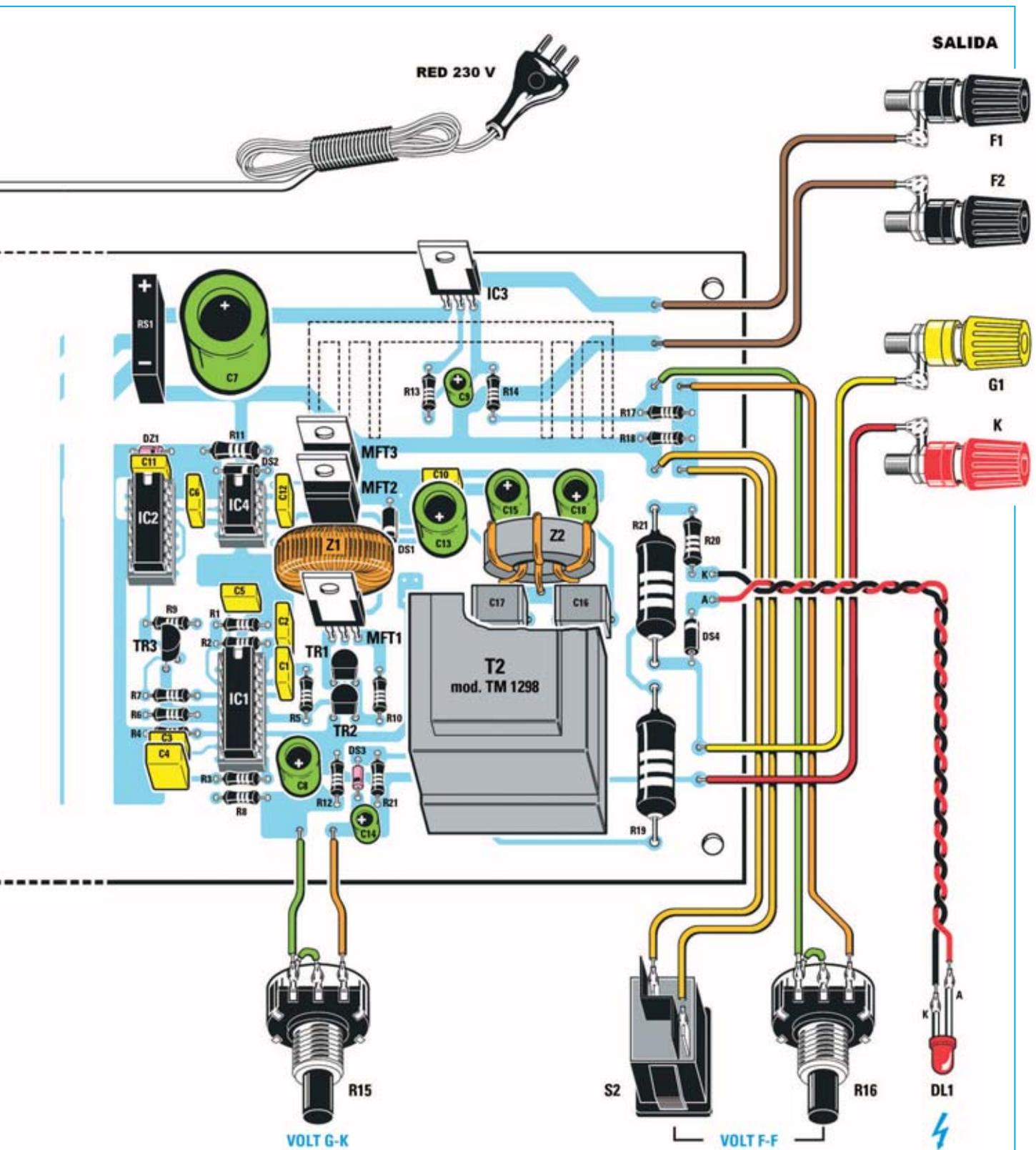


Fig.8 Esquema práctico de montaje del Regenerador de tubos de rayos catódicos. Para disipar el calor generado por el integrado estabilizador de tensión IC3 tiene que montarse sobre una aleta de refrigeración, que aquí no ha sido representada para no ocultar componentes.



Fig.9 Fotografía del circuito impreso del Regenerador de tubos de rayos catódicos una vez completado su montaje. Se puede apreciar claramente la aleta de refrigeración en forma de U omitida en el esquema de la Fig.8. Al instalar los circuitos integrados en sus zócalos hay que orientar hacia arriba sus muescas de referencia en forma de U.

A continuación hay que atornillar el integrado a la aleta, utilizando el agujero que resulte más cómodo.

Ahora ya se pueden **soldar** los **terminales** y **fijar** la **aleta** al circuito impreso.

MONTAJE en el MUEBLE y PRUEBA

El **circuito impreso** se fija en la base del mueble metálico con las **6 torrecillas metálicas**, y sus correspondientes tuercas, incluidas en el kit.

En el **panel posterior**, que proporcionamos perforado, hay que montar el portafusibles **F1** y la **goma pasacables** para el cable de red.

En el **panel frontal**, que proporcionamos perforado y serigrafiado, se monta el doble interruptor **S1**, el interruptor **S2** y los cuatro **bornes de salida**. Es muy importante respetar los **colores** de los **bornes**, utilizando los dos bornes **negros** para los **filamentos**, el **rojo** para el **cátodo (K)** y el **amarillo** para la **rejilla (G1)**.

También se han de montar en el panel frontal los potenciómetros **R15-R16 (tensión G-K y tensión F-F)**, acortando su eje para que al montar el mando no quede excesivamente separado del panel.

Ahora se pueden cablear los componentes que se conectan al impreso a través de los **terminales tipo pin** instalados previamente, para lo cual se han de seguir las indicaciones mostradas en el esquema de montaje práctico (ver Fig.8).

Hay que tener especial cuidado con el **diodo LED**, recordando que el **ánodo** es el terminal **más largo** y que debe conectarse al impreso en el punto correspondiente a la letra **A**.

Es el momento de ensamblar los **cuatro laterales** del **mueble**. Antes de cerrarlo definitivamente con su tapa es conveniente **probar** el funcionamiento del dispositivo.

En primer lugar hay que enchufar el **cable de red** y accionar el **interruptor** de encendido: El **diodo LED** ha de estar **apagado**.

Acto seguido hay que conectar los terminales de un **téster**, ajustado para medir **tensión continua**, en los bornes **F1** y **F2** (filamentos).

Ahora, girando el mando del potenciómetro **R16**, se ha de leer una tensión entre **10,8** y **15,7 voltios (S2 abierto)** o entre **5,1** y **10 voltios (S2 cerrado)**.

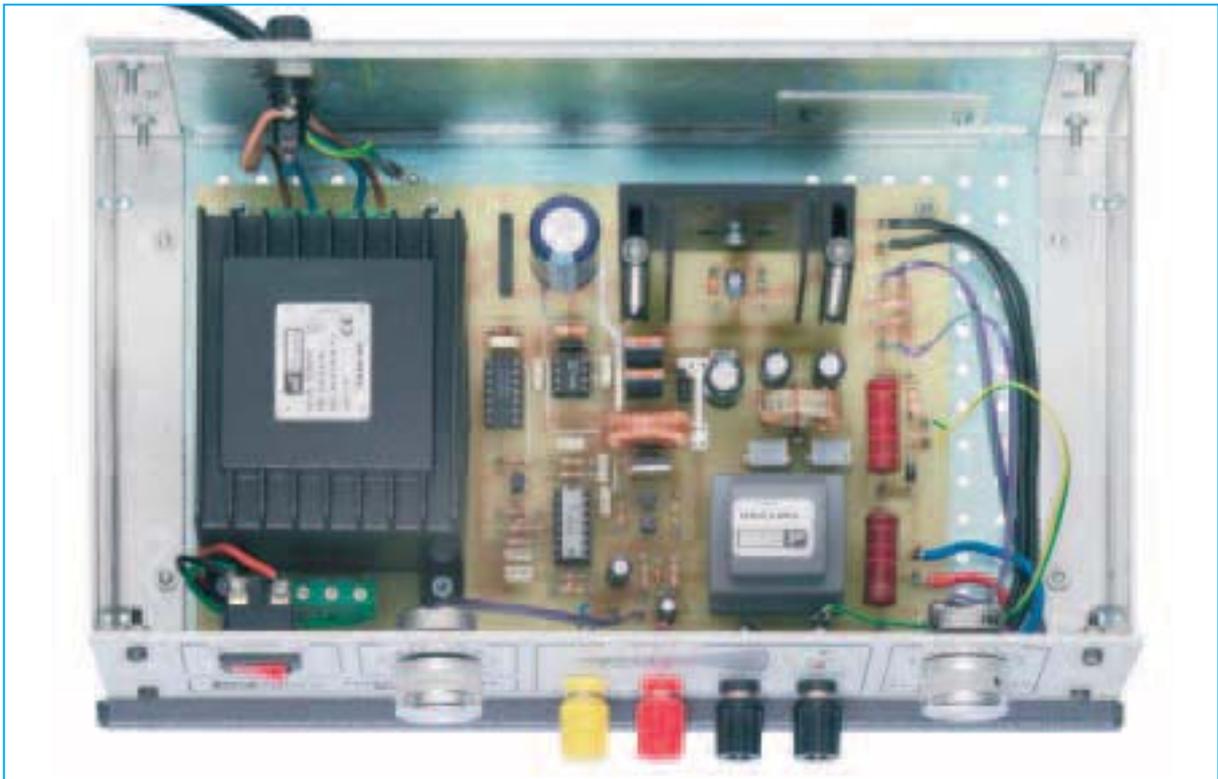
Para verificar la **salida de alta tensión** sencillamente hay que conectar una **bombilla** de filamento corriente de **230 voltios / 15-25 vatios**. Girando el potenciómetro **R15** se ha de observar una **variación** en la **luminosidad** de la bombilla, debida a la variación de tensión.

ATENCIÓN: Aunque no hay peligro, es aconsejable **no tocar** con las manos los puntos del circuito en los que está presente la **alta tensión**.

Si todo ha ido correctamente ya se puede poner la tapa del mueble y realizar los **latiguillos**



Fig.10 Fotografías, trasera y frontal, del circuito impreso instalado en su mueble contenedor. Se pueden observar con claridad las conexiones de los bornes de salida y de los potenciómetros que regulan la alta tensión entre Rejilla y Cátodo, y la tensión de alimentación de los filamentos.



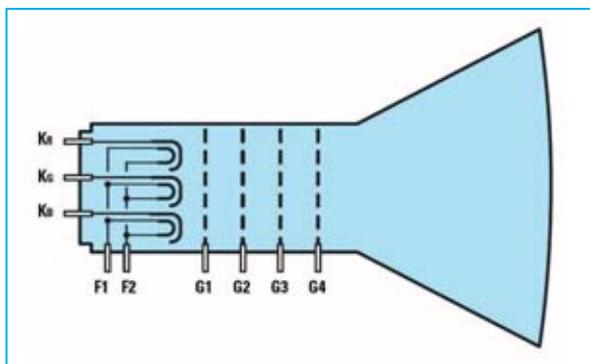


Fig.11 Esquema simplificado de disposición de terminales de un tubo de rayos catódicos. En este caso se trata de un tubo a color, ya que tiene tres cátodos (KR-KG-KB), un cátodo para cada uno de los tres colores rojo-verde-azul.

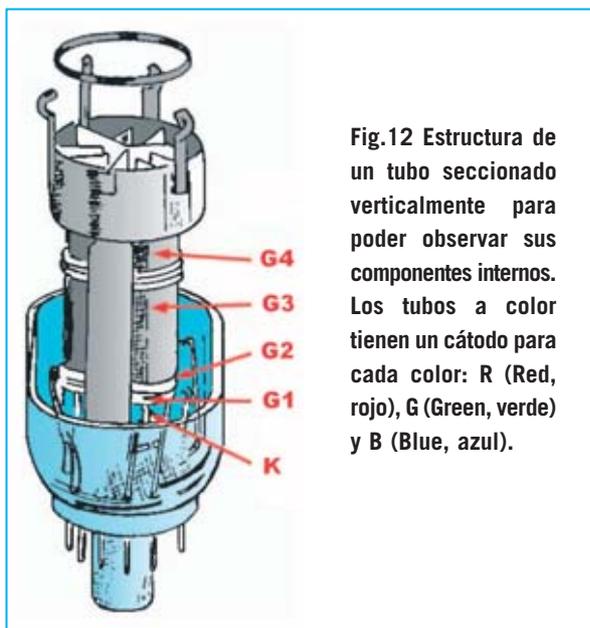


Fig.12 Estructura de un tubo seccionado verticalmente para poder observar sus componentes internos. Los tubos a color tienen un cátodo para cada color: R (Red, rojo), G (Green, verde) y B (Blue, azul).

de conexión con los cables, bananas y puntas de cocodrilo incluidos en el kit.

UTILIZACIÓN

En primer lugar queremos hacer una aclaración: Nuestro aparato **no repara** tubos que tienen los filamentos, la rejilla o el ánodo **rotos**. En estos casos no hay solución.

Este aparato **regenera** los tubos, no los repara. En el caso de ruptura interna, como los anteriormente mencionados, no hay solución. Si se estropea algún componente electrónico se ha de reparar con los procedimientos habituales.

Los tubos de rayos catódicos se alimentan con **tensiones eléctricas muy altas** que pueden permanecer en el aparato mucho tiempo después de apagarlo y de desconectarlo de la red eléctrica.

Hay que evitar abrir **monitores** y **televisores** si no se tiene una adecuada preparación técnica, ya que debido a las **altas tensiones** y al gran número de **condensadores** hay riesgo de sufrir **descargas eléctricas peligrosas**.

En el caso de abrir un monitor o un televisor hay que tener mucha precaución, realizando las siguientes operaciones antes de utilizar el **Regenerador**:

- **Apagar el monitor** (o televisor).
- **Desconectarlo** de la **red eléctrica**.
- Esperar a que el **tubo** y los **condensadores** hayan tenido tiempo de **descargarse**.

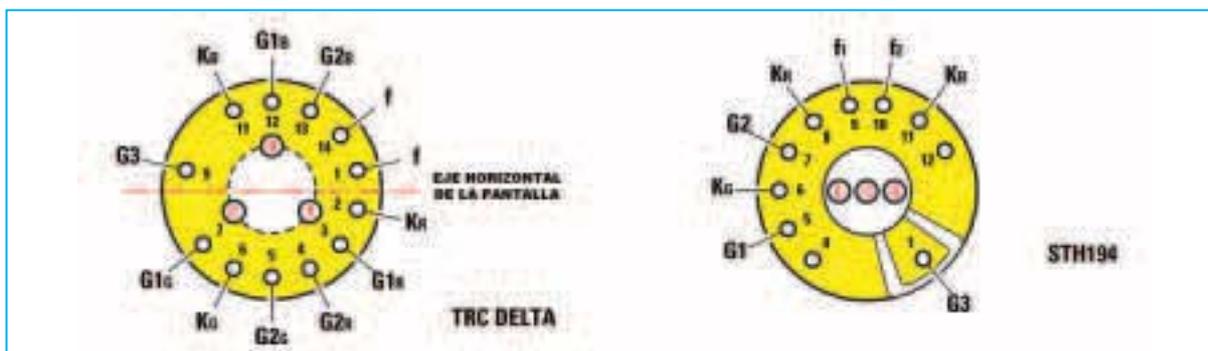


Fig.13 Para regenerar un tubo CRT sin correr riesgos de producir daños es necesario conocer la disposición de sus conexiones. Puesto que cada fabricante distribuye las conexiones siguiendo sus propias normas, reproducimos aquí las conexiones de dos tubos "clásicos", utilizados en muchos monitores y televisores. Generalmente en el circuito impreso que sustenta el zócalo de conexión del tubo se encuentran serigrafiados los nombres de los terminales.



Fig.14 Fotografía del mueble metálico que aloja el Regenerador de tubos de rayos catódicos. En el artículo hemos explicado detalladamente la forma de utilizar este dispositivo. Quienes no tengan una adecuada preparación técnica han de recurrir a personal especializado.

En primer lugar hay que ajustar al **mínimo** el potenciómetro de **alta tensión G-K (R15)**.

A continuación hay que posicionar el interruptor **S2** en función de la tensión de trabajo del tubo a probar y, con el potenciómetro de **tensión F-F (R16)**, ajustar la tensión del filamento un **20%** por **encima** de su **valor nominal (7,5 voltios** para filamentos de **6,3 voltios / 15 voltios** para filamentos de **12,6 voltios)**.

Acto seguido han de conectarse las **puntas de cocodrilo** a los terminales **F1** y **F2** (contactos del **filamento**). El filamento se pone incandescente, confirmando así que está alimentado.

Después de **esperar 1 minuto** hay que conectar las **puntas de cocodrilo** a la **rejilla1** y al **cátodo**. El diodo LED **parpadeará** al ritmo de las **descargas** producidas en el interior del tubo, lo que significa que el **Regenerador** está trabajando.

Cuando disminuyan las descargas hay que ir elevando la **tensión G-K** con el potenciómetro **R15**. Así de simple es el proceso.

Para los tubos a **color** hay que **repetir** las operaciones para los **tres cátodos**.

Una vez ejecutado el proceso hay que volver a conectar el tubo en su **zócalo original**. Después de montarlo y cerrar el monitor (o televisor) se

podrán observar inmediatamente los efectos de la regeneración.

En un aparato en **blanco y negro** el efecto será inmediato, la **luminosidad** de la imagen es la prueba del resultado obtenido.

En un aparato a **color** podría suceder que al encenderlo algún **color domine** sobre otros. La explicación es simple: No todos los cátodos están igual de limpios.

Para corregir esta descompensación hay que regular los **3 trimmers** de **ajuste de color** del tubo (**rojo, verde, azul**) hasta que queden **compensados** los colores.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1659: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **Regenerador de tubos de rayos catódicos** (ver Figs. 8-9), incluyendo circuito impreso, integrado, transformadores, potenciómetros con mando, bornes de salida y todo el material necesario para construir los cables de conexión (cable, bananas y puntas de cocodrilo), excluido únicamente el mueble **MO.1659**158,95 €

MO.1659: Precio del mueble metálico con panel frontal de aluminio perforado y serigrafiado (ver Fig.14) y panel posterior perforado.....39,60 €

LX.1659: Circuito impreso34,20 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.