Linear Amplifier from 1,8 to 30 Mhz 1 Kw or more

AMPLIFICADOR 1 Kw para 1,8 a 30 Mhz EA1KO

Original de: Ramón Carrasco Caríssimo

Presento el montaje de un amplificador lineal para usos generales que cubre las frecuencias asignadas a los radioaficionados , desde 1,8 Mhz hasta 30 Mhz, con bajo coste, y facilidad para poder recuperar materiales electrónicos usados con anterioridad.
Utiliza una válvula cerámica triodo Rusa modelo GS31b , aunque también es posible emplear la GS-35, pudiéndose obtener con la primera una potencia de salida eficaz de 1.100 watios y de 2.000 watios con la segunda. Los circuitos son idénticos, y únicamente para cada tipo de válvula y potencia, será necesaria una fuente de alimentación adecuada, que permita suministrar alta tensión con la intensidad requerida.

Fig 1 : Válvula GS31b en su embalaje

En principio, describo el presente proyecto basado en versiones anteriores, con una GS31b, que es fácil de conseguir por Internet, y también en comercios especializados de España, a precios que a fecha de hoy , oscilan entre los 75 y los 125 Euros.

El esquema nos muestra una configuración de amplificador con reja a masa, excitado por cátodo.

Hay que resaltar, que estas válvulas tienen un consumo de filamentos muy bajo, en comparación con otras válvulas similares de manufactura Norteamericana como la 3CX1000A o la 3CX1500B.

Eso supone una ventaja añadida a la hora de seleccionar un transformador para los filamentos; cualquiera de 5 amperios a 12 voltios, disponibles en el comercio, resolverá el tema.

Otro detalle es la ausencia de zócalo en el montaje, puesto que la válvula está sujeta directamente al chasis de la cavidad anódica, mediante simples garras metálicas; las conexiones inferiores para los filamentos y cátodo se hacen con bridas metálicas, de las utilizadas para la sujeción de gomas y mangueras de fluidos.

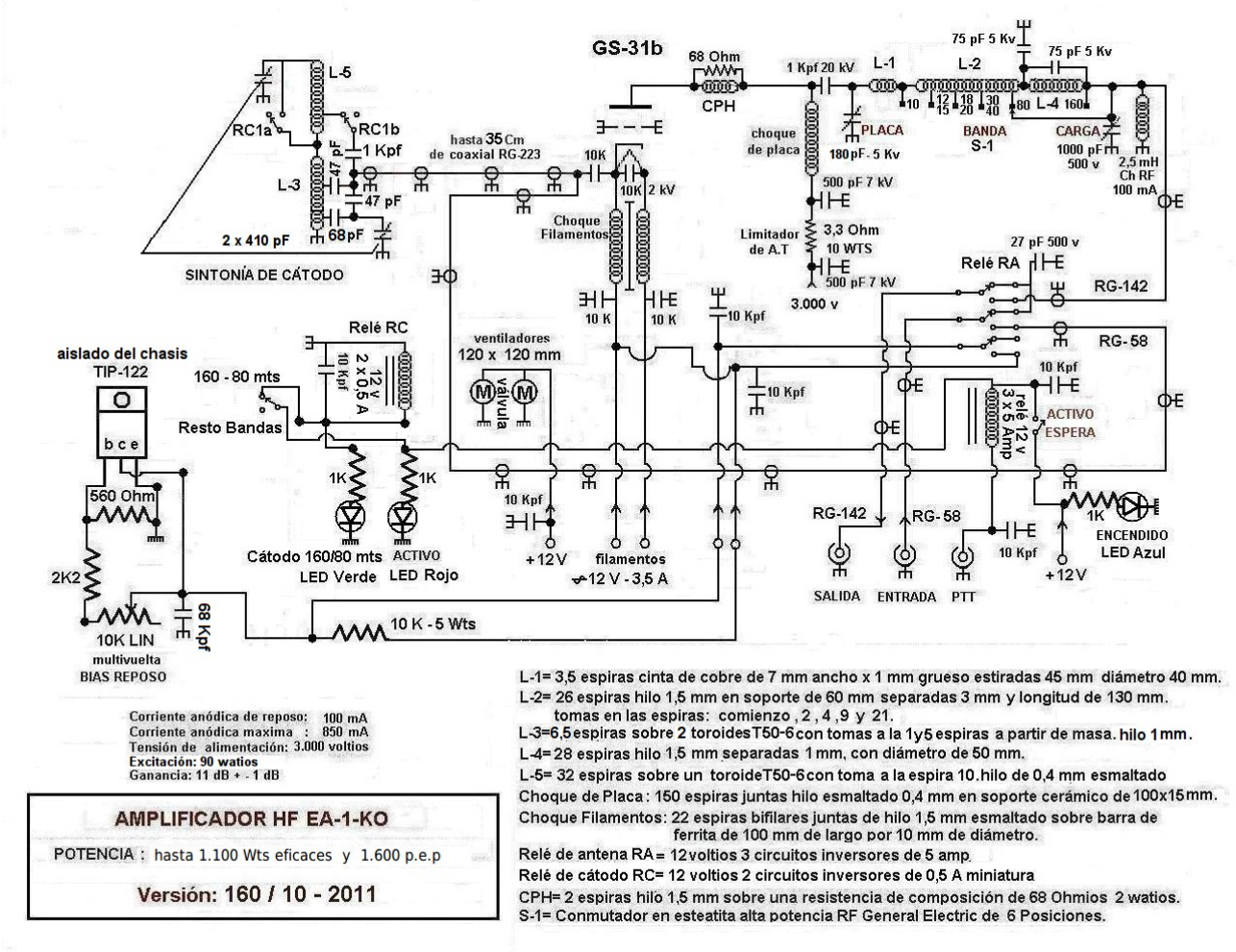

Fig 2 : Esquema general del amplificador

DESCRIPCIÓN DEL ESQUEMA:

Consta de varias partes diferenciadas en función de su uso; así se puede apreciar una red de adaptación de cátodo formada por las bobinas toroidales L-3 y L-5, que con un único mando permite la perfecta adaptación del cátodo en las diferentes bandas, para lograr una mínima ROE frente al excitador; los toroides son tipo T50-6 de color amarillo , fabricados por Amidón.
Un pequeño relé miniatura RC -Relé de Cátodo-, se encarga de cortocircuitar la bobina L-5 y de soltar su acoplo, cuando el amplificador está operando en cualquier banda que no sean las de 160 u 80 metros.

El bloque de adaptación de cátodo, va unido a la válvula con un trozo de cable coaxial de 50 ohmios de buena calidad, por ejemplo el tipo RG213, de hasta 35 centímetros de largo, lo que permite poder disponer el conjunto en cualquier lugar del amplificador.

Los condensadores fijos asociados a la adaptación pueden ser cerámicos o de mica ; el variable es un tándem de 2 x 410 pF, recuperado de un receptor de radio a válvulas antiguo.

Otro punto del montaje, es el relativo a la polarización de la válvula, que se logra con el uso de un transistor TIP-122 con su colector aislado de masa con Nomex o Mica , atornillado al chasis para que actúe como disipador del calor que se va a generar en su interior.

Fig 3 : Foto de la parte inferior de la válvula

Un potenciómetro de 10 K. multivuelta, permitirá ajustar con gran precisión la corriente de reposo de la válvula a los 100 miliamperios requeridos para su funcionamiento en clase AB1.

Un tercer sitio de interés es el conjunto de bobinas y condensadores que forman la etapa de salida del amplificador; se trata de una configuración en PI modificada, que consigue adaptar los aproximadamente 4000 ohmios de impedancia de placa a los 50 ohmios de la carga.

Nótese que 1.000 watios eficaces de radiofrecuencia sobre la placa, suponen un potencial de 2 Kv de RF adicionales a los 3 Kv de tensión continua existente.
Aplicando la ley de Ohm, "voltios al cuadrado partido por resistencia igual a watios", al obtener 1.000 watios de salida, la tensión sobre los 4.000 ohmios aproximados de impedancia de placa, suponen 2.000 voltios de RF.
El circuito de salida en PI, adapta la impedancia de placa a los 50 ohmios necesarios para alimentar la antena; la tensión que aparece en este punto, es de unos 225 voltios de RF .
Todas estas tensiones en la realidad son mayores, y se incrementan sensiblemente al operar el amplificador con señales de banda lateral única .

Por eso es de gran importancia la elección de los condensadores en la etapa de salida, con voltajes adecuados , para evitar la formación de perforaciones y arcos no deseados.

Un arco , puede destruir en un instante la válvula y sus componentes asociados, o la fuente de alimentación, si no hay nada que proteja estos elementos.
Teóricamente, en un arco eléctrico, la intensidad tiende a infinito, y apura al máximo la capacidad de la fuente de alimentación; otro detalle a considerar es la elevadísima temperatura que se alcanza en un arco, capaz de fundir metales y cerámicas con una facilidad asombrosa.

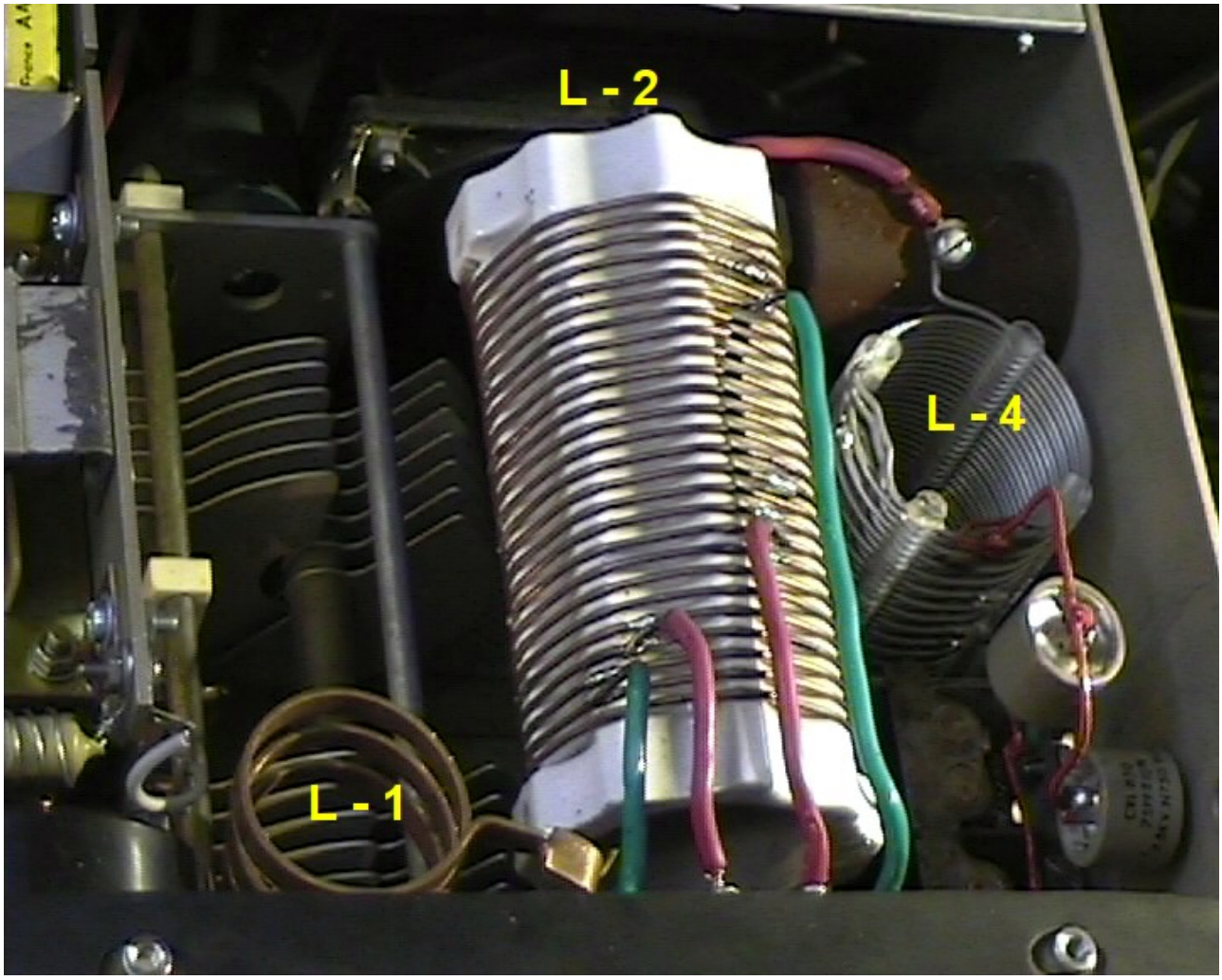

Fig 4 : Conjunto de bobinas integrantes del PI de salida

Para evitar estos problemas, en serie con la alimentación de placa , se encuentra un circuito limitador de intensidad, formado por una resistencia bobinada de bajo valor : 3, 3 ohmios 10 watios.
En condiciones normales de funcionamiento, la resistencia produce una caída de tensión muy pequeña, de apenas unos pocos voltios; cuando se ceba un arco y la corriente que la atraviesa es muy intensa, produce una gran caída de tensión , ayudando a sofocarlo, y caso de no lograrlo, la resistencia simplemente se quema y corta el suministro de alta tensión, extinguiendo el arco, y evitando desperfectos de consideración.

También tiene importancia el sistema de conmutación de antena y excitación, que permite a la válvula recibir la señal excitadora en su cátodo y extraer la señal amplificada con destino al sistema radiante , o a una carga artificial, a través del PI de salida.
El relé RA – Relé de Antena-, consiste en una unidad con bobina de 12 voltios c.c que alberga tres circuitos inversores con contactos de 5 amperios cada uno.
Este relé deberá tener las conexiones internas lo más cortas y robustas posibles, para evitar pérdidas y calentamientos; un relé RALUX modelo C0-3 es el utilizado en este montaje.

Dos circuitos se ocupan de las conmutaciones de RF de entrada y salida, y el tercer circuito se encarga de puentear una resistencia de 10K – 5 watios, que mantiene al corte a la válvula durante los periodos de inactividad del amplificador.
Este relé sólo funciona si está cerrada su alimentación mediante el interruptor ACTIVO-ESPERA.
En los contactos del relé, se encuentra un pequeño condensador de 27 pF a masa , para compensar la reactancia inductiva introducida por el cableado y los contactos del propio relé.

El choque de filamentos se confecciona sobre una barra de ferrita, de la empleadas en los receptores de radio, con unas medidas de 100 mm de largo por 10 mm de diámetro, devanando de forma bifilar 22 espiras juntas de hilo esmaltado de 1,5 mm de diámetro, y sujetando el conjunto con una funda termo-retráctil, o con unas bridas plásticas adecuadas.
Su inductancia es de 40 milihenrios, no siendo crítico su valor.

El choque de placa se devanará sobre un soporte aislante, de 100 x 15 mm , que puede ser cerámico o de fibra de vidrio; lleva 150 espiras juntas de hilo esmaltado de 0,6 mm de diámetro; su inductancia es de 110 microhenrios.

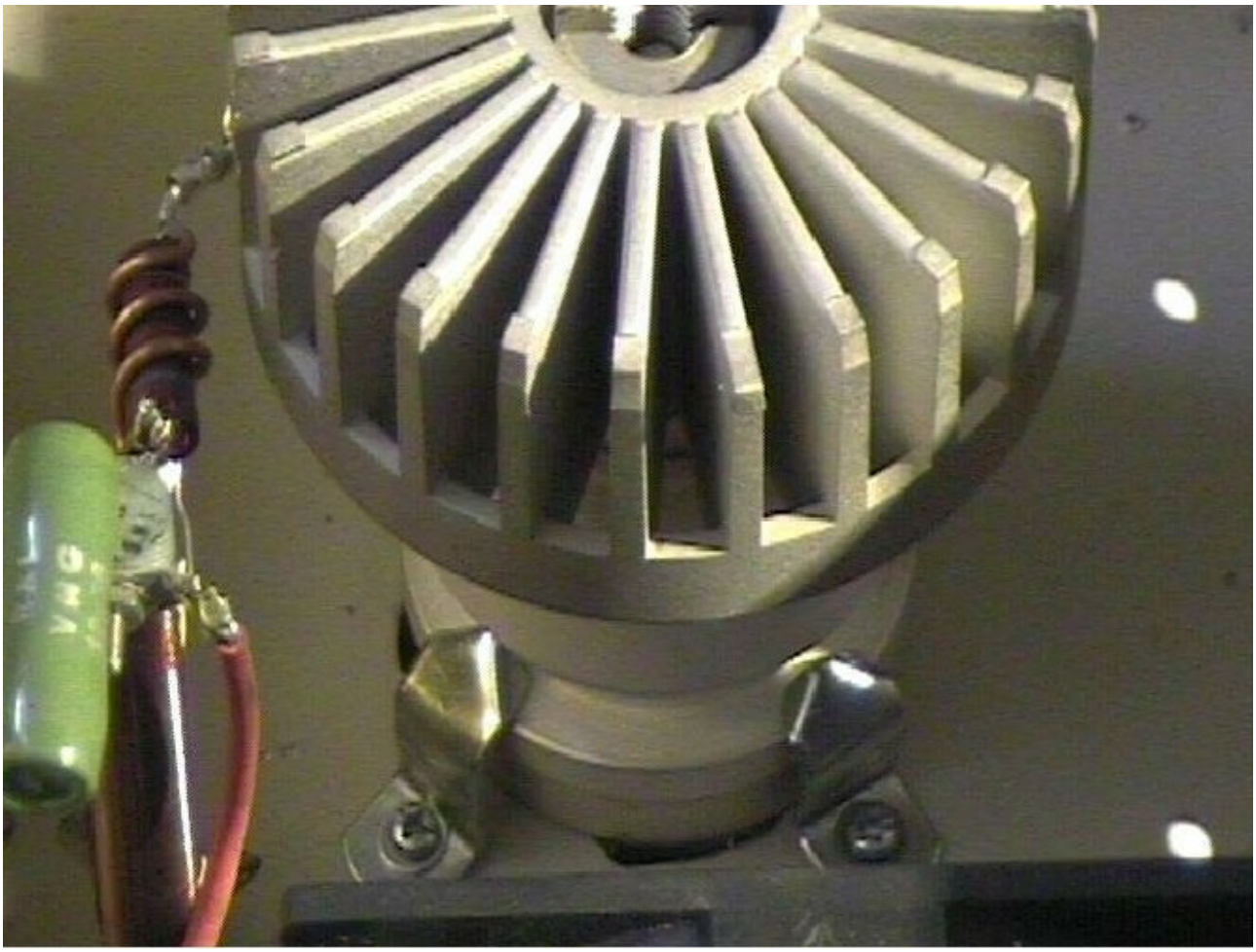

Fig 5 : Detalle de la fijación al chasis

En la conexión de placa, lleva un choque contra las oscilaciones parásitas de VHF , formado por una resistencia de carbón de 68 ohmios 2 watios a la que se le dan 2 espiras de hilo de 1,5 mm de diámetro por encima.

Para evitar que aparezca alta tensión en la antena, en caso de cortocircuito o fugas en el condensador de placa de 1 Kpf 20 Kv, se coloca entre la salida del PI y masa, un choque de 2,5 milihenrios.

El amplificador necesita refrigeración para la válvula, y aunque no es muy exigente en caudal, en los prototipos que he desarrollado he empleado dos tipos de refrigeración forzada.
En los primeros montajes utilicé el llamado “flujo cruzado”; mediante dos ventiladores que insuflaban aire dentro de la cavidad de placa; la corriente de aire caliente resultante, salía al exterior por la parte superior del compartimento, después de haber pasado por los álabes anódicos de la válvula.

Posteriormente empleé los mismos tipos de ventilador de 12 x 12 centímetros a 12 voltios, pero de manera que uno insufla el aire al interior de la cavidad, y otro lo extrae de la misma, quedando cerrada totalmente la parte superior de la cavidad, para forzar el flujo de aire entre la entrada y la salida en laterales opuestos pasando por los álabes anódicos; ambos sistemas me han dado resultados satisfactorios.

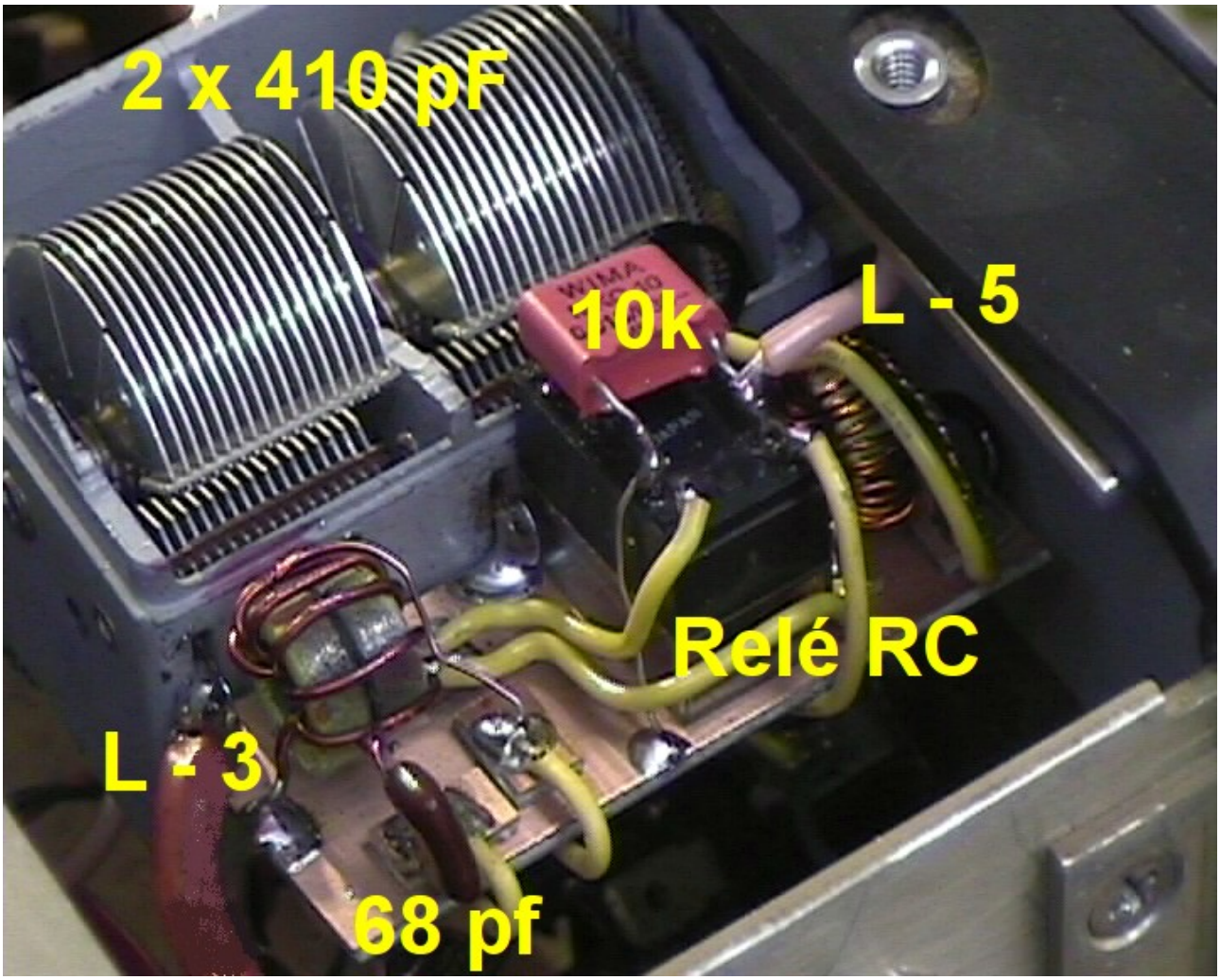

Fig 6 : Circuito de adaptación de cátodo

En lo tocante a la señalización frontal, tres pilotos indican el estado del amplificador: Un piloto Azul, informa del encendido del mismo; otro piloto Verde señaliza la posición del circuito de adaptación de cátodo para saber si está enclavado para las bandas de 160 y 80 metros, o si está configurado para el resto de las bandas de 40 a 10 metros, y un tercer piloto rojo avisa de la activación del amplificador.

Tres interruptores permiten : Encender y apagar el amplificador, elegir la configuración de cátodo, y activar o desactivar la inserción del amplificador.
Un amperímetro frontal mide en todo momento la suma de las corrientes de reja y placa.

El conmutador de bandas del circuito de salida, va insertando o cortocircuitando porciones de las bobinas del PI , acorde a la banda de frecuencias deseada, mediante un conmutador de esteatita muy robusto.

Los mandos de Sintonía de Placa y Carga, permiten la perfecta adaptación del amplificador a la carga, y la total transferencia de la energía de RF.

FUENTES DE ALIMENTACIÓN:

Tres fuentes de alimentación diferenciadas lleva este montaje; una de ella proporciona los 3000 voltios de alta tensión necesarios para el ánodo.
Otra suministra los 12 voltios en alterna precisos para los filamentos, y una tercera abastece de +12 voltios a los relés, ventiladores y circuitos de señalización.

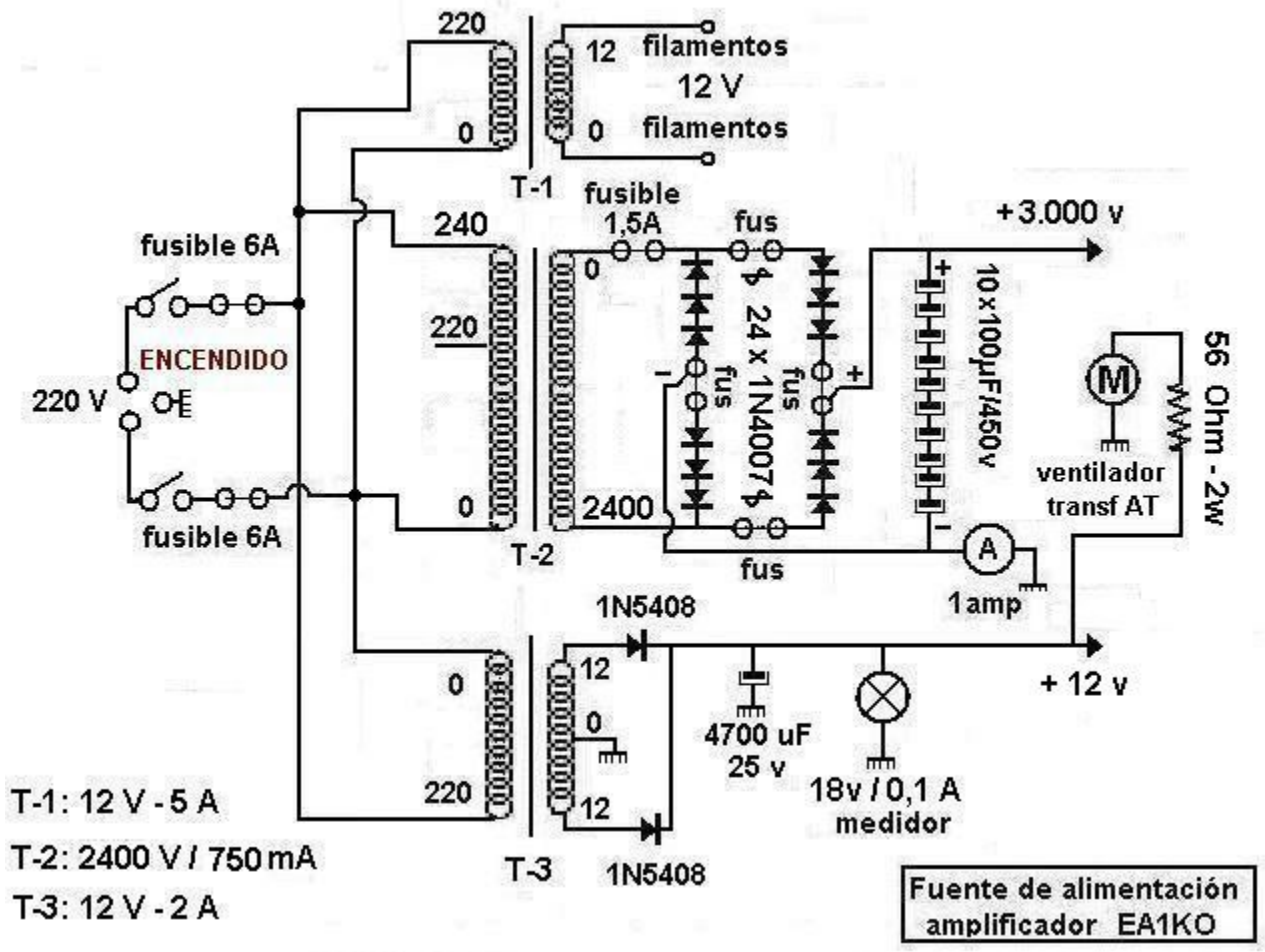

Fig 7 : Esquema de las fuentes de alimentación.

T-2 es una unidad recuperada de un viejo horno de microondas de 1600 watios; numerosas marcas emplean estos tipos de transformadores.
Previamente a su empleo, hay que aislarle uno de los terminales de alta tensión, que viene de fábrica conectado directamente al núcleo metálico, y eliminarle un devanado de pocas espiras que servía para los filamentos del tubo magnetrón del microondas.

Unos terminales con aislamiento adecuado, dejarán listo el trasformador para nuestro uso.

Estos transformadores se pueden conseguir en chatarrerías y en los puntos limpios de reciclaje.
Hay hornos de microondas de 600 a 800 watios, que llevan unos transformadores de menor tamaño, que no son aptos para usarlos en estas fuentes de alimentación.

T-1 es un modelo de transformador muy fácil de obtener, pues se emplea para fuentes de alimentación transistorizadas de baja tensión; lleva un primario a 220 v, y un secundario de 12 voltios y 5 amperios.

Finalmente el transformador T-3 es un modelo de 12 + 12 voltios 2 amperios, también de uso común.

El puente rectificador de alta tensión emplea 6 diodos en serie 1N4007 por cada rama, es decir un total de 24 diodos.
Dadas las características de los diodos y la elevada resistencia inversa del montaje, no requiere ningún sistema de condensadores en paralelo con cada diodo .
El condensador de filtraje de alta tensión, está formado por 10 unidades de condensadores de 100 uF a 450 voltios puestos en serie.

Una característica de los condensadores electrolíticos empleados tipo CE-FUX, es que no precisan resistencias igualadoras en paralelo con cada condensador, amén de que por ser condensadores de reciente tecnología, no generan gases internos, carecen de válvula de seguridad y su corriente de fuga es despreciable; el fabricante asegura que su dieléctrico es auto-extinguible en caso de arco.

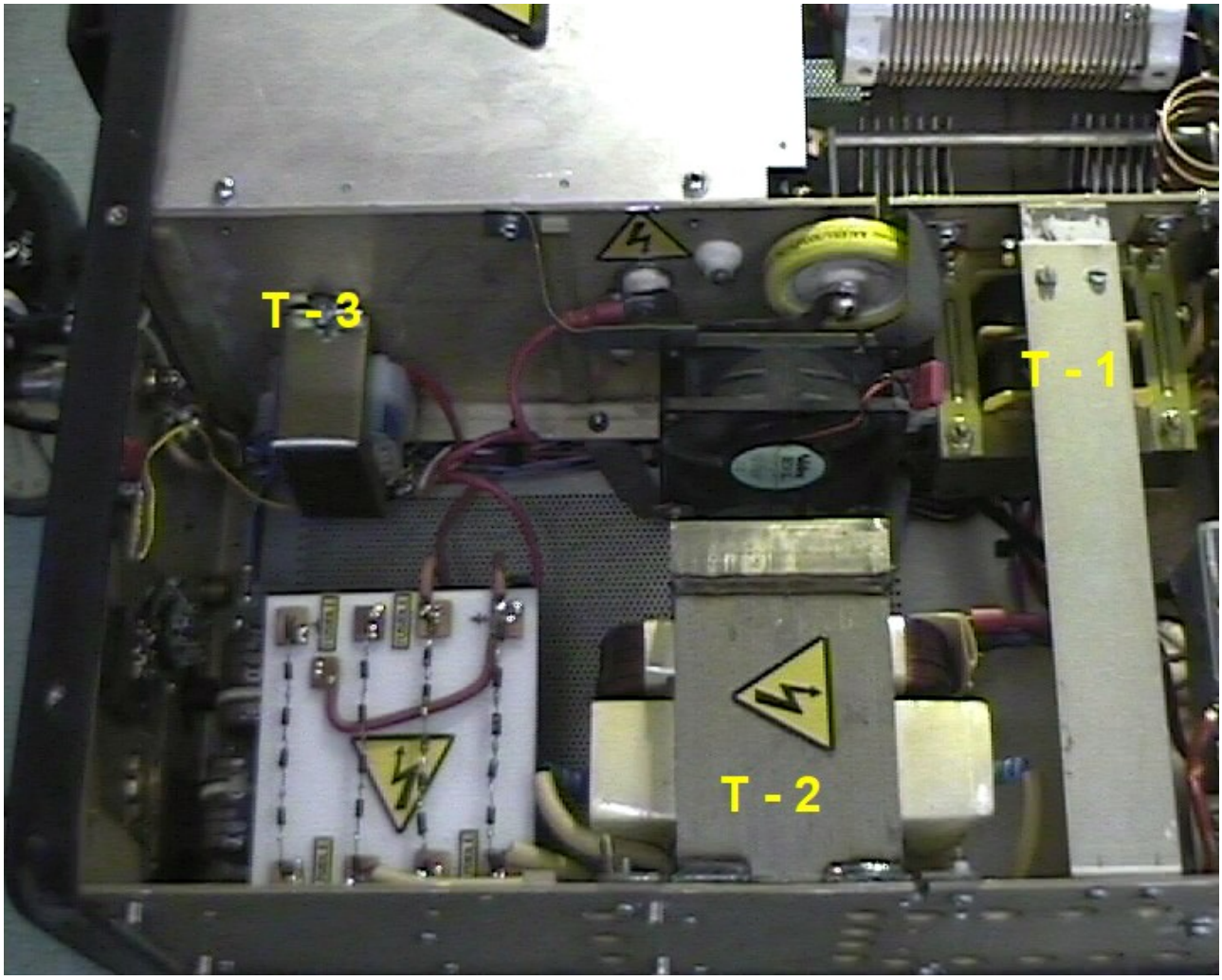

Fig 8 : Fuentes de alimentación, con un transformador de horno microondas

Un ventilador auxiliar de 8 x 8 centímetros, proyecta su flujo de aire sobre los devanados del transformador de alta, para facilitar su refrigeración.

Los transformadores de los hornos de microondas es normal que se lleguen a calentar después de un uso continuado, pero no debe de ser motivo de preocupación, porque están fabricados con una densidad de flujo muy elevada, y además están homologados para resistir temperaturas de hasta 180 grados, - aislamiento clase H -.

El transformador de AT puede alcanzar los 70 grados si se opera en RTTY o en modos digitales durante un tiempo prolongado, sin que constituya ningún problema.

Fig 9 : Frontal del amplificador

AJUSTES DEL AMPLIFICADOR:

Encender el amplificador, y después de un tiempo de calentamiento de los filamentos, de al menos 3 minutos, colocar el interruptor frontal en ACTIVO; mediante el potenciómetro multivuelta que polariza la base del transistor TIP-120, habrá que ajustar la corriente de reposo de la válvula a 100 miliamperios, poniendo a masa el terminal PTT, pero sin tener excitación de RF; Una vez ajustada la corriente de reposo, ya no será necesario volver a tocar este ajuste.

Apagar el amplificador, y tener mucho cuidado con las tensiones peligrosas que persistirán en el amplificador aunque lo hayamos desconectado, porque los condensadores mantendrán su carga durante mucho tiempo.

Seguidamente se conectará la salida posterior PTT a la entrada PTT del transceptor.

Luego conectaremos la entrada de RF del amplificador a la salida de RF del transceptor, empleando un latiguillo de cable coaxial del tipo RG-58 o similar..

Conectar una carga artificial, o una antena que admita 2 Kw pep a la salida del amplificador, con un watímetro puesto en una escala de medida de 2 KW AVG; emplear cables del tipo RG8 o similares.

Si se conecta una antena se recomienda que esté correctamente adaptada, y que no tenga una ROE mayor de 1.5 a 1, o utilizar un acoplador acorde a la potencia de RF en uso.

Encender el amplificador, y dejar calentar los filamentos el tiempo indicado anteriormente; para este primer ajuste vamos a seleccionar la banda de 40 metros, por lo que el mando BANDA de salida estará girado a la posición 40-30, y el interruptor selector de sintonía de cátodo estará en posición RESTO.

Girar a tope a la derecha el mando CARGA, y poner a medio recorrido el mando PLACA.

Colocar el interruptor frontal en la posición ACTIVO, y aplicar excitación al amplificador, con unos 30 watios en AM o CW, aunque haya mucha ROE en esos momentos entre el excitador y la entrada del amplificador.

Girar el mando de sintonía de cátodo para lograr el máximo de corriente de placa, que coincidirá con la indicación de mínima ROE en el excitador.

Buscar el mínimo de corriente de placa con el mando PLACA, - el llamado dip de placa -.

Girar un poco a la izquierda el mando CARGA , y volver a buscar el mínimo de corriente de placa con el mando PLACA.
Aplicar unos 80/90 watios de excitación, y alternando los ajustes con los mandos PLACA y CARGA, se deberá encontrar el punto donde el watímetro de salida del amplificador marque una potencia de 1, 1 kilowatio de RF eficaz, con una corriente de placa de unos 800 mA.
Esta potencia AVG tendrá una correspondencia de unos 1.600 watios en medida p.e.p

Retocar la sintonía de cátodo para obtener la máxima salida, y verificar que un incremento de la postura del condensador CARGA, no produce ningún aumento de la potencia en el watímetro.

Fig 10 : Indicación de la potencia de salida de RF p.e.p del amplificador a plena carga

Aparentemente el proceso de sintonía parece complicado, pero en cuanto uno se habitúe , el cambio de banda y el ajuste del amplificador se llevará a término en pocos segundos.
Tomando nota de la posición de los mandos en cada banda, se simplificarán los ajustes posteriores.
Para todas las bandas, el proceso de ajuste es como el mencionado; la única salvedad es cuando se pretenda operar en las bandas de 160 u 80 metros, no olvidar desplazar el interruptor de selección de cátodo de la posición RESTO a la posición 160-80.

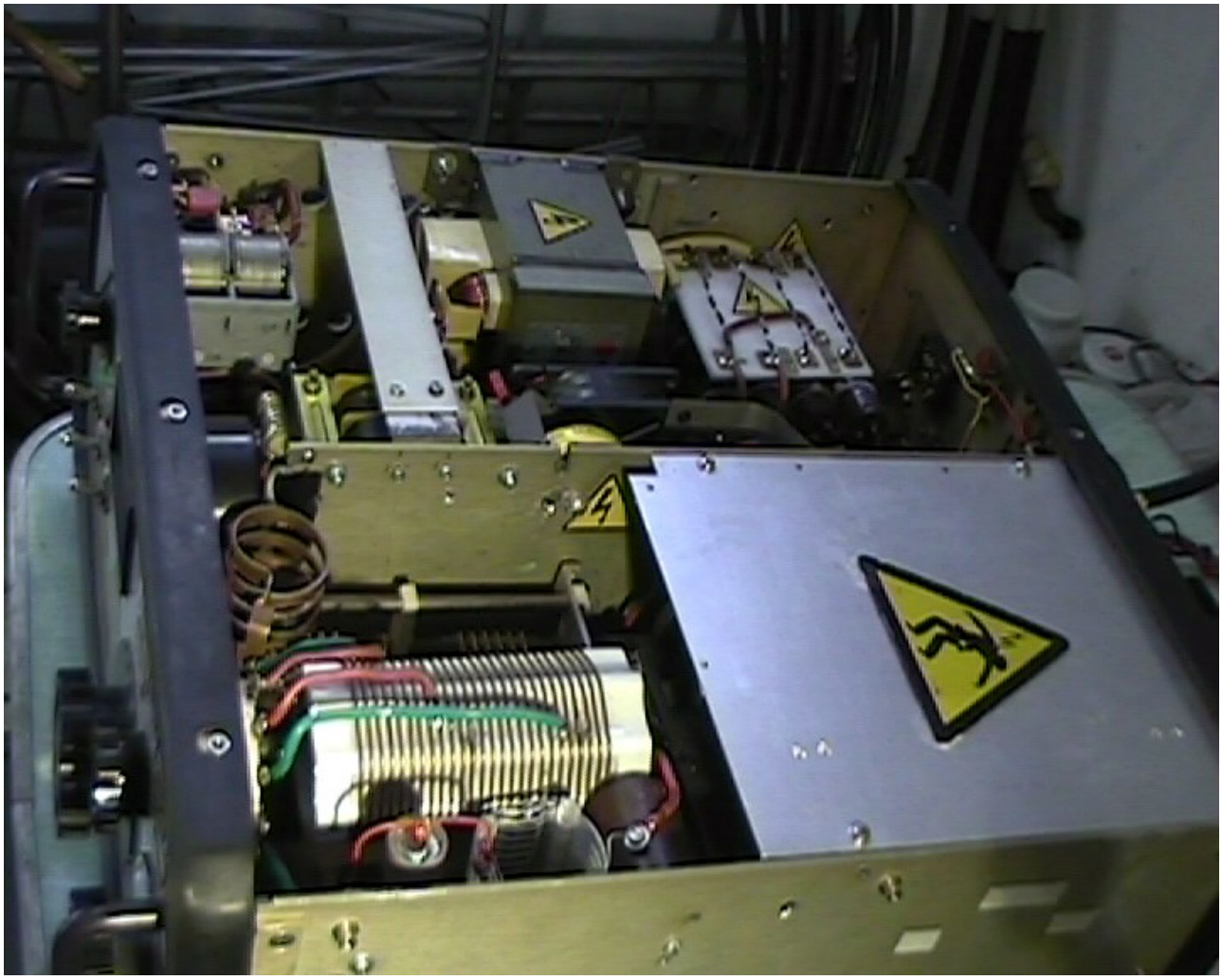

Fig 11 : Vista lateral superior del amplificador.

Finalmente no olvidarse que en el interior del amplificador hay tensiones MORTALES , por lo que habrá que adoptar cuantas precauciones sean precisas antes de manipular sus elementos, incluso aunque esté apagado el aparato.

Un buen sistema es , una vez apagado el amplificador , caso de tener que realizar alguna operación en su interior, primeramente desenchufar el equipo de la red eléctrica y después hacer un cortocircuito directo entre la salida de alta tensión y masa, con la ayuda de un destornillador aislado; aunque se produzca un chispazo, no le sucederá nada al aparato y así estaremos seguros de que no existe peligro de descarga eléctrica posterior, pudiendo manipular los elementos con seguridad.

Cualquier sugerencia o comentario será bien recibido en : ea1ko@hotmail.com

Última edición: Ponferrada (León-España) a 10 de Marzo de 2011.-