

**Linear amplifier broadband 800 watts peak with two SD-2943**

**AMPLIFICADOR LINEAL DE 800 WATIOS de 3 a 30 Mhz**

**Modelo : KAOLIN-II - 2.018**

=====  
Original de: Ramón Carrasco Caríssimo EA-1-KO



**Fig 1: Aspecto frontal del amplificador.**

Presento un nuevo prototipo basado en anteriores amplificadores lineales, con el nombre de: KAOLIN-II 2018, que es capaz de proporcionar una potencia de salida de 800 vatios de pico en SSB en las bandas de HF comprendidas entre 3 y 30 megaciclos.

En las modalidades digitales y en CW / AM / FM la potencia eficaz máxima es de 350/400 vatios ; el prototipo emplea un push-pull de transistores Mosfet tipo SD-2943, con una adaptación de salida de tipo Guanella.

Permite obtener alta potencia de salida de RF, útil para comunicaciones a larga distancia con equipos transceptores de tipo convencional , así como con equipos de baja potencia SDR o QRP, en las bandas de HF.

Todos los elementos de montaje son comunes, y sólo los filtros de salida y las adaptaciones asociadas son diferentes para cada gama de frecuencias.

Con 10 vatios de excitación, proporciona la potencia nominal de 800 wts pico en SSB , pero es posible modificar el atenuador que lleva el montaje incorporado, o eliminarlo para lograr la plena salida con solo 3 vatios de entrada.

La ganancia típica del montaje es de: +18 dB , + - 1 dB en todas las bandas, con el atenuador incorporado de - 5,5 dB.

Se parte de una plantilla que se adjunta, y que al ser impresa proporciona un dibujo a escala 1:1 con la colocación de las isletas en las que ubicaremos los componentes, debiéndose cortar un trozo de placa de circuito impreso de fibra de vidrio a doble cara con las medidas indicadas.

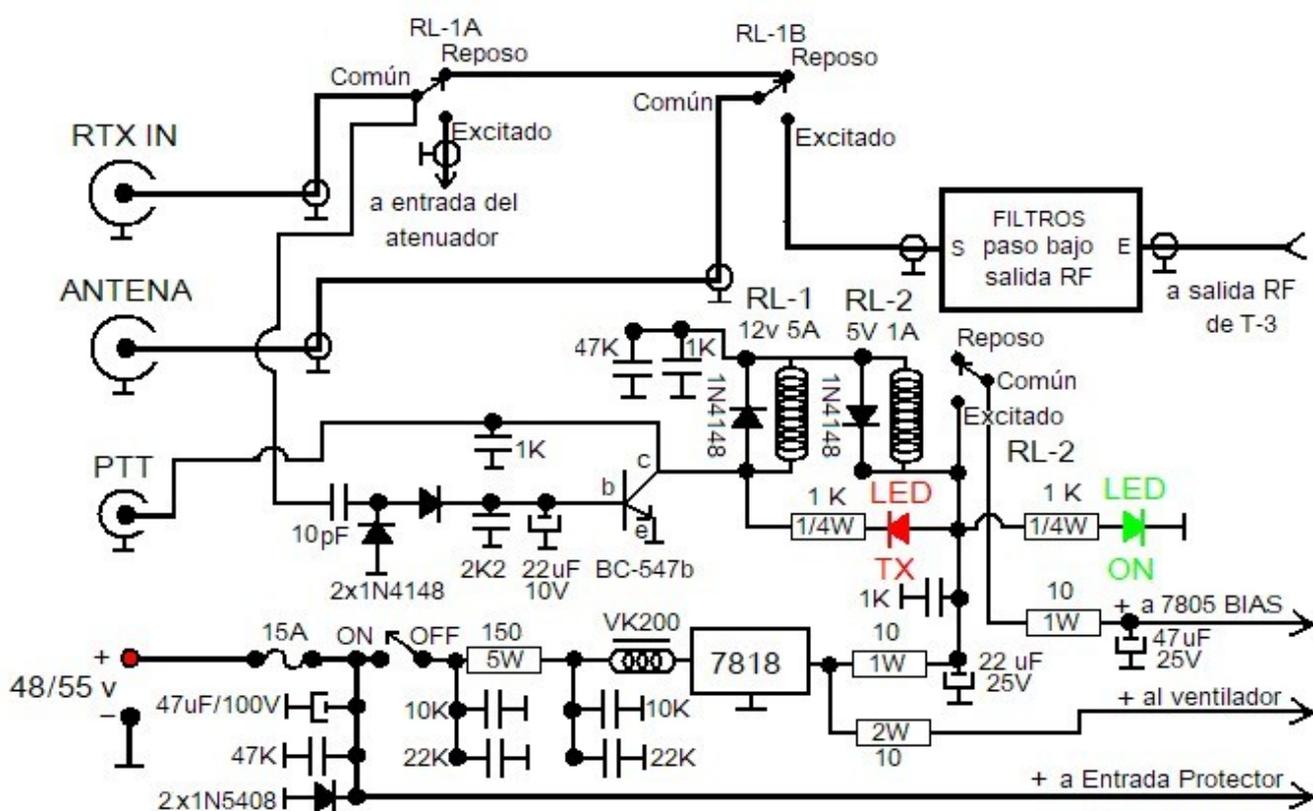
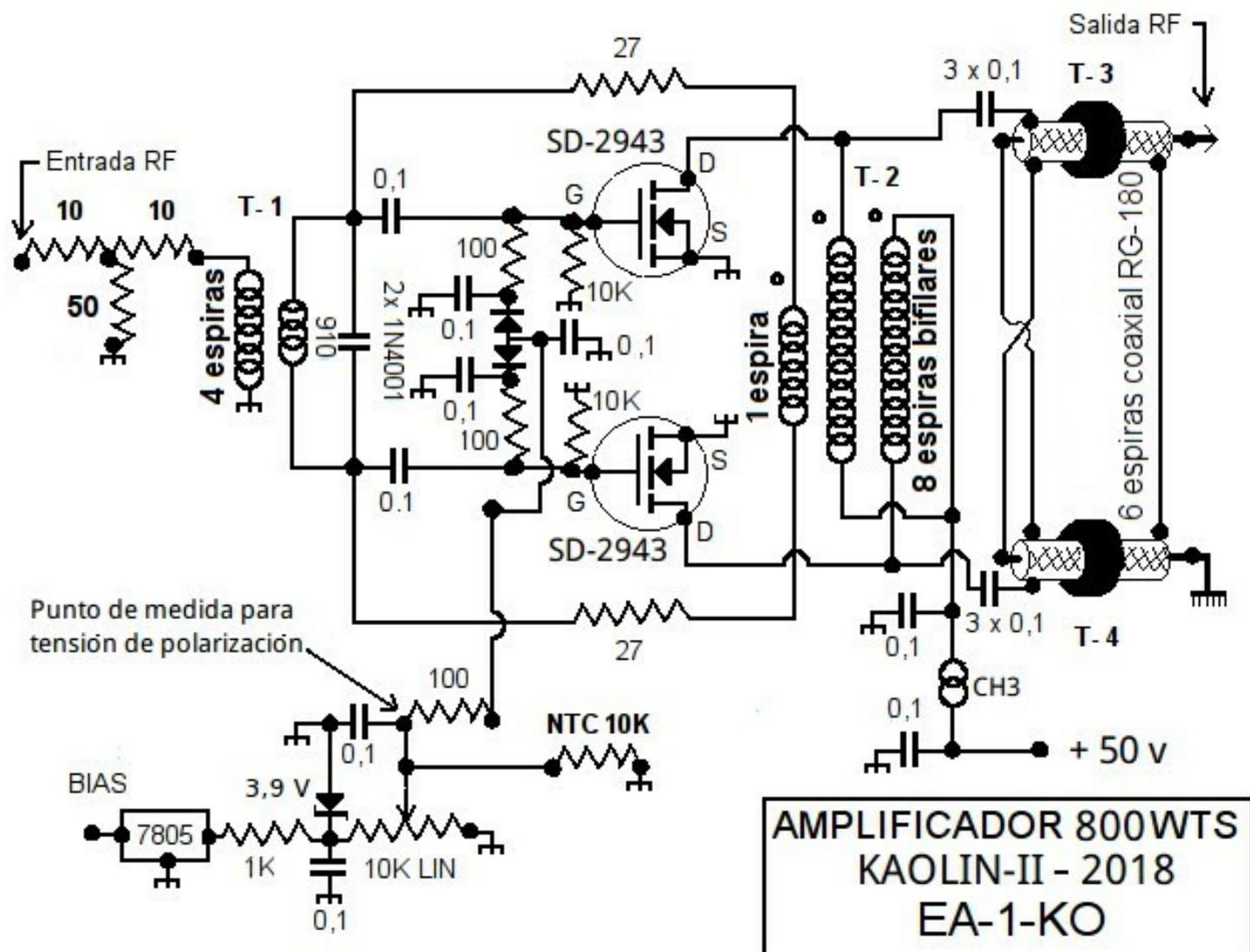


Fig 2: Esquema general del amplificador.

Con arreglo a esta plantilla, será preciso cortar los huecos necesarios para alojar los transistores, y los reguladores monolíticos de tensión.

Una vez hechos los cortes, conviene limpiar la placa con algún tipo de pulimento suave – como los usados para limpieza de cocinas vitrocerámicas – o también con una goma de algas diatomeas, para dejar limpia y pulida la superficie del cobre por la cara donde vamos a pegar las isletas.

Después de cortados trozos de placa de circuito impreso, previamente limados los cantos, limpios y pulidos procederemos a pegarlos siguiendo el dibujo, y prestando especial cuidado en la separación de las isletas en el relé de antena, que es la única parte crítica, porque tiene que ser acorde en separaciones al tipo del relé que empleemos, y que deberá de ser un modelo de 12 voltios, 2 circuitos inversores de 5 o más amperios.

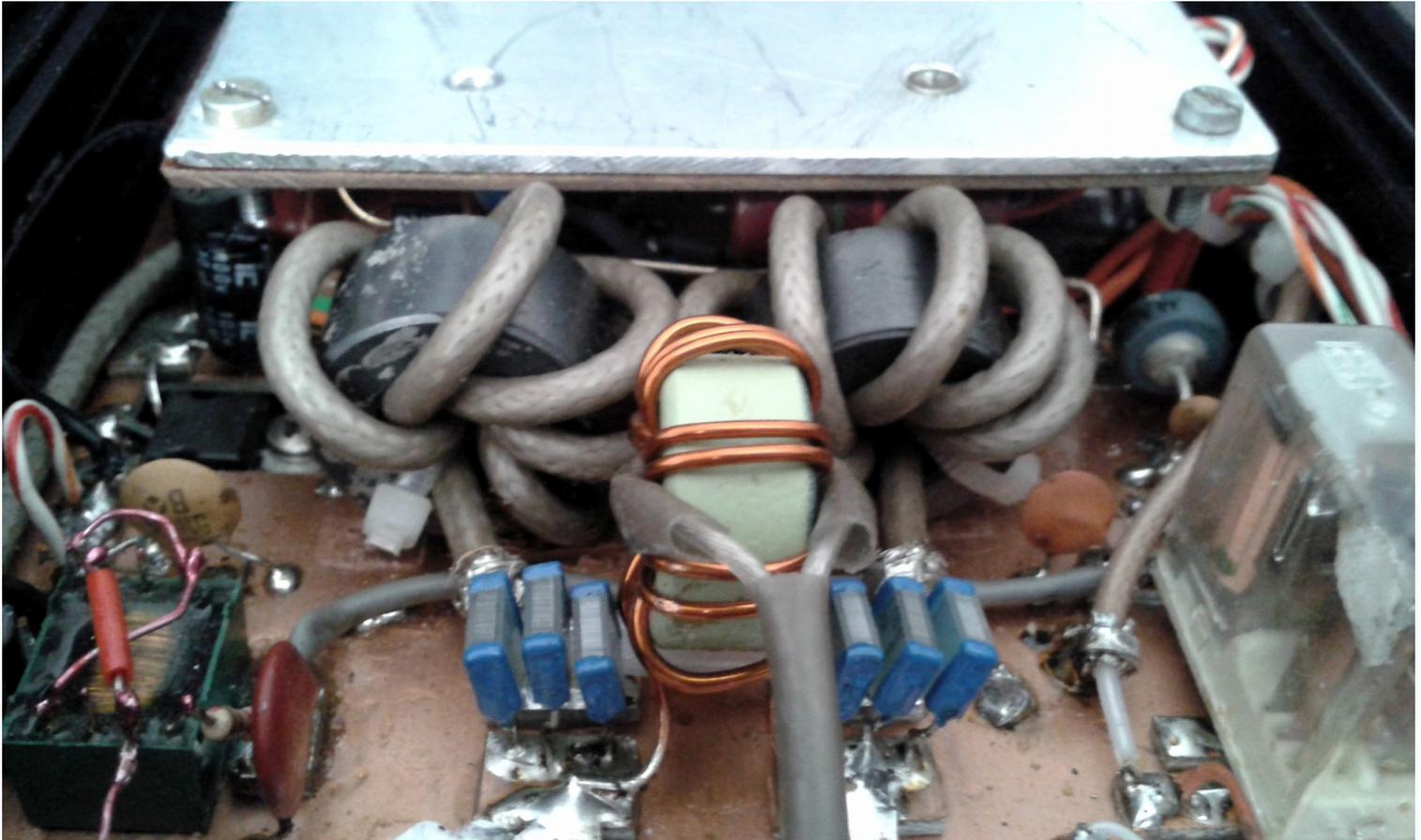
Para pegar las isletas podemos usar pegamento rápido – cianoacrilato - o resina epóxica, pues ambos sistemas darán excelentes resultados.

Pegadas las isletas podremos recubrir toda la placa con una solución de alcohol común y un poco de resina, pero con una concentración muy baja, con el fin de impedir la oxidación del conjunto, y de facilitar la soldadura llegado el momento, dejando sin barnizar la parte posterior que irá en contacto con el refrigerador.

Dejar secar un par de horas la placa, y sujetarla al refrigerador con tornillos de rosca de chapa pequeños, evitando así el tener que hacer roscas en cada agujero; emplear un taladro con broca de 3,5 mm y tornillos apropiados.

Igualmente por el mismo procedimiento atornillar los reguladores 7818 y 7805 en sus lugares respectivos, con el empleo de un poquito de silicona térmica para mejorar la conductividad del calor.

Placa de aluminio que soporta el circuito protector de intensidad



**Fig 3 : Detalle de los transformadores tipo Guanella de salida , T3 y T4**

Finalmente colocar también silicona térmica y atornillar los transistores, teniendo especial cuidado en el manejo frente a descargas de corrientes estáticas, porque estos componentes como MOSFET que son, pueden resultar destruidos por una manipulación incorrecta.

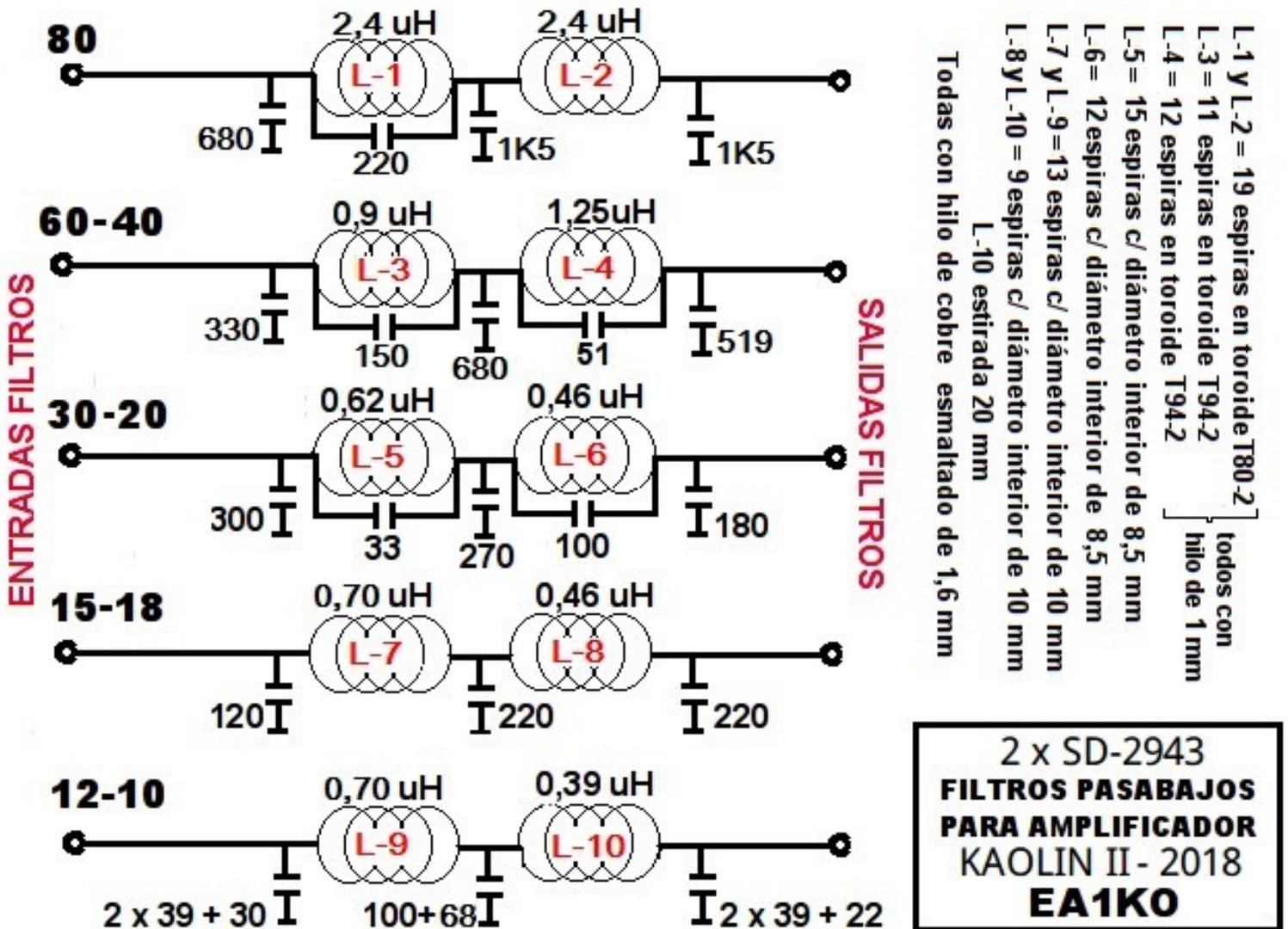


Fig 4: Valores de los componentes de los filtros empleados.

En este proyecto, los cables coaxiales utilizados son : RG178 fino para la entrada , RG-180 para los transformadores T-3 y T-4 , y el resto RG-141, aunque los cables de 50 Ohms pueden ser de otros tipos.

Los transformadores de salida tipo Guanella, están confeccionados con 2 toroides de ferrita marca Ferroxcube tipo: CST19/10/15-4S2 , pero también se puede hacer con otros núcleos toroidales similares un poco mayores.

Los núcleos o anillos toroidales, entre otros sitios, se pueden conseguir en : [www.Farnell.com](http://www.Farnell.com)

Las espiras de comienzo del cable coaxial RG-180 por el interior de los toroides, están fijadas con una brida de nylon; los devanados de las 6 vueltas en cada toroide, deberán de estar bobinados en el mismo sentido.

Dejar los cables coaxiales en los toroides con suficiente longitud, porque van a ir cruzados los vivos desde uno a otro transformador.

Para T-1 usaremos un núcleo binocular tipo BN43-202 , con un primario de entrada de 4 espiras, y un secundario de salida de una espira en forma de "U", todas ellas hechas con cable de conexiones rígido forrado de plástico, según se puede ver en la figura 13.

El atenuador de entrada de -5,5 dB, está formado por dos resistencias de 10 ohmios 2 watios en serie , y una de 47 o 56 ohmios 2 wts a masa , aunque en este prototipo he puesto dos resistencias tipo chip de 100 ohmios en paralelo, pero no son imprescindibles, pudiendo usarse unas resistencias convencionales no inductivas.

El choque de alimentación T-2 , está formado por un toroide de ferrita, con medidas de 25 mm de diámetro externo, y con un grosor de 5 mm, al que se le dan 8 espiras bifilares con hilo esmaltado de 0,85 mm de diámetro; después se conecta como si fuese un transformador de relación 4:1, uniendo los extremos de los devanados que corresponden al comienzo de uno con el final del otro, para que queden las fases en orden correcta, y empleando la unión de ambos, para introducir la alimentación de +48 a 55 voltios.

Este choque T-2 va soldado directamente a las isletas de los Drain de cada transistor, y a CH-3 en la placa base, por donde pasa la tensión de alimentación.

Las medidas no son críticas, ni tampoco el tamaño ni la permeabilidad del toroide, con tal de que sea igual o superior a 850A, y tenga al menos 20 mm de diámetro exterior.

Por su interior, pasa una espira captadora, convenientemente aislada con un trozo de aislante de teflón, que se puede recuperar del corte de alguna funda de los coaxiales de teflón usados en el montaje; en sus extremos irán soldadas las resistencias de 27 ohmios 2 vatios, que irán hacia T-1, formado el bucle de realimentación de RF, como se puede ver en la figura 11.

El choque de alimentación CH-3 consta de un toroide FB-73-2401 con 2 espiras de hilo esmaltado de 1,3 mm.

Todos los condensadores de 0,1 uF utilizados en este montaje, son del tipo multicapa poliéster de 100 voltios.

### CIRCUITO PROTECTOR DEL AMPLIFICADOR:

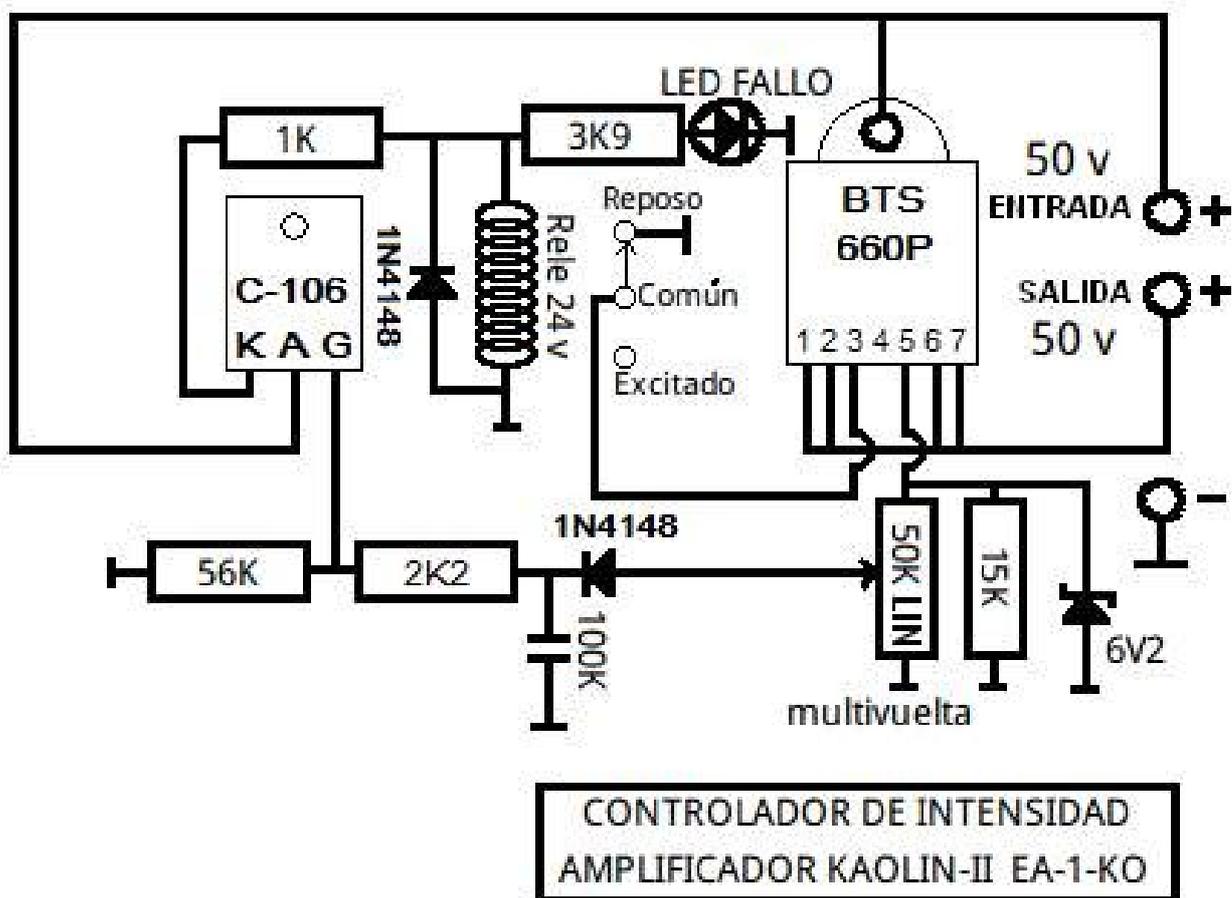
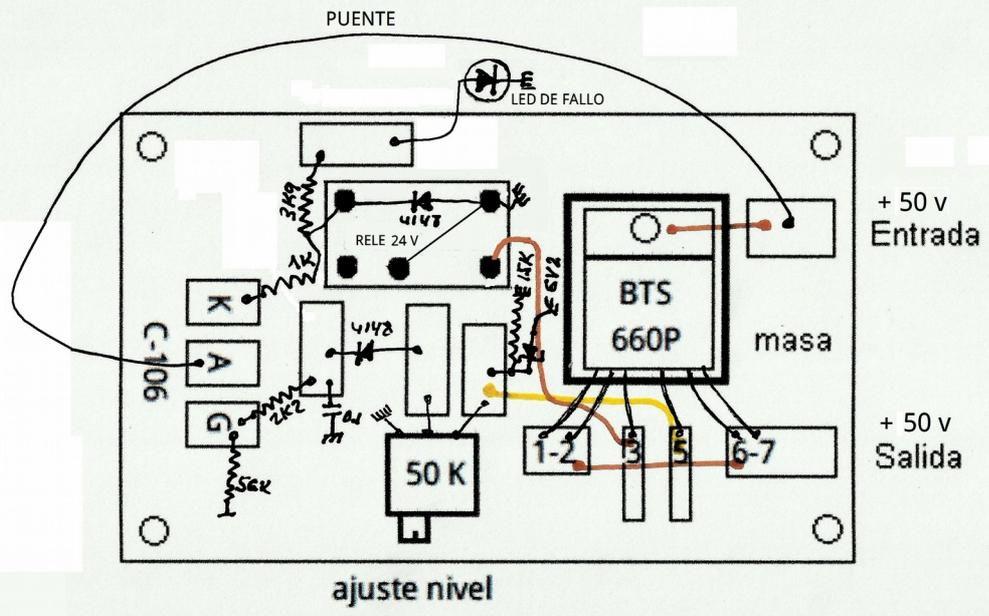


Fig 5: Esquema de circuito protector.

La protección del amplificador KAOLIN-II consiste en un circuito universal contra sobrintensidades, basado en un diseño mío, cuya completa información se puede obtener en internet en la página que se indicará más adelante.





CONTROLADOR PARA AMPLIFICADOR  
KAOLIN - II EA-1-KO - 2.018

Fig 7: Disposición de componentes.

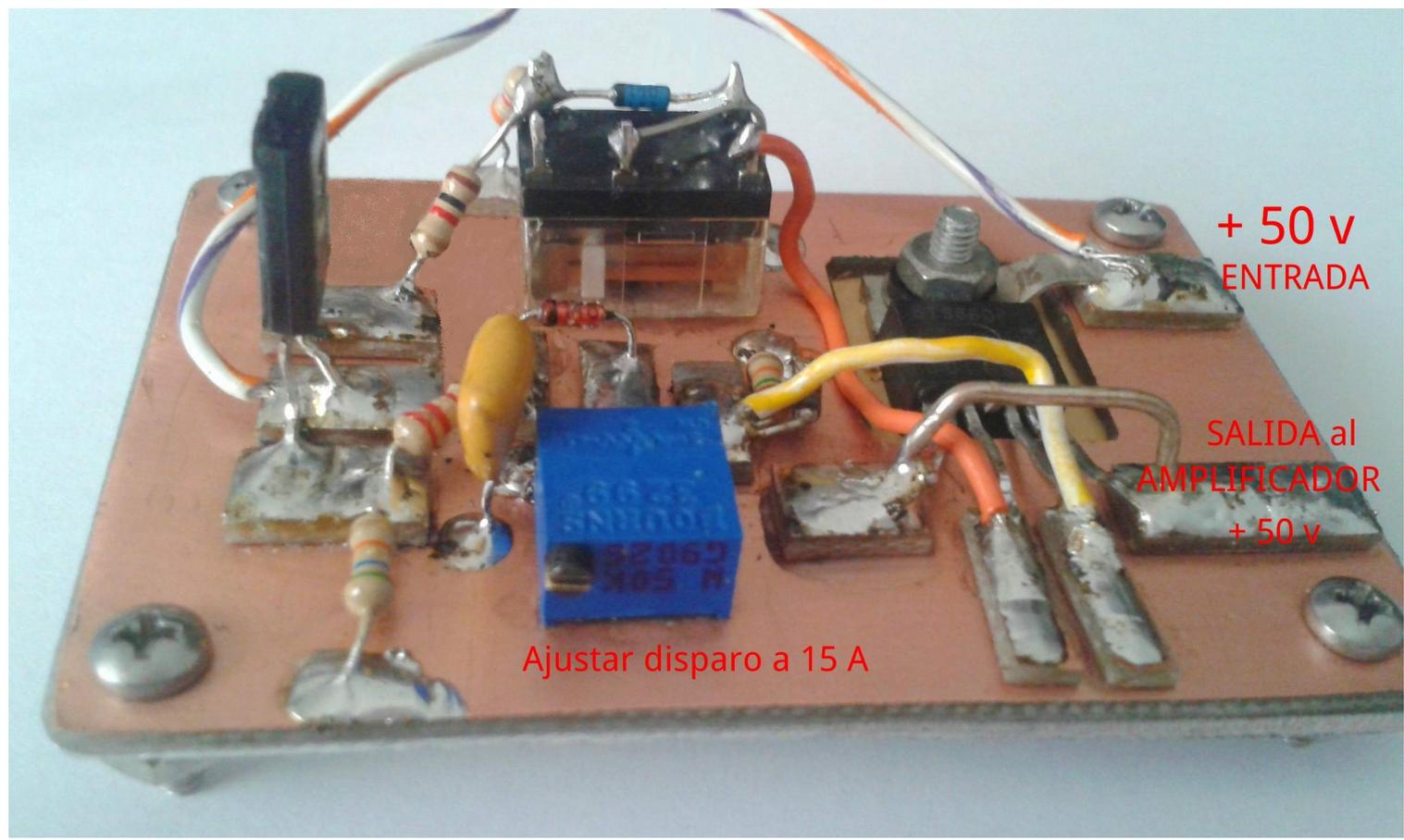
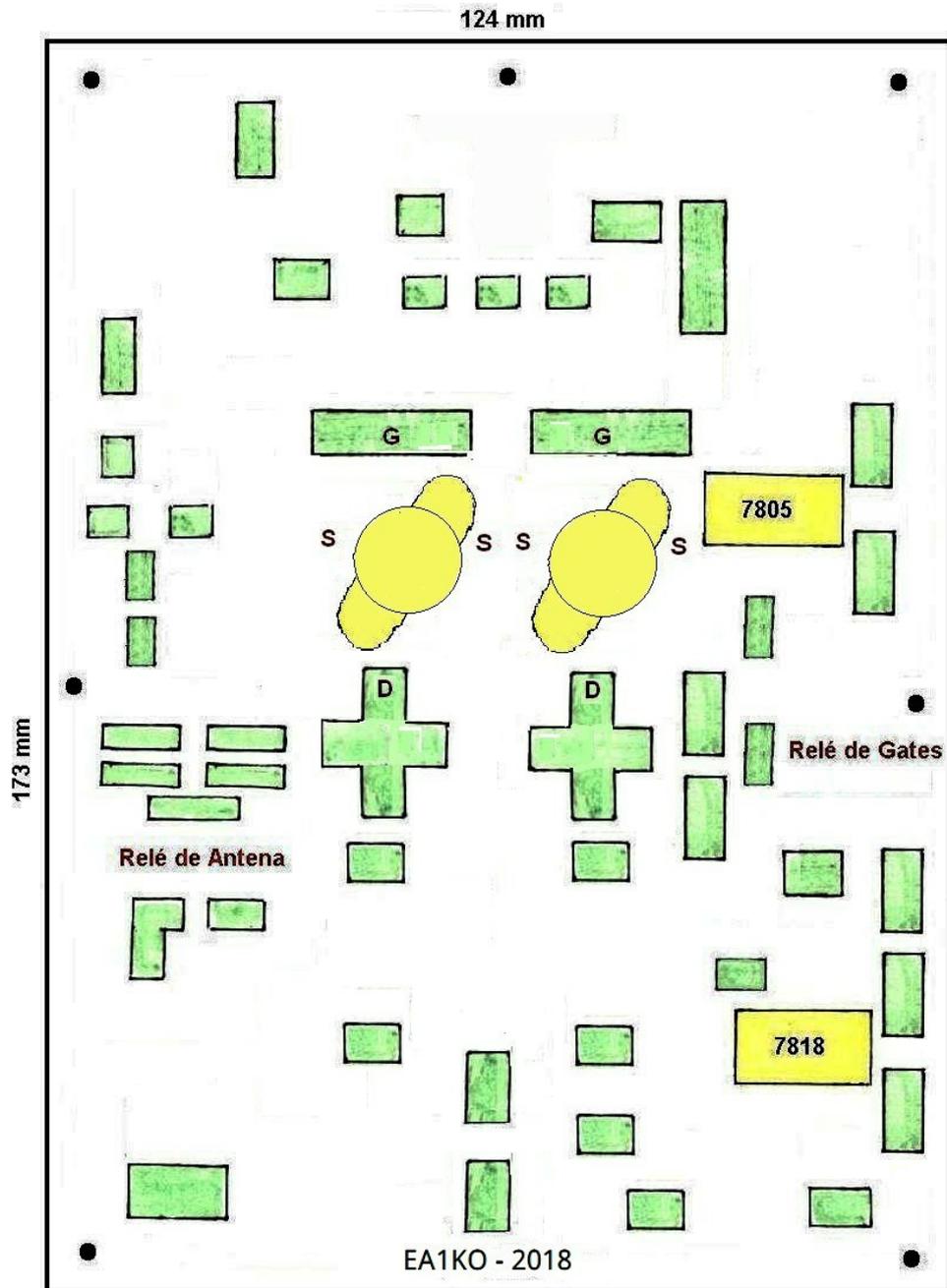


Fig 8: Detalles constructivos y disposición práctica de los componentes.

# AMPLIFICADOR TRANSISTORIZADO DE 800 WATIOS EA-1-KO

para las bandas de : 10 - 12 - 15 - 18 - 20 - 30 - 40 - 80 metros

## PLACA BASE DE MONTAJE ESCALA 1:1



Plantilla con la disposición de las isletas de circuito impreso pegadas sobre placa de doble cara. Las zonas amarillas, representan los cortes en la placa base, para alojar los transistores y aquellos elementos que quedarán en contacto directo con el refrigerador.

Ninguna distancia o colocación es crítica, salvo las que sirven de soporte al relé de antena, que estarán dimensionadas acordes al tamaño del mismo.

Imprimiendo esta plantilla, saldrá la misma a tamaño real 1:1

Nota: Algunas impresoras reproducen la plantilla con tamaño diferente al original; verificar las medidas.

Fig 9: Plantilla de circuito base a escala 1:1





**Fig 11 : Pruebas de ajuste del amplificador optimizando valores y componentes.**



**Fig 12: Amplificador terminado con la placa protectora en su interior.**

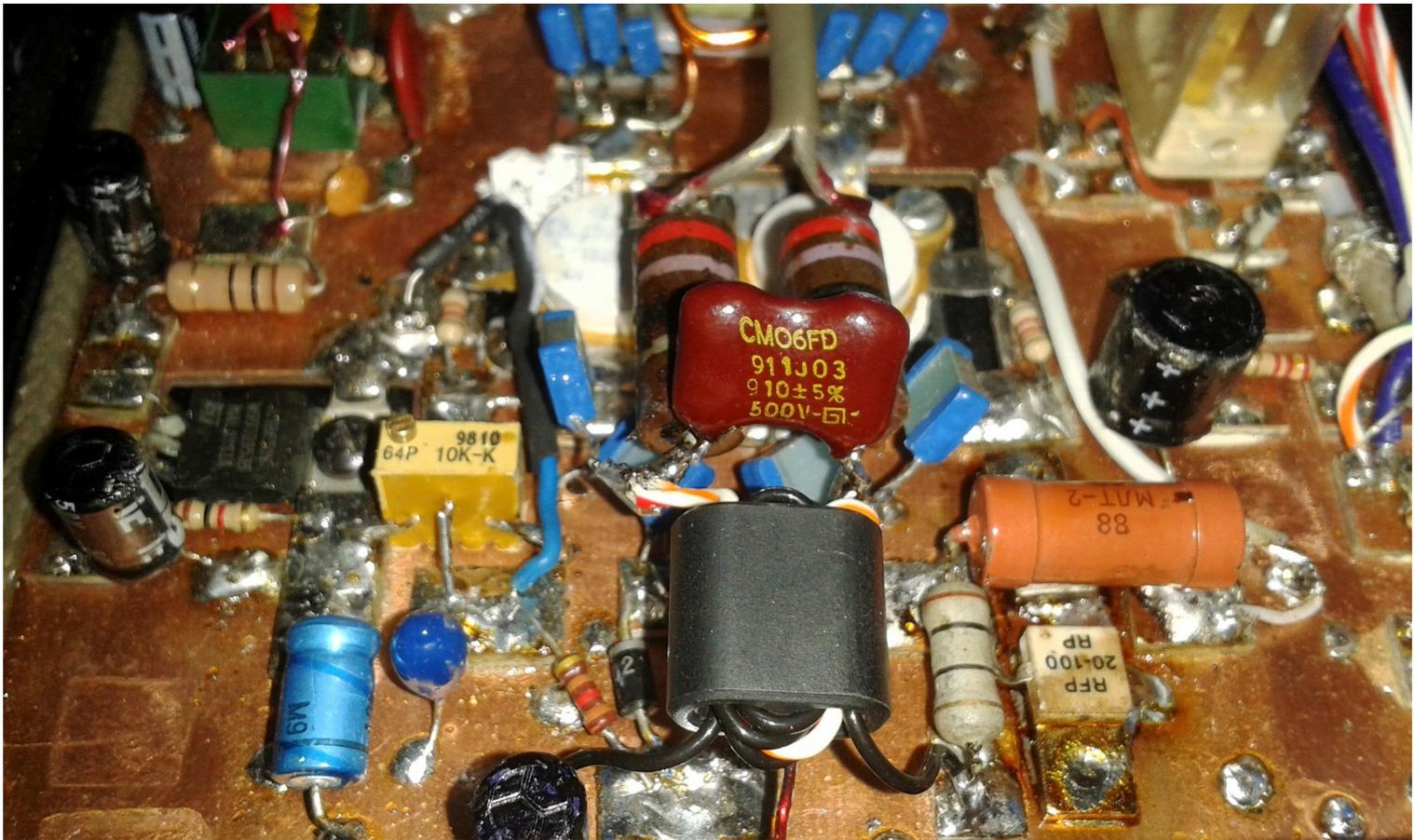


Fig 13: Circuito de entrada terminado con el Transformador T-1 y el atenuador



Fig 14: Otra vista frontal e interior del amplificador



**Fig 15: Vista superior con 2 ventiladores de 10 x 10 Cmts**



**Fig 16 : Choque de alimentación T-2 consistente en un devanado bifilar de 8 espiras.**

## PLACA DE FILTROS:

Va montada a continuación de la placa base del amplificador, aunque puede ir dispuesta en cualquier otro lugar. Elegí la actual ubicación, debido a la escasa altura disponible en la caja del amplificador.

Los filtros cumplen con una doble misión: De una parte adaptan la impedancia de salida del amplificador a la carga de 50 Ohmios, y por otro lado a la vez eliminan los armónicos indeseados, siendo éstos filtros del tipo de impedancia progresiva, a diferencia de los empleados normalmente en otros diseños, que son de impedancia constante; el agrupar condensadores de mica en paralelo en algunos filtros, es debido a que en esos puntos, hay corrientes de RF elevadas, que es preciso repartir entre los diferentes condensadores.

A la hora de hacer las bobinas de los filtros, tomar como referencia las espiras indicadas en el esquema, pero teniendo en cuenta que el valor resultante de la inductancia de cada bobina estará condicionado por la forma de repartir las espiras en los toroides, la presión y la tracción ejercida con el hilo etc; puede ser que un mismo valor de inductancia requiera más o menos espiras de las indicadas en el esquema, por lo que se recomienda verificar los valores con un inductómetro, para obtener los microhenrios requeridos para cada bobina, aunque difiera el número de espiras con respecto a las indicadas.

El conmutador de los filtros será preferentemente cerámico de 6 posiciones 2 circuitos, con contactos amplios, porque deberá soportar corrientes moderadas con tensiones bajas; se pueden usar como alternativa conmutadores de plástico o de material fenólico, si estos son de buena calidad.

No hay medidas críticas, debiéndose únicamente respetar los datos constructivos de las bobinas, que están hechas con hilo de cobre esmaltado, del empleado para bobinar transformadores o motores.

Los condensadores de los filtros son de mica plateada, de 500 voltios y 5 % de tolerancia.

Los toroides de los tipos T80-2 y T94-2; se pueden conseguir por Internet en las direcciones:

USA: <http://www.partsandkits.com>

España: <http://www.micropik.com>

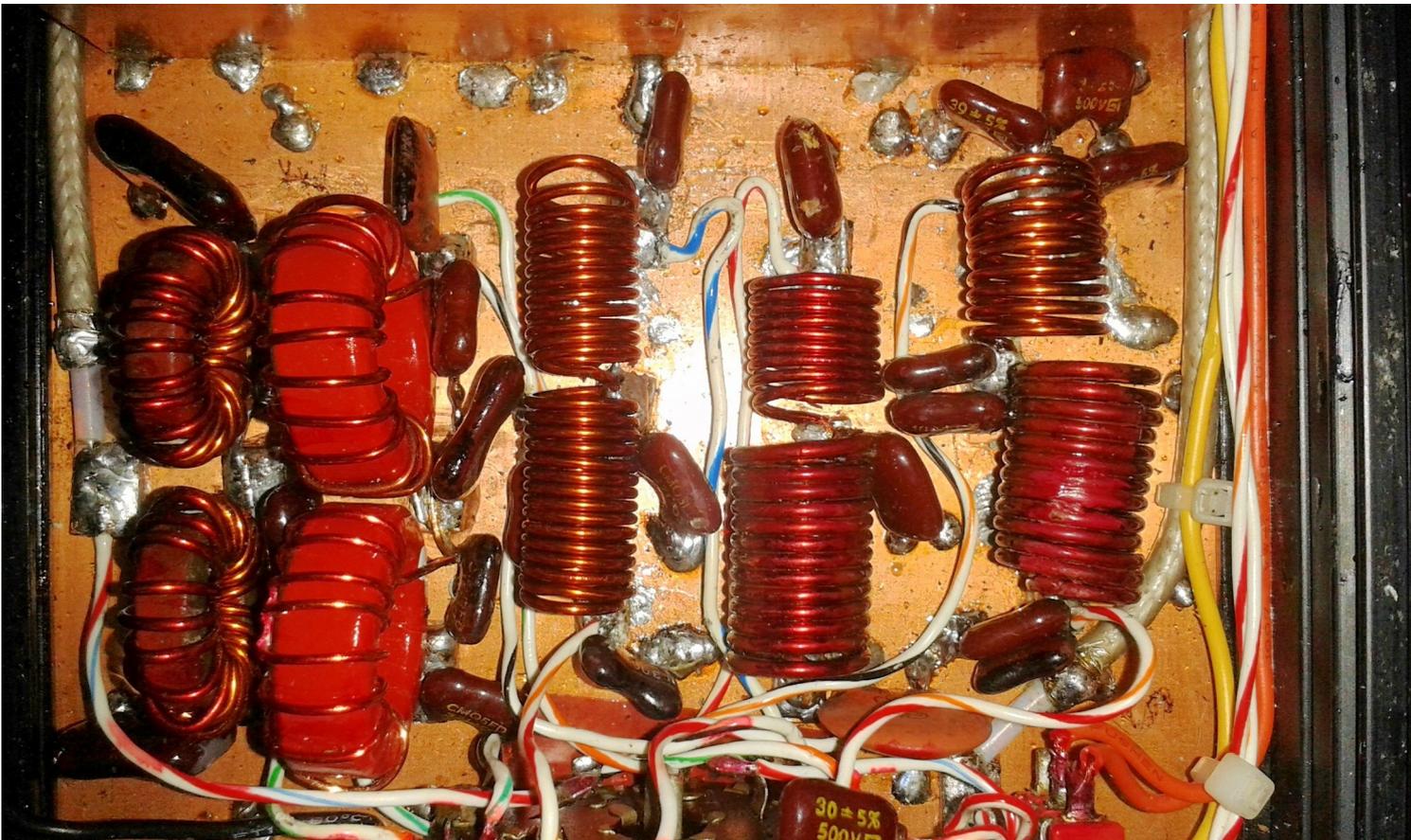


Fig 17: Placa de filtros.

## Ajuste preliminar del amplificador:

Es muy importante ajustar previamente el sistema de protección frente a sobrecargas para que se inhíba con corrientes superiores a 15 amperios; eso asegurará la supervivencia de los transistores, frente a maniobras no deseadas o errores de ajuste.

La fuente de alimentación que utilicemos, deberá poder proporcionar una tensión comprendida entre 45 y 55 voltios, aunque para hacer los primeros ajustes puede resultar de utilidad el disponerla con una tensión de salida de 45 voltios, y la placa protectora tenerla ajustada a unos 10 amperios, por si surgiera alguna complicación.

Antes de suministrarle tensión al amplificador por primera vez, nos aseguraremos que el cursor del potenciómetro multivuelta de 10 K que regula la tensión de Gates, esté en la parte de masa, es decir que apenas pueda salir tensión por él, con lo que los transistores estarán al corte y sin consumo; después desoldar el extremo del puente de hilo que va de la isleta de los diodos protectores y del condensador electrolítico de 47 uF / 100 Voltios al choque CH-3.

Entre los + 45 voltios y el extremo desoldado del puente de hilo , insertar un amperímetro capaz de medir 500 miliamperios c.c ; dar tensión al amplificador , accionar el interruptor frontal: ON y poner a masa el conector PTT sin ninguna señal de RF en la entrada , e ir regulando **LENTAMENTE** el potenciómetro de polarización de Gates hasta lograr que fluya una corriente total de Drain de 400 a 450 miliamperios, que corresponderán a 200/225 miliamperios por cada transistor SD-2943.

Estarán iluminados los diodos LED Verde y Rojo ; el ventilador o los ventiladores, en el caso de poner más de una unidad, estará girando suavemente, y midiendo la tensión de gates en el punto que se indica en el esquema, con un voltímetro que tenga al menos 50.000 ohmios por voltio, estará comprendida entre + 2 a + 3,8 voltios, pudiendo variar esta tensión , según los lotes de transistores.

Apagaremos la fuente de alimentación, volveremos a soldar el puente de hilo en su lugar; si la fuente empleada no tiene amperímetro propio, insertaremos un amperímetro externo con alcance de al menos 20 amperios en serie con la alimentación que estemos usando, para poder visualizar lo que nos va a consumir el amplificador en su conjunto.

## Ajustes complementarios del amplificador :

Colocar en la salida del amplificador un watímetro de RF que al menos mida 1000 watios y una carga artificial de 50 ohmios , capaz de soportar los 570 watios eficaces que puede llegar a dar de salida este amplificador; el mando del selector de filtros de salida RF del amplificador estará en la posición correspondiente a la banda de 40-60 mts.

Conectar la entrada del amplificador a la salida de un transceptor sintonizado en la banda de 40 metros, ajustado para una potencia de salida de unos 2 watios en este ajuste inicial; para ello podemos o bien reducir el nivel de modulación al mínimo e ir dando después ganancia, o bien jugar con el mando de POWER en aquellos equipos que dispongan de él , para poner mínima potencia de salida; el cable será de al menos 1 metro de longitud; dejaremos libre la conexión PTT y así se activará el amplificador por Radiofrecuencia; **Atención a las sobreexcitaciones peligrosas imprevistas.** La máxima excitación admitida con el atenuador del esquema es de: 10 a 12 watios eficaces.

Daremos tensión al amplificador con 50 a 52 voltios de alimentación , teniendo previamente ajustado el limitador a una intensidad de disparo de 15 amperios; accionaremos el interruptor frontal: ON y emitiremos desde el transceptor una señal que pueden ser unas palabras en SSB, para que el amplificador comience a dar potencia.

Incrementar la potencia de excitación hasta los 10 ó 12 watios que es la excitación habitual que precisa el amplificador; lo normal es que la corriente de consumo total varíe entre 600 miliamperios y los 8 a 14 amperios ; el consumo a máxima potencia de salida en CW o TUNE , no deberá exceder los 14,5 A , siendo consumos aceptables los comprendidos entre 11 y 14 amperios.

Observar la relación entre consumo de corriente continua del amplificador, y la potencia de RF obtenida; si todo está bien el rendimiento del amplificador rondará entre el 65 y el 70% según las bandas, caso contrario, de tener mucho consumo en continua y poca salida en potencia de RF, significará o bien una auto-oscilación, o un problema en la resonancia del filtro de salida usado en ese momento.

Ir probando el amplificador en otras bandas y comprobar las potencias de salida, para ver el comportamiento de los filtros.

## Nunca cambiaremos la posición del conmutador de filtros con el amplificador en emisión.

Si empleásemos un analizador de espectros podríamos ver que en algunas bandas antes del filtro de salida, el tercer armónico está sólo a  $-13$  dB por debajo de la frecuencia fundamental, lo que representa más de 28 vatios a eliminar sobre el monto total de vatios eficaces disponibles, de ahí que algunas bobinas de los filtros puedan templarse – los condensadores no tienen que calentarse NUNCA -, pues caso contrario indicarían que no son aptos para esta potencia de RF.

Con el conjunto de filtros que se emplean en ésta versión, se logra una reducción de al menos  $-52$  dB de armónicos en los casos mas desfavorables, siendo lo habitual valores comprendidos entre  $-55$  a  $-65$  dB según bandas.

Como el presente montaje está desarrollado a partir de otras versiones anteriores, existe una práctica constructiva que indica que utilizando este esquema como referencia, puede haber casos en los que debido a las tolerancias de los componentes, o a las calidades de las ferritas, sean precisos retoques de última hora para optimizar el rendimiento del amplificador, pero serán casos puntuales.

Los transistores que se usan en este proyecto son tan resistentes, que un único sistema de protección, actúa lo mismo frente a ROE elevada, que causa un fuerte incremento en el consumo de los Drain, como también frente a avalanchas de consumo, como sucede en los errores de uso del filtro de salida de RF;

La protección frente a elevación de temperatura, consiste en una resistencia NTC ubicada en contacto con uno de los transistores; en caso de elevación térmica, se reduce la polarización de gates, disminuyendo la potencia de salida y rebajando el consumo de tal manera que pueden llegar a quedar los transistores con una tensión de gate cercana a la de corte.

Es muy recomendable no exceder de una ROE superior a 1,8 a 1 en antena a plena potencia, aunque éstos transistores pueden llegar a soportar ROE elevada sin problemas; el autor emplea este amplificador junto a un acoplador modificado con un apilamiento de dos toroides tipo T-200-2, para adaptar impedancias en aquellas bandas en las que la antena presenta una relación de onda estacionaria superior a la citada.

### Consideraciones finales:

Previa modificación del atenuador de entrada, es posible excitar este amplificador con potencias menores de 5 vatios, para alcanzar la máxima salida en cualquiera de las bandas de trabajo, o por el contrario, incrementando la atenuación, poder excitarlo con potencias mayores.

Una vez concluidos los ajustes, y dejado el amplificador en servicio, el consumo habitual para máxima potencia no deberá sobrepasar los 14,5 amperios a 52 voltios en SSB, para mantener una adecuada relación consumo / salida RF; el limitador de intensidad deberá quedar ajustado para el corte a 15 – 15,5 amperios.

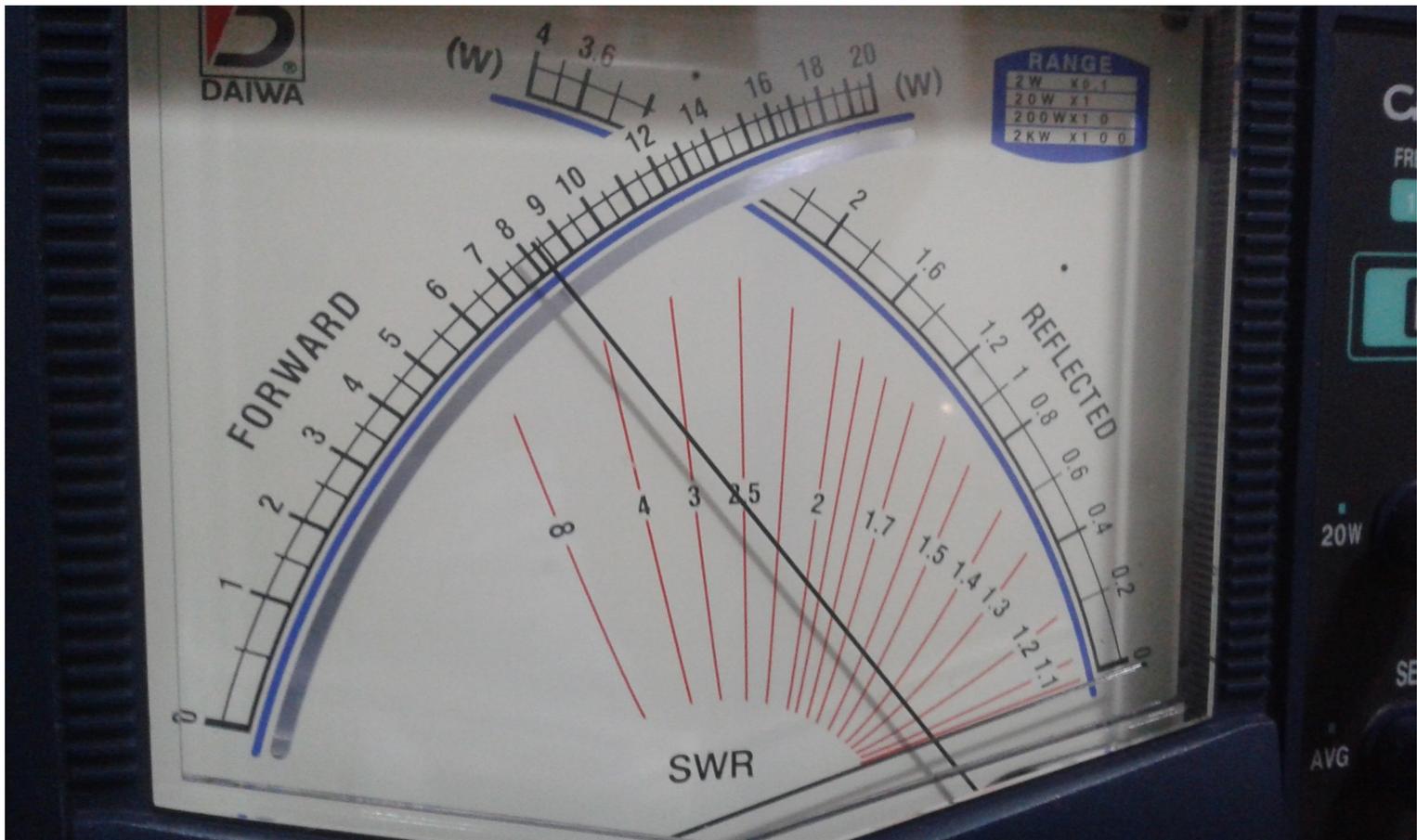
ST como fabricante del transistor SD-2943, indica en su Data Sheet, una potencia de salida mínima de 350 vatios de RF, y una disipación de 648 vatios en servicio continuo y con ROE, pero nosotros lo vamos a utilizar en servicio intermitente y en clase lineal, por lo que nunca alcanzaremos esa potencia ni aún en los picos de modulación en la modalidad de SSB; **RECUERDE: En los modos digitales, y en CW / AM / FM, la potencia debe reducirse a 350 vatios eficaces como máximo, equivalentes a 490 vatios de pico.**

Cada transistor SD-2943 admite 43 Amperios de corriente de Drain, y tiene unas capacidades de entrada y salida internas muy aceptables compatibles con adaptaciones de impedancias sencillas, junto a una ganancia media de  $+23$  dB a 30 Mhz, de ahí sus reducidas necesidades de excitación; en este montaje, la corriente de Drain es de unos 6 a 7 amperios por unidad, por lo que los dos transistores trabajan muy descansados.

A diferencia de los montajes con válvulas, los circuitos transistorizados de potencia para RF, requieren la adopción de precauciones en grado extremo, para evitar la destrucción catastrófica de los mismos, aunque éstos transistores son muy robustos.

El conexionado del relé de Bias o Gates de 5 voltios, pueden diferir de lo aquí mostrado, en función del patillaje de cada modelo, por lo que habrá que adaptarse a cada tipo específico de relé.

Mediante la salida: PTT podremos conectar el amplificador al relé de activación de lineales en nuestros transceptores, caso contrario el amplificador se conectará y desconectará automáticamente según estemos hablando, siguiendo el ritmo de nuestra voz con un pequeño retardo, para evitar el tableteo del relé de antena.



**Fig 18: Potencia de salida: 800 wts de pico en SSB sobre una carga artificial de 50 Ohms.**

Los transistores de potencia MOSFET tipo SD-2943, a fecha de hoy nuevos, cuestan entre 25 y 50 Euros por unidad; se pueden comprar por Internet, en: e-Bay o en AliExpress, aunque hay otros vendedores puntuales.

Conviene cerciorarse del origen de los transistores, para que sean del mismo lote, es decir: **Pareados y genuinos**, porque existen en el mercado numerosas falsificaciones; unas directamente no funcionan, y otras sólo llegan a amplificar en frecuencias bajas, sin tener ganancia en las frecuencias más altas.

**Este montaje no es para principiantes, si no para quién ya tenga alguna experiencia en montajes de RF con transistores .**

Téngase en cuenta, que este proyecto es Low-Cost, y que todos los componentes empleados, salvo los transistores de potencia de Radiofrecuencia, son materiales usados y reciclados incluyendo la caja, que procede de un antiguo amplificador de potencia media para VHF marca Lunar con transistores bipolares, del año 1980.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a: Jesús EA2-WM , Luis EA2-WL y a Jesús EA1-IRJ por sus apoyos morales y materiales, así como a todos aquellos radioaficionados que en más de 42 países , han acometido la construcción de anteriores proyectos en los que se basa éste amplificador, a lo largo de los últimos nueve años, y que me han hecho llegar sus ideas y experiencias.

Si está interesado en realizar el presente montaje, o tiene alguna duda, consulte mediante correo electrónico al autor sobre las posibles nuevas versiones o mejoras en: [ea1ko@hotmail.com](mailto:ea1ko@hotmail.com)

Ponferrada ( León-España ) : 15 de Abril de 2018