

AMPLIFICADOR DE 500 WATIOS PARA HF , 6mts ó 2 m

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

Versión 7 b, complementada con 24 fotografías

Presento el montaje de un amplificador capaz de proporcionar una potencia de salida útil de 300 watos en CW y de 500 watos de cresta de envolvente en SSB, con el uso de un par de transistores que pueden estar contenidos en una sola caja, caso de los tipos 2SC2932, BLF278, MRF151G, o por el contrario en unidades separadas como los MRF 151, dentro de las bandas de 1,8 a 150 Megaciclos; **para el funcionamiento en AM no se deberán de exceder los 150 watos de salida.**

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

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

Con arreglo a esta plantilla, será preciso cortar los huecos necesarios para alojar el transistor o los transistores , los reguladores monolíticos de tensión y la resistencia de disipación del atenuador de 250 watos, ésta última únicamente en el caso de desear excitar el amplificador con mas de 50 watos, si no , vale otra de menor wataje.

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.

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 de 96 ° 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.

Finalmente colocar también silicona en su base y atornillar el transistor o 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.

Fijada la placa al refrigerador, y atornillados los elementos anteriores, podemos proceder a colocar el relé de antena que irá soldado sobre las isletas, dejando sobrante de pistas suficientes como para que a posteriori podamos soldar los cables coaxiales; ahora habrá que mecanizar la caja, los agujeros para los conectores etc.

En este proyecto, los cables coaxiales utilizados son especiales de teflón, pero se pueden reemplazar sin ningún problema por RG-303 ó RG-223 , e incluso RG-58 de buena calidad. Paulatinamente se irán colocando todos los componentes restantes, dejando para lo último la colocación del balun de salida.

El balun en el caso de que el amplificador sea para uso en HF , estará confeccionado con núcleo de ferrita, mientras que los destinados a amplificadores de 6 mts y 2 mts no llevan ferrita siendo muchos mas sencillos y pequeños; en las fotografías se muestra la confección de los balun y los circuitos de salida para cada banda.

El amplificador para HF , emplea una ferrita binocular con medidas indicadas en las fotografías y dibujos, que procede del desguace de un transeptor Kenwood TS-450 ; también se puede hacer con cilindros de ferrita por separado; las ferritas se pueden conseguir por Internet en [Communication Concepts Inc de Ohio USA \(www.communication-concepts.com\)](http://www.communication-concepts.com) ; son de material tipo 43, con coeficiente de permeabilidad 850.

La protección contra ROE, tanto en HF como en VHF ,consiste en una pequeña placa que muestrea la presencia de ROE en la salida del amplificador, enviando una tensión de control a la base de un transistor BD-135, que se encargará de bajar la tensión de Gates , reduciendo drásticamente la potencia de salida del transistor MOSFET, evitando su posible destrucción; el circuito protege eficazmente el transistor frente a desadaptaciones de antena; otra salida de la placa se lleva a un instrumento frontal para medir la potencia de salida en cada momento.

Colocado en su lugar el balun de salida, se le soldarán los extremos de las mallas a los drain, y los vivos a masa y a la isleta de salida de RF con destino a los filtros de RF.

Si el amplificador es para 6 mts o 2 mts, se colocará el balun en forma de letra “ U “ que es común, y únicamente cambiará la bobina del circuito de salida; en estos casos, no hace falta disponer de conmutador de filtros porque la salida está sintonizada, y los armónicos suprimidos mas de -45 dB; se hará una conexión directa entre la salida del circuito de adaptación y el relé de antena, con un trocito de cable coaxial.

Colocar en la parte superior del refrigerador un ventilador de 12 x 12 centímetros a 12 voltios y conectarlo de forma que el flujo del aire incida sobre su superficie.

Para HF, no olvidar colocar el conmutador de bandas con el puente de Directo hecho; la placa de filtros se colocará después de realizar los ajustes de corrientes de reposo y consumo, en una última fase de montaje.

Cuidado con el manejo del transistor, que al ser del tipo MOS, es sensible a las descargas estáticas. Suponiendo que no nos hemos equivocado en ningún componente, podemos pasar a la fase de ajuste electrónico.

Ajuste común a todos los tipos de amplificadores:

Es muy importante disponer de una buena fuente de alimentación, que tenga un sistema de protección frente a sobrecargas y que se inhiba con corrientes superiores a 14 amperios; eso asegurará la supervivencia de los transistores frente a maniobras no deseadas o errores de ajuste.

La fuente proporcionará una tensión comprendida entre 30 y 43 voltios bajo carga, aunque para hacer los primeros ajustes puede resultar de utilidad el disponer de únicamente de 30 o 35 voltios.

Se ha reducido la tensión de alimentación frente a anteriores versiones, pasando de 50 a 43 voltios, para dar más estabilidad al montaje, sin pérdida de potencia de salida.

Antes de suministrarle tensión al amplificador por primera vez, nos cercioraremos 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 el transistor o transistores estarán al corte y sin consumo; después desoldar el extremo del choque de RF que va a la isleta de los diodos protectores y del condensador electrolítico de 470 uF / 100 Voltios.

Entre los + 30 ó + 35 voltios que pretendamos aplicar, y el extremo desoldado del choque de RF , insertar un téster medidor en una escala capaz de medir 500 miliamperios ; dar tensión al amplificador , accionar ON y poner a masa el conector PTT sin ninguna señal de RF en la entrada , ir regulando LENTAMENTE el potenciómetro de polarización de Gates hasta lograr que fluya una corriente de Drain de 200 miliamperios.

Estarán iluminados los diodos LED Verde y Rojo ; el ventilador estará girando suavemente, y midiendo la tensión de gate en el punto que se indica en el esquema, ésta será de 3 voltios o muy cercana.

Apagaremos la fuente de alimentación, volveremos a soldar el choque de RF en su lugar y ahora insertaremos un amperímetro con alcance de al menos 15 amperios en serie con la alimentación que estemos usando, para poder visualizar en todo momento lo que nos va a consumir el amplificador en su conjunto.

Ajustes específicos para amplificadores de HF:

Colocar en la salida del amplificador un watímetro que al menos mida 300 vatios y una carga artificial de 50 ohmios , que soporte esta potencia; el mando selector de filtros de salida RF estará en posición DIRECTO.

Conectar la entrada del amplificador a la salida de un transceptor que sea capaz de entregar una potencia no superior a 25 vatios en este ajuste inicial; para ello podemos o bien reducir el nivel de modulación a mínimo e ir dando después ganancia, o bien jugar con el mando de POWER en aquellos equipos que dispongan de él , como es el caso del TS-450 que yo empleo con este amplificador para poner mínima potencia de salida; el cable será de 1 metro de longitud; dejaremos libre la conexión PTT para que se active por Radiofrecuencia.

Daremos tensión al amplificador – manteniendo los 30 ó 35 voltios de alimentación -, accionaremos ON y emitiremos desde el transceptor una señal que pueden ser unas palabras, para que el amplificador comience a dar potencia.

Incrementar la potencia de excitación hasta 25 o 30 vatios; una banda apropiada para estos ajustes puede ser la de 14 megaciclos, por aquello de ser el centro más o menos de la banda cubierta por el amplificador.

Lo normal es que la corriente de consumo total varíe entre 400 miliamperios o algo más y los 8 hasta 12 amperios, según la tensión empleada.

La potencia de salida oscilará según la tensión que le estemos aplicando; con 30 voltios la salida será superior a 150 vatios; con 38 voltios superará los doscientos cincuenta vatios y con 43 voltios sobrepasará los 300 vatios. Tensiones de alimentación superiores, no producirán mas potencia de RF, y si un mayor calentamiento.

Esta potencia es la potencia total del dispositivo, es decir se trata de la potencia útil en frecuencia fundamental, mas todos los armónicos, en particular el tercero que es el de mayor amplitud y el mas dañino para el espectro radioeléctrico; anotar las potencias conseguidas; apagar la fuente y desconectar el amplificador para ultimar el montaje de la placa de filtros.

Colocarle la placa de filtros en su lugar, por encima de la placa base y al lado del conmutador de banda, usando cuatro espaciadores de latón que se soldarán a la placa base; esto se deja para este punto a fin de poder maniobrar sobre el ajuste de la tensión de gates, que queda justo debajo de la placa de filtros, y que si estuviera colocada no sería accesible; no hay disponibles filtros internos para la banda de 1,8 Mhz; hacer todas las conexiones al conmutador lo mas cortas posibles con cable normal de 1,5 mm de sección forrado de plástico.

Una vez listos los filtros, colocar el acorde a la frecuencia bajo prueba, en este caso insertar el filtro 14-21 Mhz y repetir los pasos anteriores, comprobando que la potencia desciende al menos un 6 % con referencia al valor sin filtro; esto significa que el tercer y quinto armónico están por debajo de los –45 dB.

Lo mismo tiene que pasar en el resto de las bandas; si la diferencia de potencia es muy apreciable – caída superior al 15% - significa que hay que optimizar los valores de los condensadores del filtro que estamos probando.

Conclusión: Los filtros SIEMPRE producirán una potencia de salida inferior a la que podamos medir cuando el conmutador de filtros esté en directo, porque el watímetro no entiende de armónicos, únicamente ve una energía conjunta formada por señales deseadas y no deseadas, productos de la amplificación.

Si empleamos un analizador de espectros veremos que en algunas bandas, el tercer armónico está sólo a -12 dB de la frecuencia fundamental, lo que representa una energía considerable sobre el monto total de 300 watios disponibles, de ahí que algunas bobinas de los filtros lleguen a calentarse – 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 el proyecto, ampliamente ensayados, se logra una reducción de al menos -45 dB de armónicos en los casos mas desfavorables, siendo lo habitual valores comprendidos entre -48 a -60 dB según bandas.

Como el presente montaje está desarrollado a partir de 6 versiones anteriores, existe una práctica constructiva que indica que utilizando este esquema como referencia, puede haber casos particulares debido a las tolerancias de los componentes, o a las calidades de las ferritas, que precisen retoques de última hora para optimizar el rendimiento del amplificador, pero serán casos puntuales.

Para protección contra ROE y medida de potencia de salida, se emplea un toroide pequeño, que muestrea las ondas estacionarias de la antena, tanto en HF como en VHF, y en función de las mismas, envía una tensión a la base de un transistor BD135 que se encarga de controlar la ganancia del amplificador, como ya se mencionó. Hay que ajustar el medidor, para que empiece a reducir la potencia de emisión a partir de una ROE de 1,5 aproximadamente, con la ayuda del potenciómetro de ROE en el módulo detector; el otro potenciómetro regulará la sensibilidad del medidor de potencia en el frontal del amplificador.

Es muy recomendable no exceder de una ROE superior a 1,5 a 1 en antena a plena potencia; 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 mi antena tipo W3DZZ presenta una relación de onda estacionaria superior a la citada.

Ajustes específicos para amplificadores de 6 y 2 mts:

Después de haber realizado los ajustes comunes a todos los amplificadores como se ha descrito, con la corriente de reposo y la tensión de polarización correctas, conectar a la entrada del amplificador la salida de un transceptor de la banda deseada – 6 ó 2 metros – en FM y un watímetro adecuado a las frecuencias, junto con una carga artificial que soporte 300 watios; el cable de conexión será de 90 Centímetros de longitud. Para este ajuste podremos emplear una tensión del orden de 30 voltios; dejar libre la conexión PTT.

Conectar en serie con la fuente de alimentación un amperímetro que alcance al menos 15 amperios; accionar ON y excitar el amplificador con una potencia inicial de 2 a 3 watios y ajustar los condensadores variables de salida a máxima marcación del watímetro; el ajuste se deberá de hacer en el centro de cada banda. Incrementar la excitación hasta los 15 o 20 watios de forma progresiva, hasta obtener unos 140 watios de salida en el watímetro, con un consumo aproximado de 8,5 amperios.

Posteriormente ir incrementando la tensión hasta los 40 voltios de alimentación y retocar si es necesario la sintonía de los condensadores de salida, para alcanzar 300 watios de RF con un consumo de unos 12 amperios.

Atención a las posibles quemaduras de RF en los dedos, utilizad siempre ajustables aislados.

No exceder la ROE de 1,5 a 1 en antena a plena potencia; si esto sucede se deberá emplear un sistema de adaptación de antena adecuado, o no sobrepasar los 100 watios de salida.

Este artículo está complementado con 24 fotografías y dibujos, que indican la disposición de elementos y la práctica constructiva del proyecto.

Consideraciones finales:

Hay que reseñar, que el montaje admite todo tipo de modificaciones, y que no tiene elementos críticos, por lo que cabe el añadirle la impronta personal de cada constructor.

Previa modificación del atenuador de entrada, es posible excitar este amplificador con potencias del orden de 2 vatios o incluso menos, para alcanzar la máxima salida en cualquiera de las bandas de trabajo.

Se observa una ligerísima disminución de la potencia de salida según se baja la frecuencia de uso, debido a las características propias de estos transistores, que en principio han sido diseñados para frecuencias altas.

Recordemos que los fabricantes indican la potencia de salida nominal de 300 vatios de RF en servicio continuo en clase C, pero nosotros los vamos a utilizar en servicio intermitente y en clase AB1, por lo que podremos mantener esa potencia y aún superarla, utilizando el transistor durante breves periodos de tiempo como sucede con la modalidad de SSB; en AM la potencia útil se reduce a la mitad.

Hay amplia experiencia en este tipo de montajes por parte del autor, que ha llegado a sumar 4 módulos como el que se ha descrito, para HF con el empleo de un repartidor y un combinador de cuatro puertas, llegando a obtener una potencia de salida de 2.300 vatios de pico de envolvente.

También han construido un amplificador para HF y otro para VHF con dos módulos sumados que proporcionan 1.100 vatios de pico en SSB o 600 vatios en FM, pero la experiencia indica que en condiciones de propagación adversa, es igual emplear 100 vatios de salida que 1.000.

El resultado práctico en HF, es que una vez superados los 300 vatios de salida, el incremento de señal captada por nuestros correspondientes es muy pequeño en comparación con la energía adicional aplicada a la antena; me explico: en condiciones medias de propagación con 80 vatios de salida, nuestro correspondiente de radio, nos puede estar escuchando por ejemplo con señal de 5-7; al poner 300 vatios nos escuchará con 5-9 lo que ya es un buen incremento, pero poniendo por ejemplo 1.000 vatios, nos va a recibir con 6 u 8 dB más, lo que no merece la pena, porque hemos aumentado el consumo de energía mucho, en proporción al efecto obtenido.

Hay que pensar que el rendimiento de cualquier amplificador lineal de estas características es de un 50%, lo que significa que obtener una potencia de salida de 300 vatios en RF, supone un consumo de energía eléctrica real superior a los 700 vatios, porque hay que añadir los gastos suplementarios de los componentes asociados al amplificador y sus pérdidas, sin contar el consumo del excitador etc.

La potencia de 200 a 300 vatios es la que mejor relación consumo de energía / incremento de señal proporciona.

Mediante la conexión 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.

Hay montados amplificadores con placas de filtros de salida de RF, recuperadas de desguaces de transceptores viejos; estos filtros ya incorporan el circuito de control de ROE y el de potencia de salida, ahorrando trabajo, y reciclando componentes.

Finalmente quiero resaltar mi agradecimiento a los radioaficionados EA1CEZ, EA7EF, EA1KU, EA7AUL, EA5YP, EA1IB, EA1CKK, EA1EJ, EA1BEE y a todos aquellos que con su amabilidad y paciencia me han pasado controles, o me han aportado sus ideas, porque gracias a ellos he podido mejorar los resultados de este amplificador; cualquier consulta o información complementaria se puede obtener mediante e-mail a: ea1ko@hotmail.com

Ponferrada (León): 1 de Mayo de 2.007

AMPLIFICADOR 500 HF WATIOS EA-1-KO

versión 7B





SALIDA R.F

D 3,5

7

10

14-18

21-28

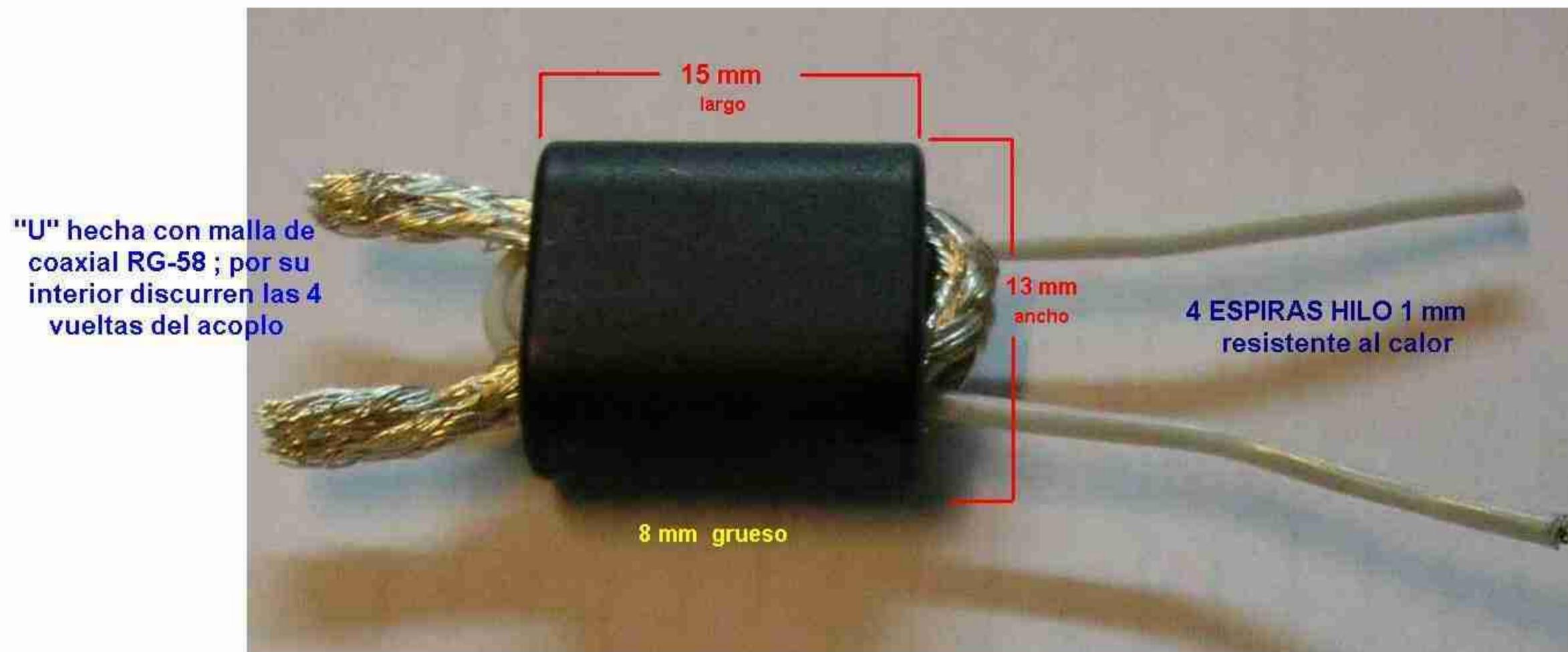
BANDA

ON

TX

ON

OFF



**DETALLES Y MEDIDAS DEL BALUN DE ENTRADA
COMÚN PARA HF - VHF**

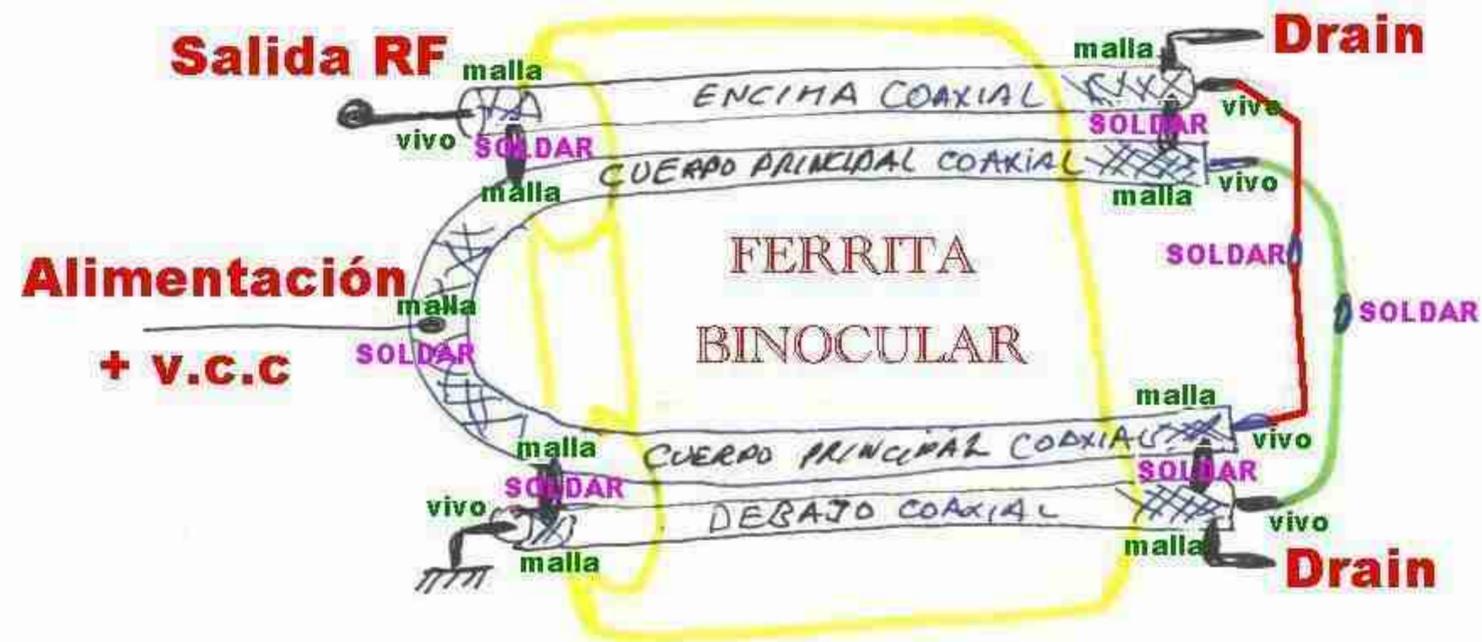
Medidas de la ferrita:

31 mm de ancho, 31 mm de largo, 16 mm de alto.

2 agujeros pasantes de 8 mm separados entre sus centros 17 mm.

Material magnético tipo 43 (www.communication-concepts.com)

RF-1000-0



Longitud cuerpo principal en forma de "U" = 15 Cmts.

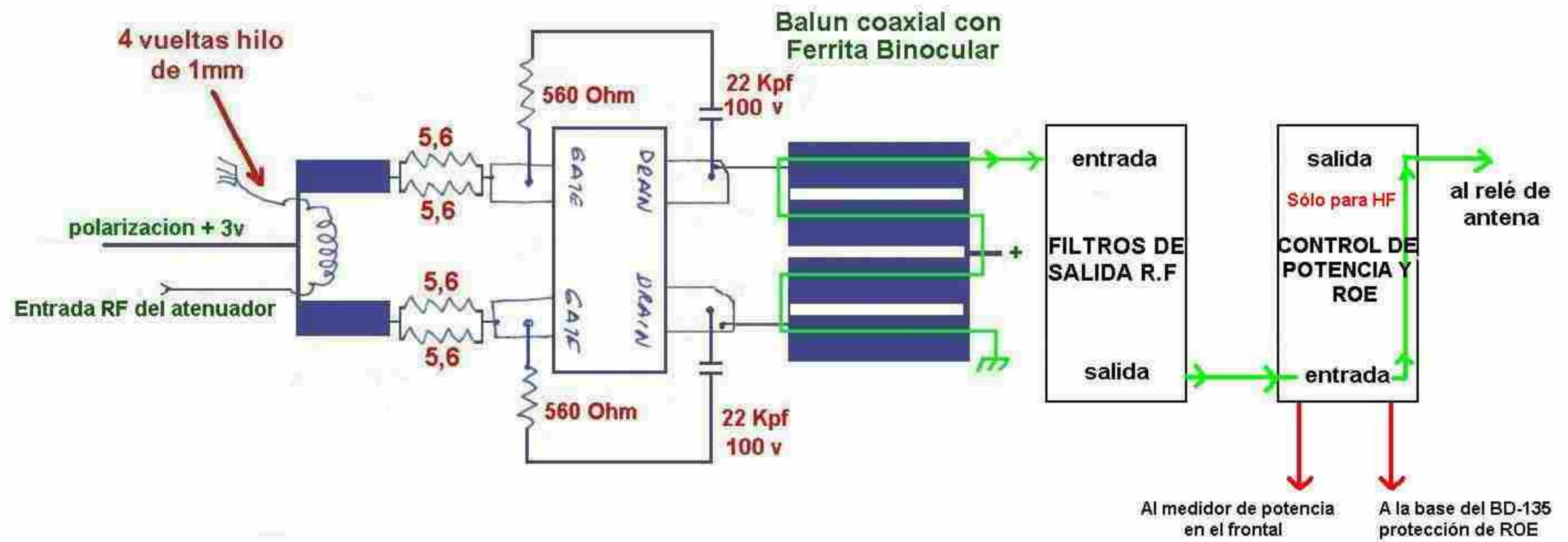
Tramos inferior y superior = 9 Cmts.

Medidas no críticas.

Cable coaxial de teflón RG-303 ó en su defecto RG-223

BALUN 1,6 - 40 Mhz EA-1-KO **relación 1:9**

Para el amplificador HF-500



Los condensadores de realimentación son cerámicos de 100 voltios.

Todas las resistencias son de 2 watos.

AMPLIFICADOR HF EA-1-KO

Circuitos de entrada y salida

Modificaciones respecto a otras versiones anteriores.

06 Enero 2007

sección de coaxial
por encima de "U"



sección coaxial
por debajo de U



salida a filtros

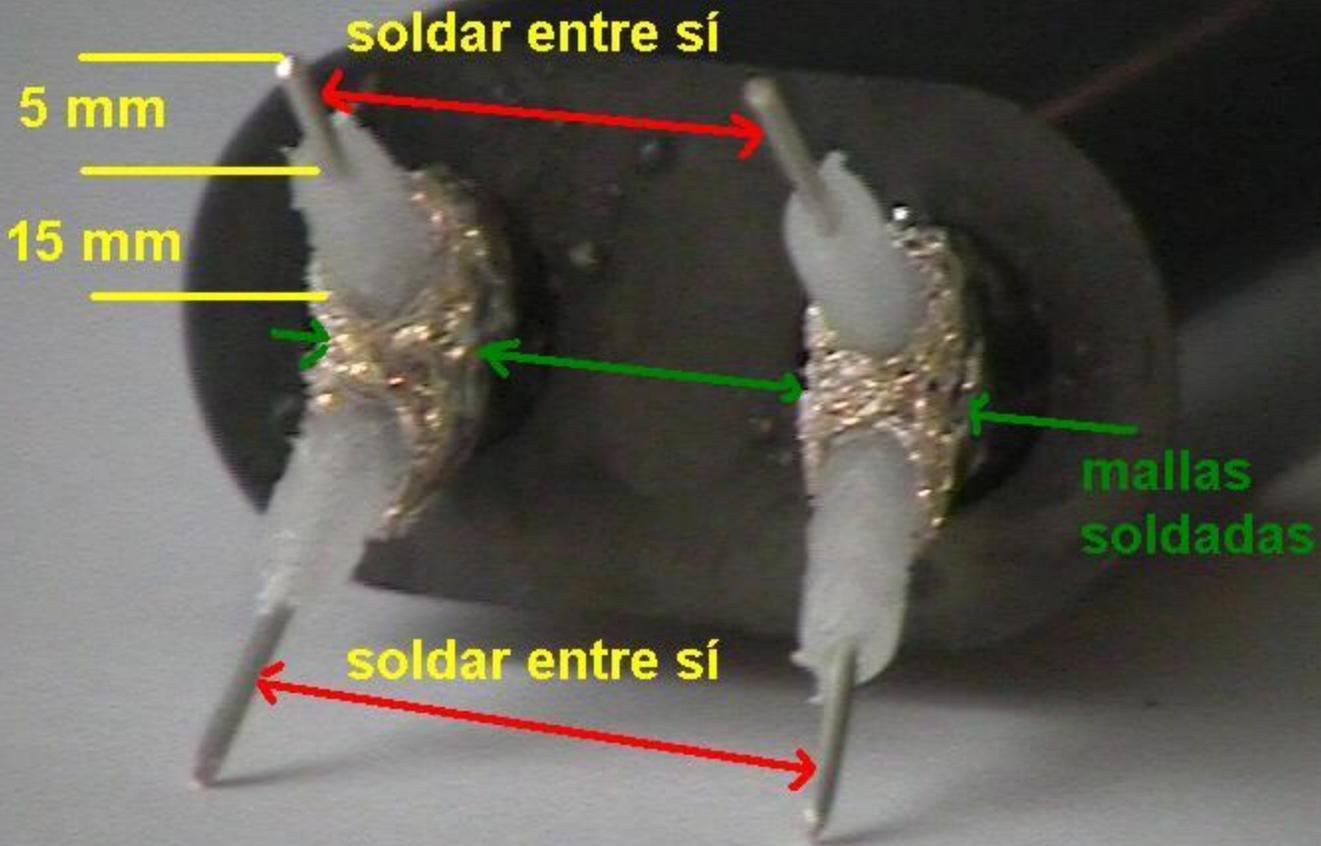


alimentación +



masa

VISTA DEL BALUN POR LA SALIDA R.F



BALUN ANTES DE SOLDAR EL ACOPLO

Longitud del coaxial en forma de "U" : 150 mm

5 mm 15 mm

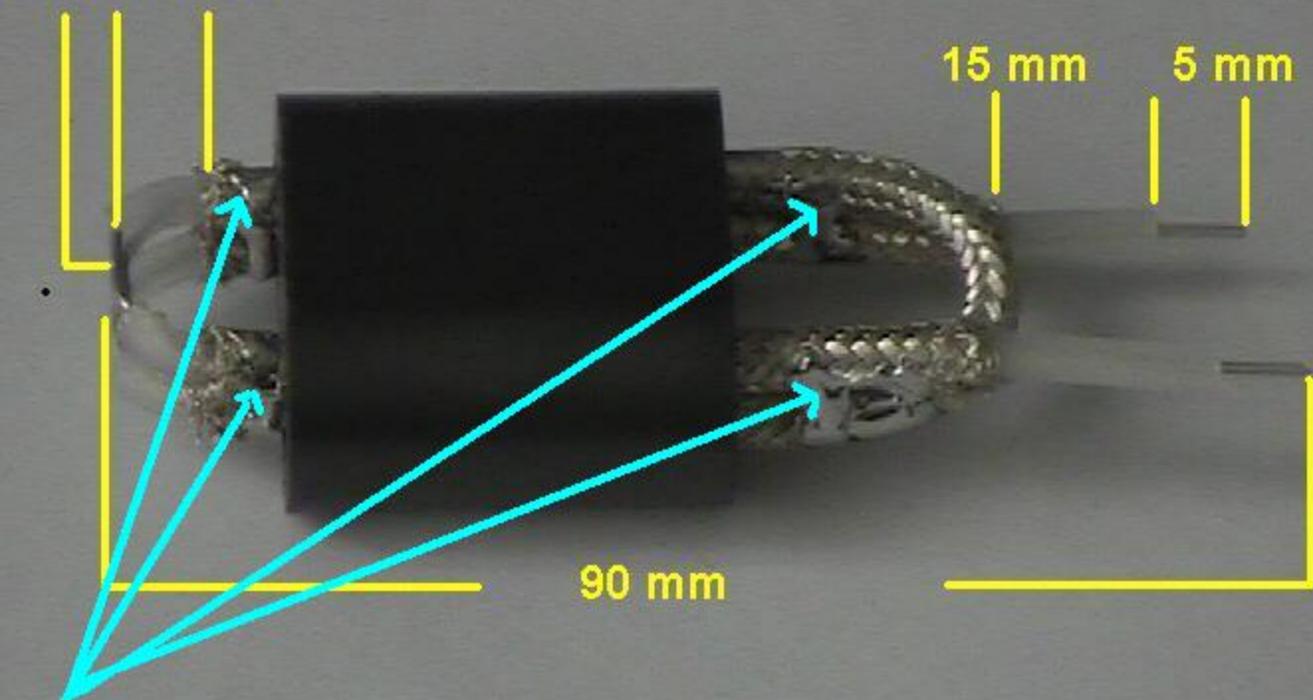
15 mm

5 mm

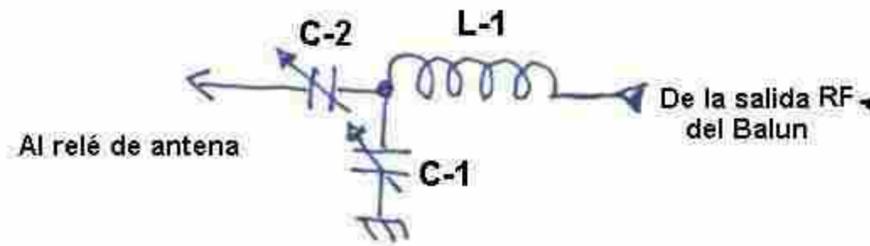
90 mm

mallas
soldadas

BALUN HF TERMINADO



Los componentes de este montaje van alojados en isletas suplementarias aprovechando el espacio disponible, no siendo crítica la disposición.

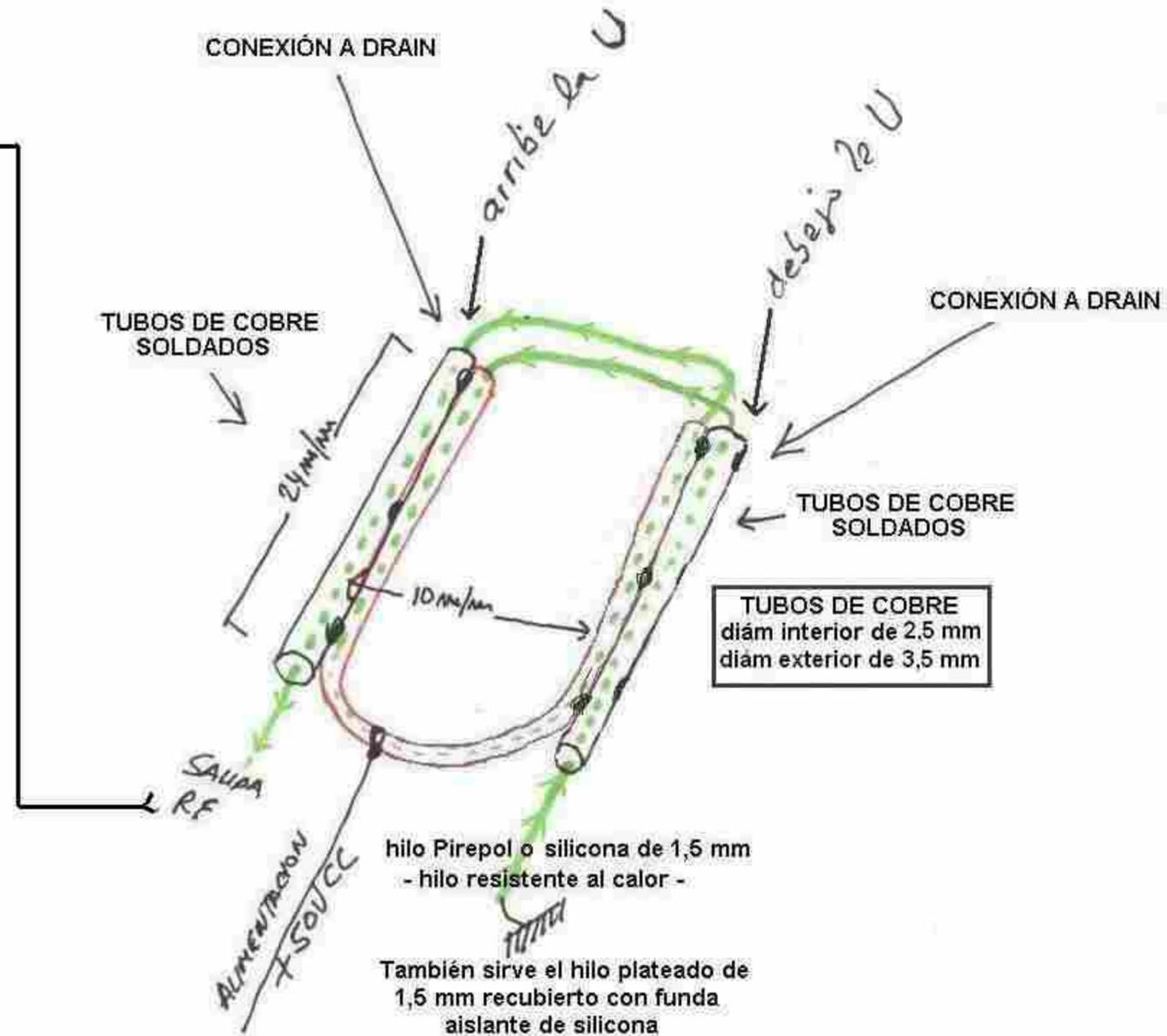


L1= Para la banda de 6 Mts:
6 espiras de hilo de 2 mm con diámetro interior de 18 mm y estirada hasta ocupar 30 mm

L1= Para la banda de 2 Mts:
2 espiras de hilo de 2 mm con diámetro interior de 10 mm y estirada hasta ocupar 12 mm

C-1 y C-2 : condensadores variables de 60 pf a 500 voltios tipo Arco ó Philips

Adaptación de Salida para amplificadores de 6 y 2 metros

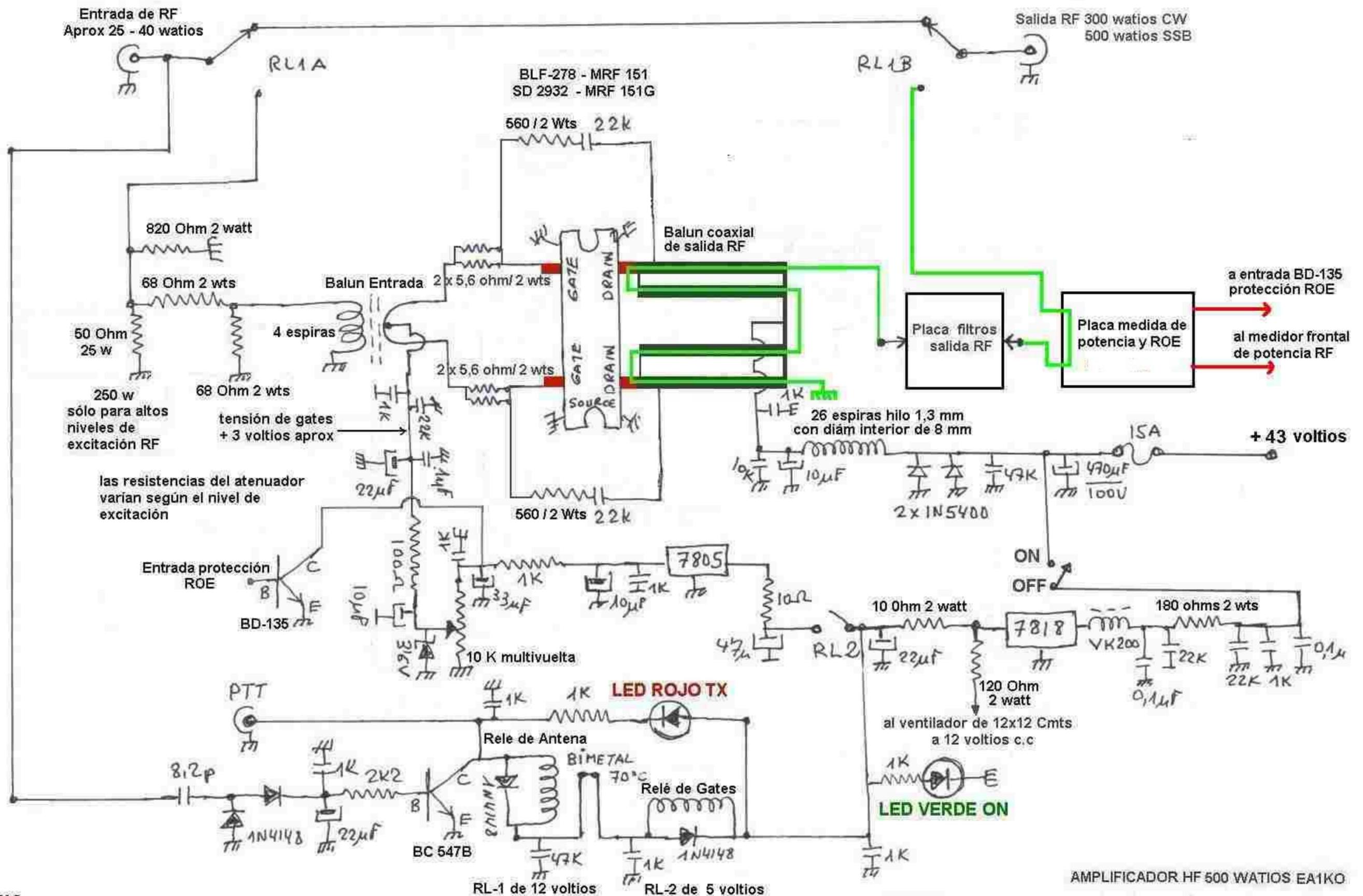


Balun de salida RF para las bandas de 6 ó 2 metros

No lleva núcleo de ferrita

AMPLIFICADOR 500 WTS EA-1-KO

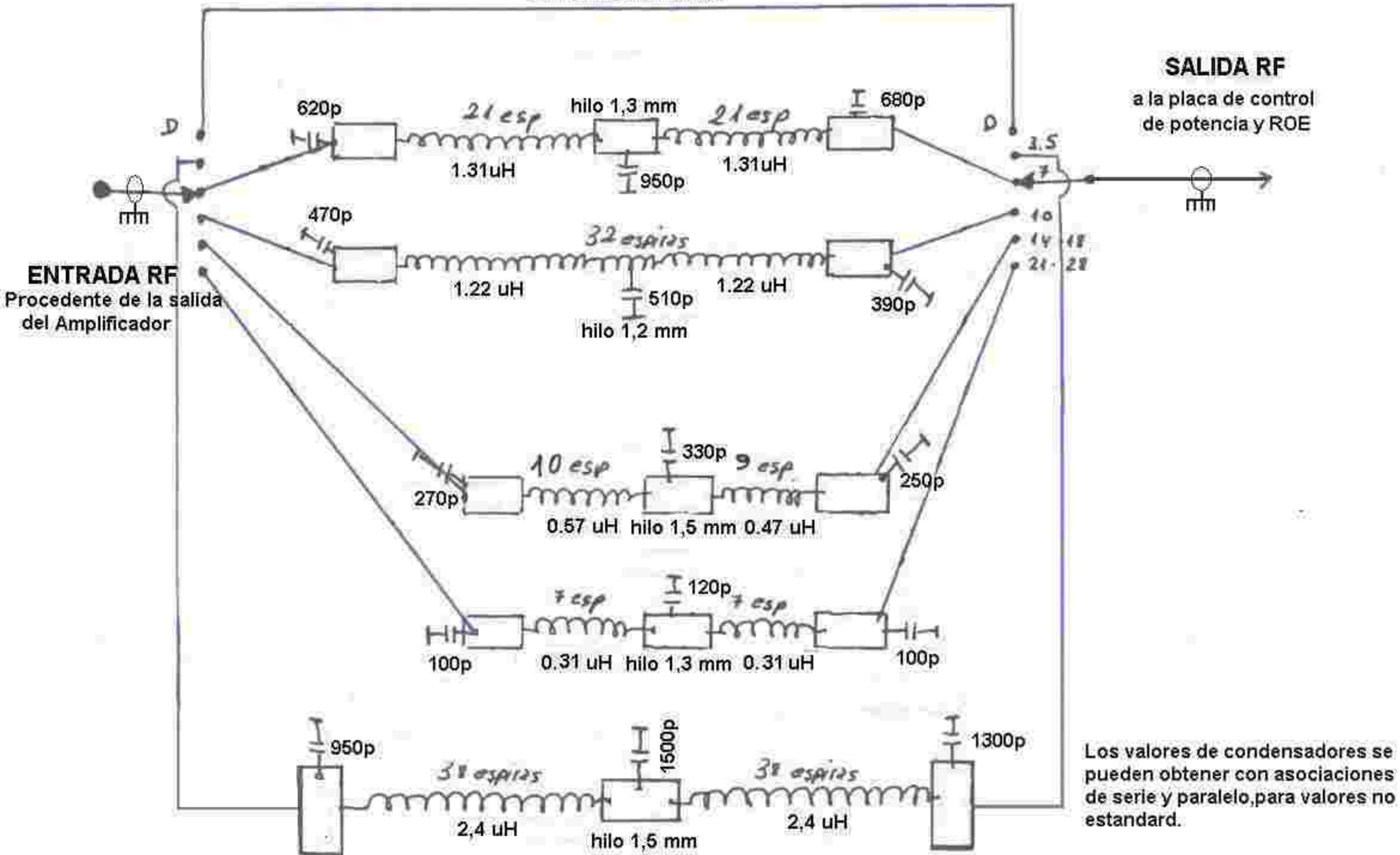
Handwritten signature: CHIRALIS EA1KO



NOTAS:

Tensión de polarización de gates + 3 voltios aproximadamente, para una corriente de reposo en drain de 200 miliamperios
 Antes de poner en tensión el amplificador por primera vez, cerciorarse de que el cursor de la resistencia de polarización de gates esté hacia masa, para poder ir incrementado la tensión hasta el valor correcto poniendo a masa el PTT y sin señal de RF en la entrada

Directo sin filtros



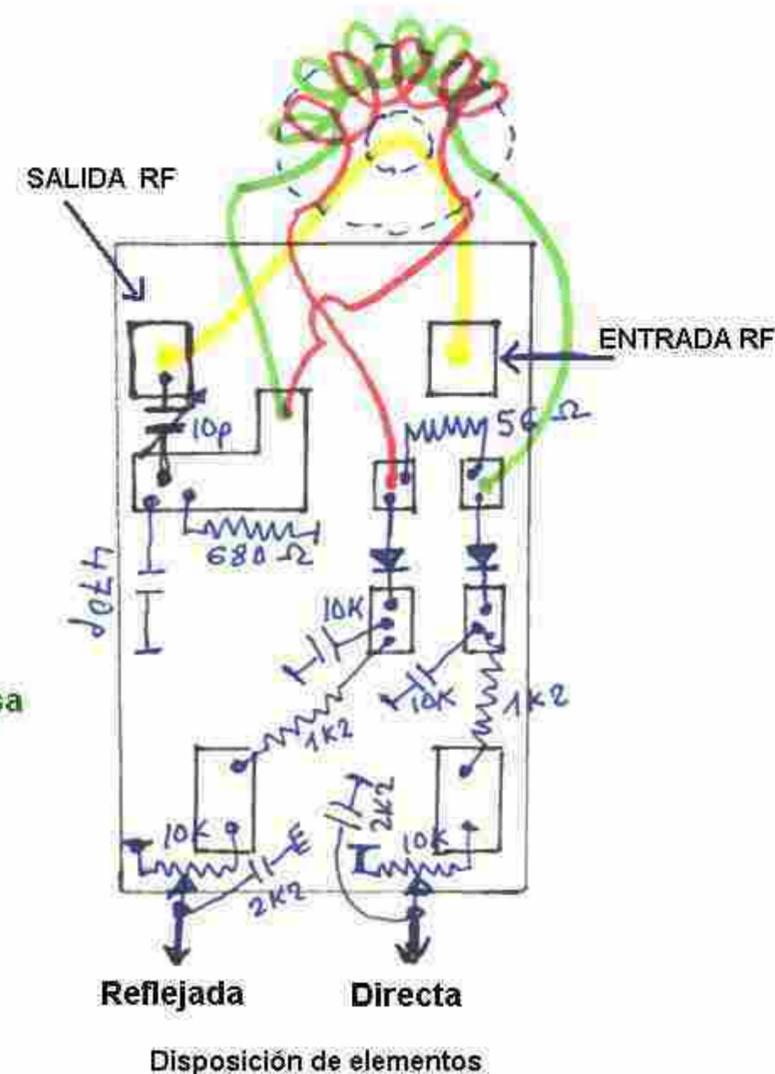
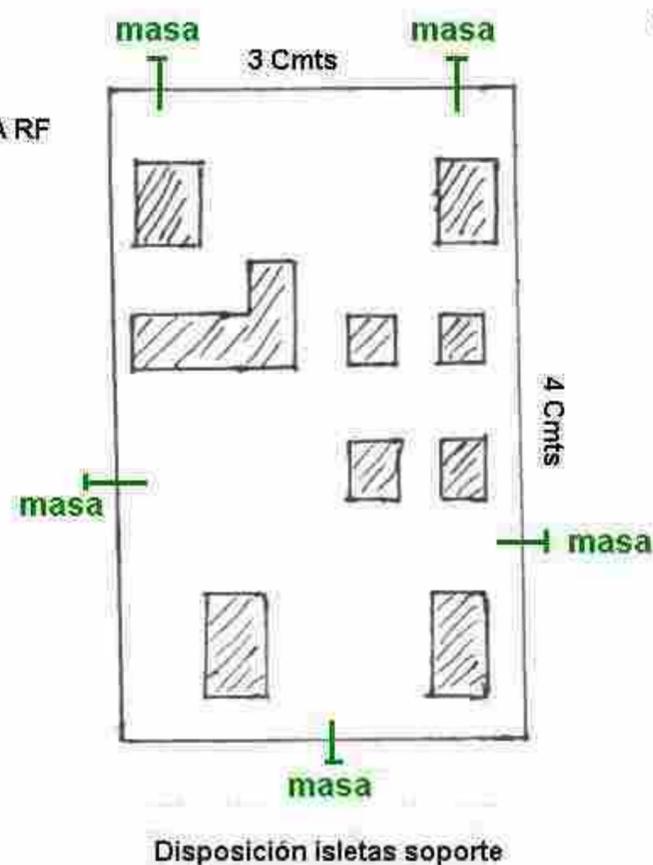
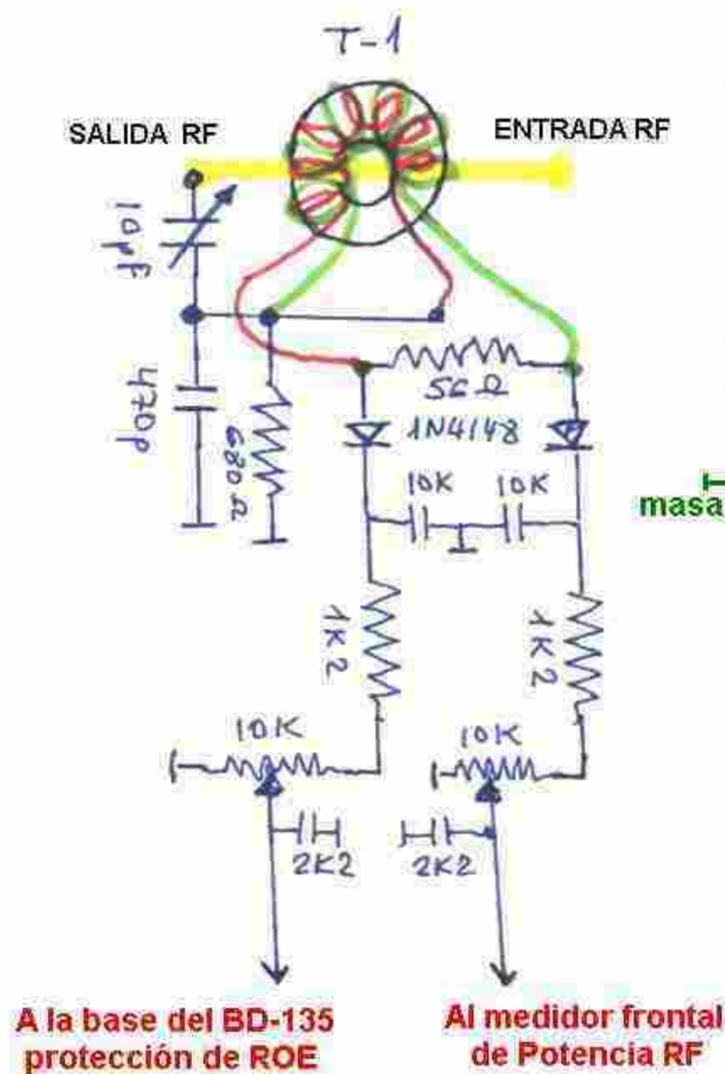
Todas las bobinas son de hilo esmaltado a espiras juntas con diámetro interior de 10 m/m, montadas sobre isletas de placa de circuito impreso pegadas. Todos los condensadores serán de mica o cerámicos tipo NP0 de 500 voltios aptos para RF. La base es placa de C.I de doble cara.



PLACA ACABADA



Toroide
FB-73-2401 ó similar



T-1 : Toroide de 9 mm exterior, 5 mm interior y 5 mm grueso tipo: FB-73-2401 ó similar
10 vueltas bifilares de hilo esmaltado de 0,4 mm
por su interior pasa un hilo de teflón de 1 mm.
las resistencias de 56 y 680 ohmios son de medio watio.
las demás de 1/4 de watio; los potenciómetros son lineales.
No hay medidas críticas

NO OLVIDAR dar masa a la placa del medidor en varios puntos
cuando esté colocada en el lugar elegido.

MEDIDOR de R.O.E
para amplificador 500 w
EA-1-KO

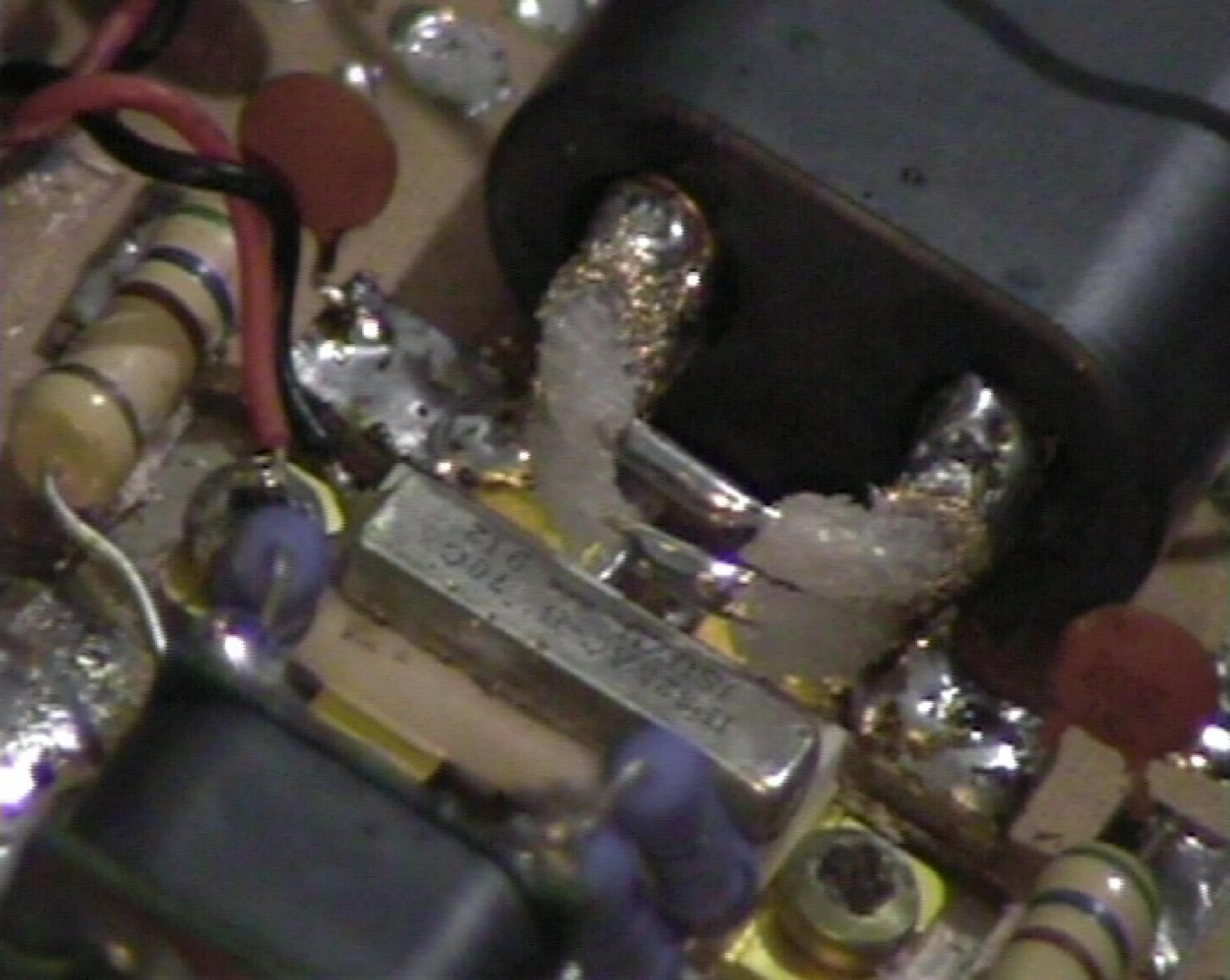
SALIDA R.F

ENTRADA R.F



PLACA DE CONTROL ROE y POTENCIA



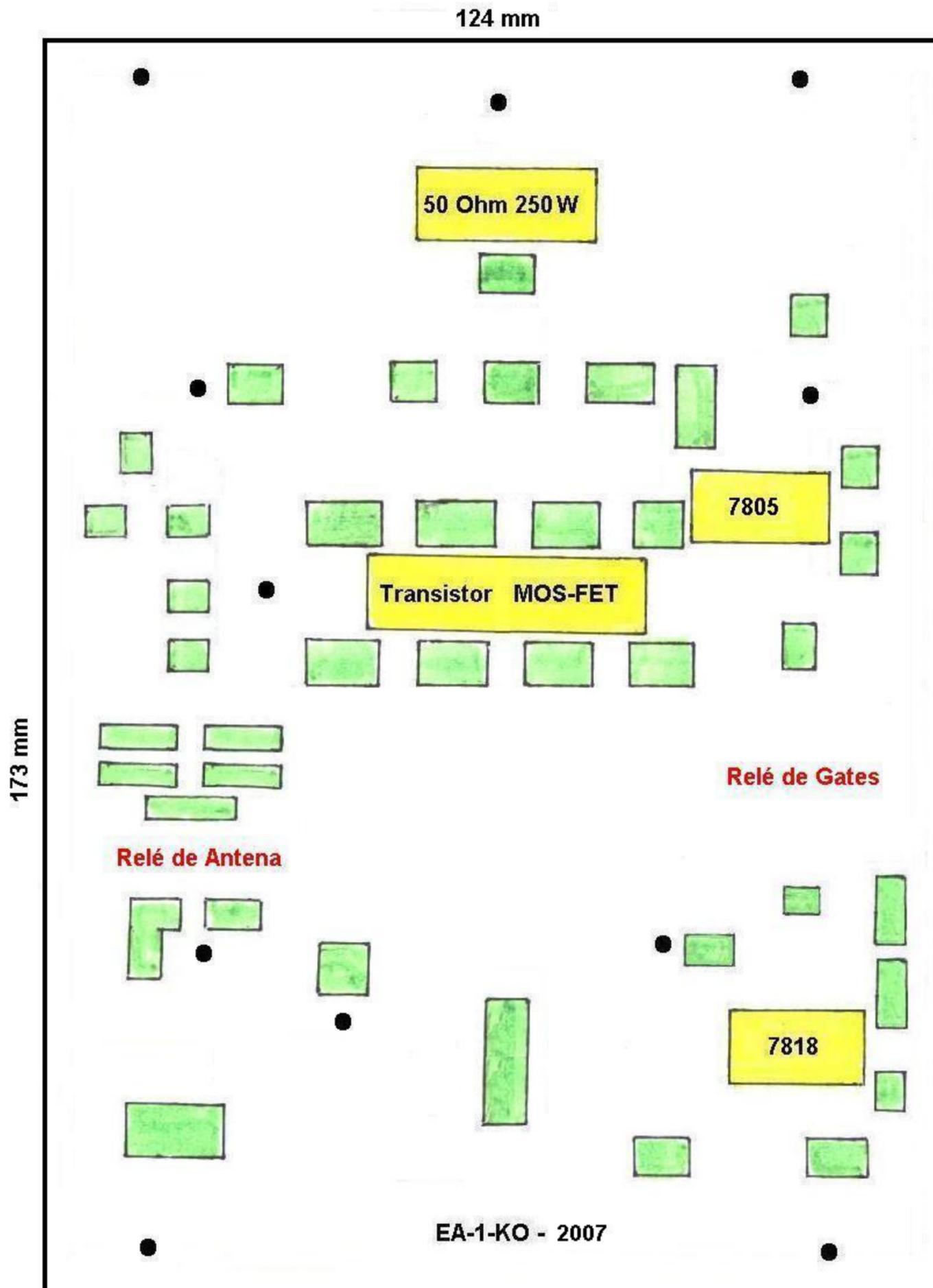


AMPLIFICADOR TRANSISTORIZADO DE 500 WATIOS EA-1-KO

para las bandas de : H.F - 50 Mhz - 145 Mhz

PLACA BASE DE MONTAJE PARA ELEMENTOS COMUNES

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 el transistor 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.

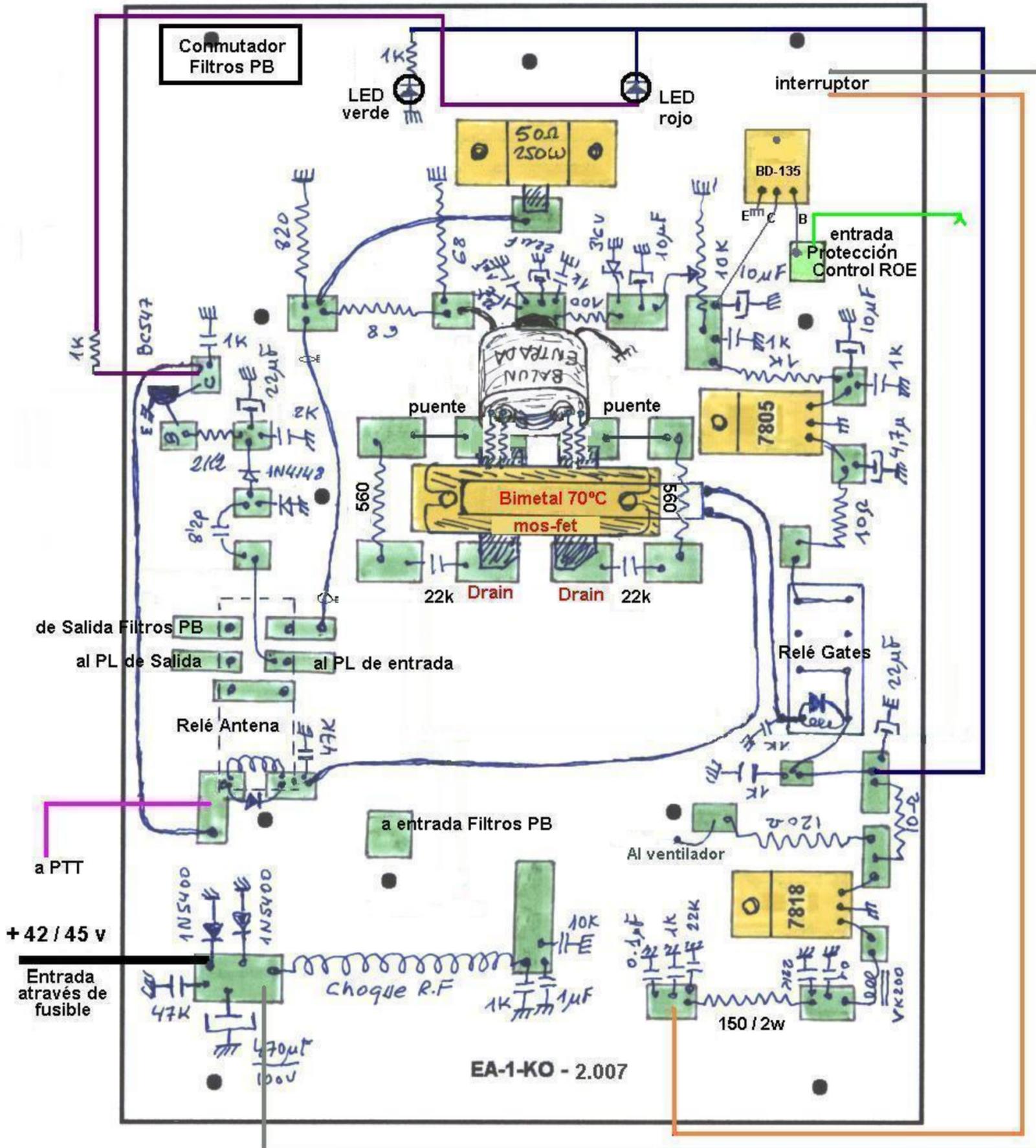
Imprimiendo esta plantilla, saldrá la misma a tamaño real 1:1

AMPLIFICADOR TRANSISTORIZADO DE 500 WATIOS EA-1-KO

para las bandas de : H.F - 50 Mhz - 145 Mhz

PLACA BASE DE MONTAJE PARA ELEMENTOS COMUNES

Este dibujo no está a escala 1:1, es ligeramente mas pequeño.



Plantilla con la disposición de los componentes comunes a todos los amplificadores, quedando únicamente por determinar el tipo de balun de salida y sus elementos asociados.

CONMUTADOR DE
FILTROS

LED
ON

LED
TX

INTERRUPTOR
ON-OFF

AJUSTE MEDIDOR FRONTAL

FILTROS 80 METROS

FILTROS 40 METROS

FILTROS 30 METROS

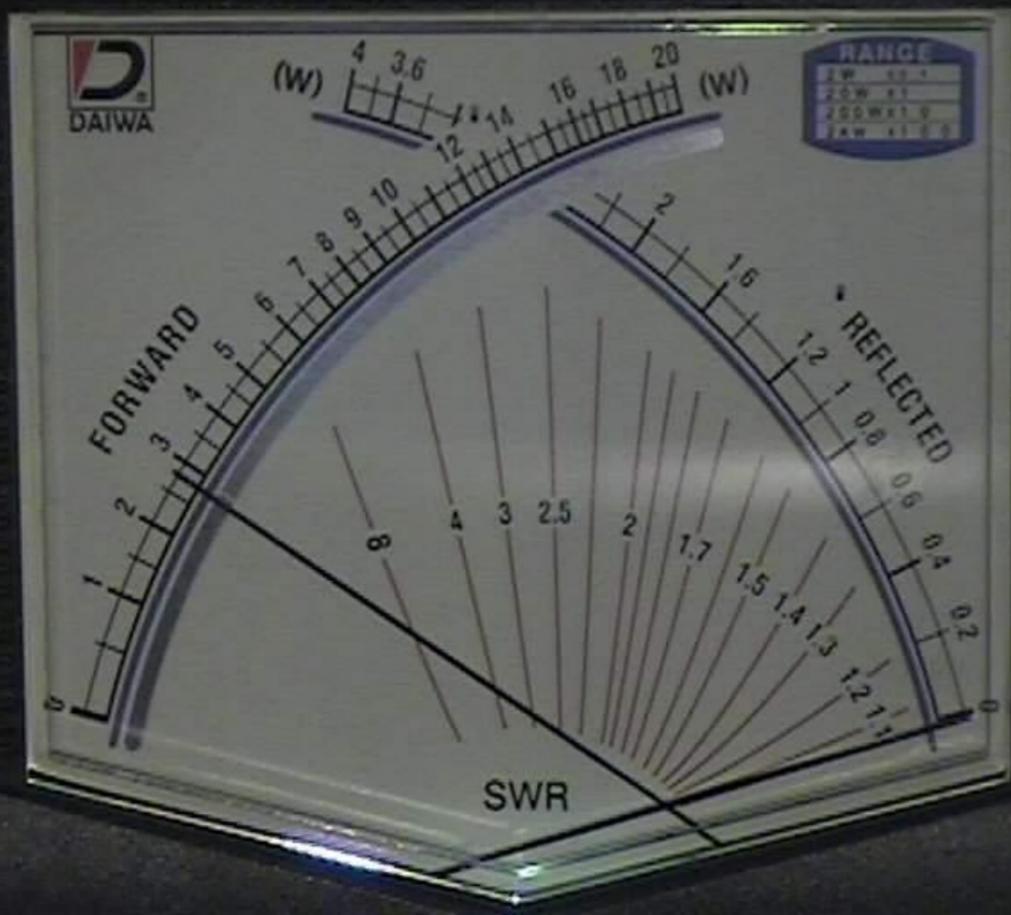
FILTROS 21-24-28
Mts

FILTROS 20-18 Mts

RELÉ DE ANTENA

RELÉ DE GATES

POTENCIA DE SALIDA RF en CW

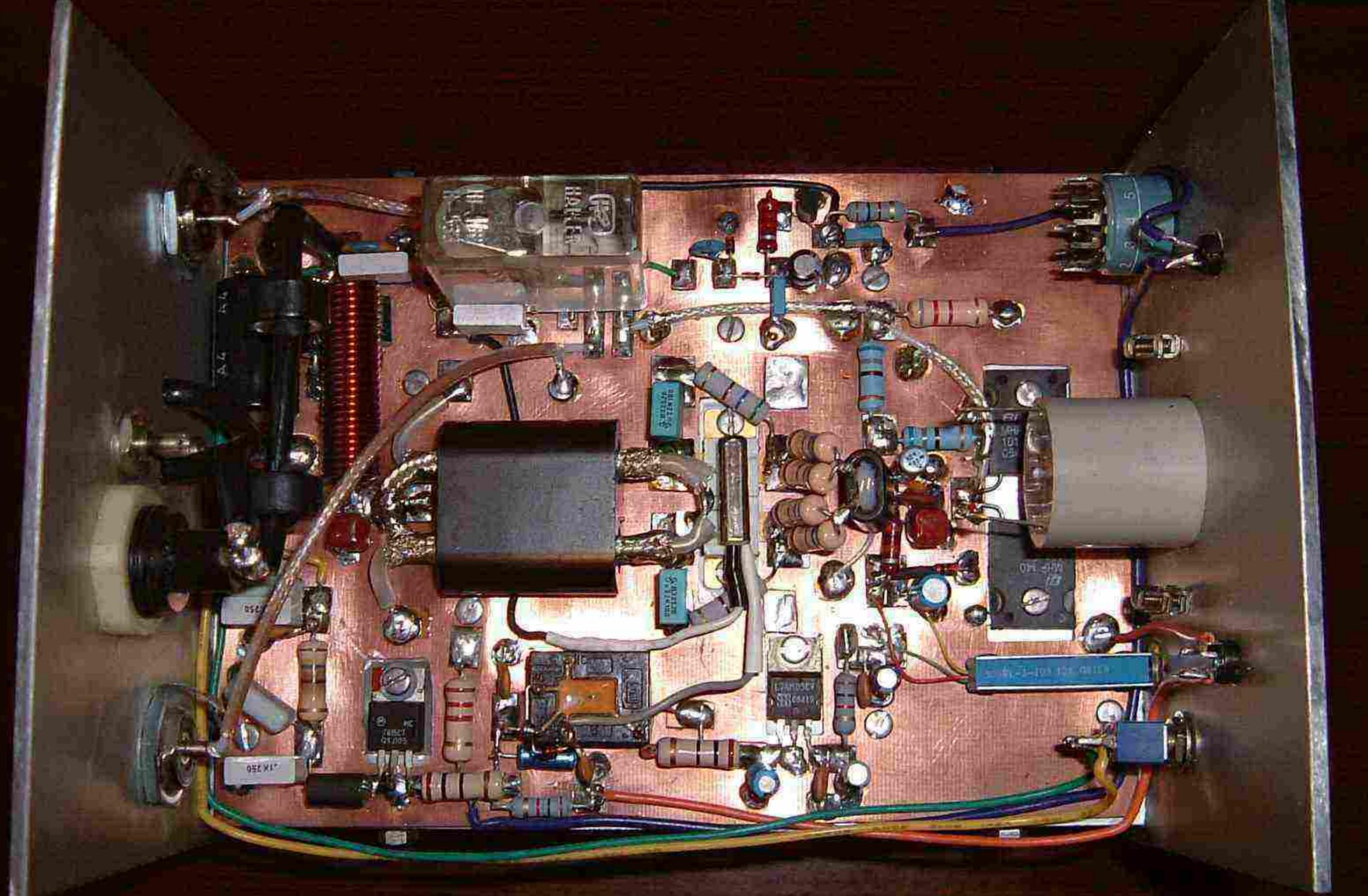




Amplificador EA1KO usando una placa de filtros de TS-940



AMPLIFICADOR CONSTRUÍDO POR EA-7-EF



AMPLIFICADOR CONSTRUIDO POR EA-1-KU



FILTROS BANDA 80 MTS

FILTROS BANDAS 15-12-10 MTS

FILTROS BANDAS 20 y 18 MTS

FILTROS BANDA 30 MTS

FILTROS BANDA 40 MTS

FILTROS CONSTRUIDOS POR EA-1-KU