

## Nº09: EXCITADOR HF MULTIBANDA SSB Y CW

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 30-10-99.  
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) [ea3eis@hotmail.com](mailto:ea3eis@hotmail.com)

### INTRODUCCION

El Excitador HF multibanda que hoy se expone en este reportaje, es un pequeño transmisor QRP-P, operativo en los modos: SSB-CW que posteriormente ha de permitir, el ser utilizado como banco de pruebas de mezcladores pasivos, asumiendo la función moduladora y además, para analizar el comportamiento de amplificadores lineales QRP. La idea de proyecto y de construcción, están inspirados en buena parte, por los trabajos publicados en: QST Diciembre del 89 pag.18 y QST Enero del 90 pag.28 por Wes Hayward, W7ZOI y también en QRP Classics y Solid State Design for the Radio Amateur por: Wes Hayward, W7ZOI y Doug DeMaw, W1FB.

Más de uno con toda la razón, podrá decir que es un diseño de hace más de diez años si se mira por el lado cronológico pero permitidme aclarar, que en la mayoría de versiones actuales, entre las cuales se pueden incluir las de carácter más vanguardista, los conceptos o principios básicos radioeléctricos y también las limitaciones, siguen existiendo, pero la tecnología impulsada por un mercado cada vez más competitivo, ha cambiado muchísimo: digitalización, visualización y la miniaturización (componentes SMD), con la finalidad de poder reducir costos de fabricación en líneas generales y también, para conseguir aumentar la velocidad y a la vez minimizar el consumo eléctrico dentro del campo de la informática y de las comunicaciones.

Ante esta situación, los radioaficionados de a pie contamos bien poco, salvo que se disponga de conocimientos y de medios que nos permitan tener acceso a la interpretación, manipulación y también al control de dichos microcomponentes de superficie tanto activos como pasivos.

No hay que olvidar, que nuestro hobby o pasatiempo para aquel que lo desee, puede llegar ha ser la posibilidad de conocer y analizar la historia, a tenor de los trabajos que han llevado a término autores que afortunadamente, nos han ido dejando buena constancia de ellos y por supuesto en el mejor de los casos, se trataría de imitar y mejorar en lo posible la versión original de dichas actividades. Además la construcción casera, puede tener otras ventajas como son: la posibilidad de reciclar recursos a nivel de componentes, sobre todo ahora que se está imponiendo la sostenibilidad del medio dentro del cual nos toca vivir y también a posteriori, el poder actuar personalmente a nivel de modificación o de avería; estas dos últimas cuestiones, pueden estar vedadas ante cualquier equipo de ámbito comercial y de fabricación contemporánea.

Dicho esto quisiera añadir, que por mi parte ha sido de un gran interés el poder analizar por separado y de forma global, el principio de funcionamiento, el comportamiento operativo y el resultado final del montaje del Excitador HF multibanda SSB y CW lo cual, trataré de explicar a continuación siempre dentro de un aspecto más bien práctico y constructivo a la vez.

### CARACTERISTICAS

Las características principales de este Excitador HF Multibanda , son las siguientes:

<b>Bandas:</b>	<b>Cobertura de Frecuencia:</b>
160 Metros	de 1810 a 1850 KHz.
80 ..	de 3500 a 3800 ..
40 ..	de 7000 a 7200 ..
30 ..	de 10100 a 10150 ..
20 ..	de 14000 a 14350 ..

17	..	de 18068 a 18168 KHz.
15	..	de 21000 a 21450 ..
12	..	de 24890 a 24990 ..
10	..	de 28000 a 29700 ..

Obsérvese, que cubre todas las bandas de radioaficionado, incluidas las WARC-79.

<b>Modos de emisión</b>	: LSB-USB y CW.
<b>Potencia de salida</b>	: 125, 25 y 5 mW.
<b>Impedancia de salida</b>	: 50 Ohms.
<b>Supresión de portadora</b>	: SSB, mejor de 40 dB.
<b>Sup banda lat no deseada</b>	: SSB, mejor de 40 dB.
<b>Distorsión por intermod</b>	: SSB, ver ensayo de Doble Tono.
<b>Respuesta de frecuencia</b>	: SSB, de 300 a 2700 Hz (-6 dB).
<b>Señal de entrada VFO</b>	: 0 dBm, 50 Ohms, (10810 a 38700 KHz por seg).
<b>Señal de entrada AF</b>	: 7 mVpp, 500 Ohms, (300 a 3000 Hz).
<b>Alimentación</b>	: 220 V CA .
<b>Dimensiones y peso</b>	: 25x235x80 m/m y 3 Kg.

## DESCRIPCION GENERAL

La descripción general del Excitador HF multibanda a nivel esquemático, puede verse en el Diagrama de Bloques, Figura N°1. Se trata de una disposición bastante clásica, como se podrá ver más adelante de manera detallada.

Empezaré la descripción, citando el modulador como elemento principal, el cual consiste en un mezclador pasivo doblemente balanceado con tres puertos, dos de entrada y uno de salida, una de las entradas, admite la señal del oscilador local BFO o portadora y la otra entrada, la señal de baja frecuencia AF, estas dos señales una vez mezcladas, dan a la salida RF una nueva señal de doble banda lateral DLB; esta señal de naturaleza compleja y de poca amplitud, es posteriormente amplificada y filtrada hasta suprimir, una de las dos bandas laterales y otros componentes no deseados que son producto de la mezcla, esta banda lateral única BLU se la denomina frecuencia intermedia FI.

Habíamos quedado en la señal de FI amplificada, pues bien esta señal de BLU se aplica a una de las entradas de otro mezclador pasivo doblemente balanceado (SBL1 en este caso), en la otra entrada de dicho mezclador, se aplica de manera simultánea la señal de un oscilador de frecuencia variable VFO; la mezcla de ambas señales, da también a la salida otra señal resultante de la cual, se toma la diferencia de las dos y para ello es necesario, someter esta nueva señal a un filtrado paso de banda PB seleccionable con el cual, se eliminan todos los productos adyacentes no deseados; esta señal limpia pero muy atenuada, también es amplificada por una etapa amp de RF de banda ancha y en la salida de dicha etapa, hay dispuestos, un atenuador variable o control manual de ganancia y dos atenuadores tipo "Pi" seleccionables para facilitar el cambio de rangos de potencia de salida.

Esta señal ya útil y controlada, se lleva a la entrada del amplificador lineal cuya ganancia de 25 dB, permite disponer a la salida de una potencia máxima de 125 mW en la modalidad CW. Para asegurar la ausencia de armónicos de orden superior, se han incluido filtros paso bajo LPF de manera seleccionable al igual que los filtros PB por el mismo selector de bandas. Sobre la salida de señal de RF, se encuentra la sonda detectora de RF del medidor de potencia y también, la resistencia de carga de 50 Ohms.

El medidor de potencia, es capaz de controlar la señal en cada uno de los rangos: 125, 25 y 5 mW, el circuito es del tipo detector compensado que permite evaluar de manera fiable las señales de RF de poca amplitud y la presentación de las lecturas, es mediante un instrumento de cuadro móvil provisto de escalas lineales.

Una cuestión que puede llamar la atención, es la ausencia del VFO que en este caso concreto debe poder suministrar, una señal de +10 dBm de naturaleza senoidal y con un margen de frecuencia por segmentos de 10810 a 38700 KHz. Por razón de espacio y al poder disponer de un generador de RF con estas características, opté por prescindir del VFO interno y habilité una entrada de señal exterior.

La Fuente de Alimentación, es un transformador de 220 Volts con dos secundarios de 15+15 Volts, rectificadores, filtros y siete reguladores de: +12, +10, +5 y -5 Volts/1 Amp, todo ello con la finalidad de separar los distintos módulos y funciones por la vía de alimentación.

Las partes más importantes, se han agrupado por módulos con la idea de poder mantener su afinidad tanto constructiva como funcional y son los siguientes:

**Amplificador de AF, modulador y amplificador de FI.**  
**Osciladores locales BFO-CW.**  
**Mezclador, filtros PB y preamplificador de RF.**  
**Atenuadores de RF, amplificador lineal y filtros LPF.**  
**Medidor de potencia de RF.**  
**Fuente de alimentación.**

## DESCRIPCION POR MODULOS Y CONSTRUCCION

**Amplificador de AF:** El Amplificador de AF o de micrófono, consiste en un amplificador operacional (LM741) trabajando como amplificador lineal inversor y con una ganancia máxima ajustable de 50 dB. Este amplificador, admite la conexión de un microfono tipo dinámico con una impedancia de 500 Ohms y señal de 7 mVpp; los condensadores de bloqueo de 1 uF/100V del tipo poliéster, que se han dispuesto tanto a la entrada como a la salida, permiten trabajar con señal de AF y dentro de una banda pasante mejor de 300 a 3000 Hz. Los dos filtros en "Pi", uno a la entrada y otro a la salida, están formados por una resistencia de 1K y dos condensadores de 470 pF y por un choque de RF de 1 mH y dos condensadores de 1 nF respectivamente, evitando la influencia exterior o interior de la RF sobre dicho amplificador, la ganancia interna de este único amplificador, se controla mediante un potenciómetro de ajuste de 470 K. La alimentación, es a +10Volts estabilizados. Para más detalles del circuito, véase Esquema eléctrico en la Figura N°3.

**Modulador:** El Modulador en cuestión, es un circuito mezclador doblemente balanceado que también, se le podría definir como un mezclador inversor de polaridad, utiliza componentes de conmutación rápida, en este caso cuatro diodos de silicio Schottky (1N5711) y dos transformadores balanceados con toma media. El circuito eléctrico de principio del modulador, puede verse en la Figura N°2 (A) donde están representados, el anillo de diodos conmutadores: D1, D2, D3 y D4 y también, los dos transformadores balanceados T1 y T2, los dos puertos de entrada 3 BFO y 2 AF y otro de salida 1 RF. En el puerto de entrada 3 BFO, tenemos la señal del oscilador local o BFO que es capaz, de invertir o modular la señal del otro puerto de entrada 2 AF a un ritmo, que viene impuesto por la propia frecuencia del BFO. Caso de aplicar un solo tono de audio en el puerto de entrada 2 AF, la nueva señal que se haría presente por inducción en el secundario del transformador T2, sería una doble señal de polaridad opuesta denominada: banda lateral superior y banda lateral inferior; la primera es igual a la frecuencia del BFO o portadora más la frecuencia de la señal AF y la segunda, sería igual a la frecuencia de la portadora menos la frecuencia de la señal AF. El examen de este fenómeno radioeléctrico mediante un osciloscopio, daría lugar a una imagen o a una envolvente cuyo producto, sería una suma y una resta vectorial de carácter alternativo y opuesto. Ver detalle del proceso de conmutación en el mezclador, Figura N°2 (B, C y D).

Una vez comprobado el funcionamiento de este tipo de mezclador pasivo o modulador, es necesario el poner de manifiesto, sus ventajas y también sus inconvenientes.

Las ventajas son las siguientes, baja impedancia en los puertos de entrada y de salida, del orden de 50 Ohms; no requiere ningún ajuste de ganancia ni de equilibrio, por tratarse de un sistema pasivo y simétrico; buen aislamiento entre puertos (64 dB) y un buen rango dinámico. También remarcar de manera general, que en un mezclador pasivo doblemente balanceado, se suprimen las dos señales de entrada: BFO y AF en la salida RF, quedando únicamente las dos bandas laterales y otros productos no deseados resultado de la mezcla.

Los inconvenientes para esta función de modulador, son una pérdida importante de señal por inserción del orden de 6 dB; el margen de frecuencia en los puertos de entrada de 1 a 500 MHz, este aspecto fue necesario el tenerlo en cuenta dentro del plano constructivo, al considerar el margen de frecuencia de la señal de entrada AF de 300 a 3000 Hz; los diodos que forman parte del anillo conmutador, deben de estar apareados así como, la simetría de los dos transformadores T1 y T2 debe de ser óptima, todo ello para que se ponga de manifiesto, la nulidad en términos prácticos aceptables de las dos señales de entrada: BFO y AF en la salida RF.

Es por alguna de estas ventajas que se han indicado, que me decidí a utilizar este sistema modulador y en cuanto a los inconvenientes, resaltar que pude disponer de cuatro diodos Schottky apareados y en los dos transformadores T1 y T2, tuve que utilizar núcleos toroidales de ferrita FT37-77 (u 2000) con lo cual, el problema de margen de frecuencia de la señal de entrada AF, quedó resuelto en buena parte. Con el mezclador (SBL1) asumiendo la función de modulador, la señal quedaba 3 dB por debajo. De manera general, añadir que los devanados III en cada uno de los transformadores T1 y T2, deben de estar enfasados según se indica en el esquema eléctrico (\*). Ver la Figura N°3 para detalles de interconexión. El modulador va con zócalo (tipo CO/2,54m/m).

**Amplificador de FI:** El amplificador de FI y el filtro de cristal, tienen como misión básica el restituir la amplitud en unos 40dB la débil señal a la salida del modulador y también, suprimir una de las dos bandas laterales y otras señales no deseadas gracias al filtro de cristal de 9 MHz y 2,4 KHz (-6 dB) de paso de banda.

El amplificador de FI lo constituyen, una primera etapa a cargo del transistor bipolar NPN Q1 (2N2222) a la salida RF del modulador, dicho transistor Q1 está montado en base común, baja impedancia de entrada, alta impedancia de salida y sin desfase, este tipo de montaje, permite una buena adaptación con respecto a la salida del Modulador y la entrada del filtro de cristal de 9 MHz por esta razón de buena adaptación de impedancias, los acoplamientos interetapa son capacitivos de 0,1 uF y por lo tanto no hay ningún ajuste inductivo salvo, dos trimers de 35 pF a la entrada y a la salida del filtro de cristal para optimizar su respuesta en la frecuencia central de 9 MHz.

A la salida del filtro de cristal de 9 MHz, tenemos otra etapa amplificadora de FI compuesta por los transistores Q2 y Q3 (2N2222) también y montados en emisor y colector común de manera respectiva, alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida con lo cual, es una adaptación muy adecuada para la salida del filtro de cristal y hacia la entrada del mezclador (SBL1), estos dos acoplamientos interetapa, son capacitivos de 0,1 uF. La alimentación es a +10Volts estabilizados.

La ganancia máxima de 40 dB, es regulable al variar la resistencia que está en serie con el condensador de 0,1 uF del emisor de Q2, a mayor resistencia menos ganancia y viceversa, yo la dejé en 18 Ohms. Véase esquema eléctrico de todo el módulo, en la Figura N°3.

Volviendo sobre el filtro de cristal de 9 MHz, cabe añadir que se trata de una unidad de la marca Showa, tipo celosía, modelo SF0922B y con 2,4 KHz (-6 dB) de ancho de banda. Este filtro permite que a su salida, esté presente la información de fonía en BLU de manera correcta, quedando suprimidos: La otra banda lateral y los productos no deseados, como establece la normativa vigente y también según la modalidad de transmisión seleccionada.

Con respecto a los modos de transmisión: LSB-USB y CW, se puede decir que esta función queda resuelta básicamente, por tres osciladores a cristal o BFO seleccionables. La frecuencia de cada uno de dichos osciladores, es ajustable dentro de un pequeño margen para poder situar la frecuencia o portadora con respecto a la frecuencia central del filtro de cristal, por ejemplo: La portadora que correspondería al Modo LSB, se situaría en el extremo inferior (8998,5 KHz) y esto

sería válido para un filtro, cuya frecuencia central fuera de 9 MHz. Este comentario, se explica de una manera más gráfica y detallada en las Figuras: N°4 (A) y N°4 (B).

En la modalidad CW, no tenemos este problema por el hecho de que dicha información o señal, no pasa por el modulador si no que lo hace, posteriormente por la entrada de emisor del transistor Q2 (2N2222) donde se inyecta, la señal del oscilador de portadora CW (9000,8 KHz) la cual, está debidamente atenuada por una resistencia de 1K. Ver Figura N°3.

La circuitería que ampara las tres funciones: amplificador de AF, modulador, amplificador de FI y filtro de cristal 9 MHz, se ha montado en una placa Repro CT1 en fibra de vidrio y de medidas: 90x60 m/m. En el amplificador de AF, se ha incluido un separador de plancha de latón a título de blindaje electrostático. El interconexiónado hacia los otros módulos y señales de entrada, se ha hecho con cable coaxial RG174 de 50 Ohms. Véase el montaje modular, en la Figura N°12.

**Osciladores locales BFO-CW:** Los osciladores locales o BFO, son los encargados de generar la frecuencia portadora la cual, nos ha de permitir trasladar y manipular de manera adecuada, la información de audio AF dentro del sistema modulador, en cualquiera de los modos de transmisión: LSB o USB.

Para disponer de estos dos modos de transmisión: LSB banda lateral inferior y USB banda lateral superior, se han dispuesto dos osciladores controlados por cristal de cuarzo BFO los cuales, se seleccionan mediante el selector manual Mode en el panel frontal del excitador; la selección, se hace por la vía de alimentación con diodos de silicio (1N4148) a título de puertas conmutables en ambas salidas de los dos osciladores. La naturaleza de la señal generada, será senoidal y estable en lo que respecta a la frecuencia y amplitud.

El circuito de los dos osciladores BFO, es idéntico en ambos casos y del tipo Hartley, con la única excepción, en la frecuencia de los cristales de cuarzo; cabe destacar a nivel de circuito, el sistema de realimentación positiva entre la salida y la entrada de los elementos activos o transistores bipolares Q4 y Q5 (2N2222); esta disposición permite: El ajuste de frecuencia, el arranque, la forma de onda y también, el ajuste de amplitud en la salida. La variación de la frecuencia dentro de un margen pequeño, se hace mediante el trimer que está en serie con el cristal de cuarzo; el umbral de arranque y buena forma de onda, con el trimer que queda en sintonía con el primario de los transformadores de salida T3 y T4; la salida de señal por los secundarios de estos respectivos transformadores, es de baja impedancia y lleva, un ajuste de amplitud mediante potenciómetro de 100 Ohms de cuyos cursores, parten los diodos conmutadores (1N4148), estos de manera selectiva son puestos en conducción por el selector Mode; apuntar que el sistema de conmutación por diodos es de una gran eficacia cuando se quiere evitar el problema de conexión largo en RF.

Para poder disponer de otro modo de transmisión cual es CW, en el propio selector Mode hay dos posiciones más, una para CW que conecta un tercer oscilador de cuarzo del tipo Colpitts el cual, se activa externamente al accionar el manipulador y la otra posición Tune, nos permite que dicho oscilador quede permanentemente en funcionamiento con la finalidad de hacer ajustes.

En este oscilador de portadora CW, se emplean dos transistores bipolares Q6 y Q7 (2N2222) como elementos activos, el primero Q6 funciona como oscilador y el segundo Q7, lo hace como buffer adaptador de impedancias. El ajuste de frecuencia, es por trimer en serie con el cristal de cuarzo y el ajuste de amplitud de la señal, con un potenciómetro de 1K en el emisor de Q7.

Las frecuencias de los osciladores de cuarzo, son las siguientes:

**LSB banda lateral inferior : 8998,5 KHz.**  
**USB banda lateral superior: 9001,5 ..**  
**CW y tune : 9000,8 ..**

En todos los osciladores tanto BFO como CW, la alimentación es a +10 Volts estabilizados y el montaje se ha hecho, con placas Repro CT1 en fibra de vidrio de manera independiente, por

razón de distribución, aunque se puede hacer perfectamente en una sola placa, los osciladores quedan ubicados dentro de blindajes electrostáticos; la interconexión con los otros módulos, modulador y FI, con cable blindado coaxial RG174. Ver esquema eléctrico, en la Figura N°5.

El circuito de manipulación de los +10 Volts, lo dispuse también en otra plaqueta aparte y el circuito, es de una simplicidad extraordinaria, consiste en un transistor bipolar PNP Q8 (BC308) trabajando como interruptor y protegido por diodos direccionales (1N4148). El funcionamiento consiste, en que al estar el selector Mode en la posición CW y accionar el manipulador, se conecta la base de Q8 a masa y este transistor, entra en conducción haciéndose presente la tensión de +10 Volts en su colector, activándose el oscilador de portadora y cesando, al soltar el manipulador; en la posición Tune, se activa el oscilador a permanencia y de manera directa. Ver esquema eléctrico en la Figura N°5 y para tener una idea de montaje modular, en la Figura N°12.

**Mezclador:** La señal de RF en BLU, una vez ha pasado por la última etapa de FI, ya se la puede definir como una señal útil; no obstante es necesario, el convertirla o pasarla a determinados segmentos de frecuencia, que se correspondan con las bandas de radioaficionados en HF; para ello contamos con un mezclador pasivo doblemente balanceado (SBL1). Anteriormente, ya se ha hecho mención de dicho dispositivo cuya configuración, es idéntica a la del Modulador y por lo tanto, no será necesario el insistir sobre algunos aspectos que han sido tratados, sin embargo si que es importante destacar, que para esta función de mezclador, casi todo son ventajas ha tener en cuenta: Impedancia de los puertos de entrada y salida en 50 Ohms; el ancho de banda operativo de dicho mezclador, es de 1 a 500 MHz, muy adecuado para aplicaciones multibanda, buen aislamiento entre puertos (64 dB), según indicaciones del fabricante, buen rango dinámico; bajo nivel de ruido y en materia de aplicación, destacar su simplicidad; lo único ha tener en cuenta, es la pérdida por inserción (6 dB) lo cual, nos obliga a amplificar la señal después de la mezcla, además de un filtrado PB como se verá a continuación. Ver esquema eléctrico, en la Figura N°7.

El conexionado más recomendable del Mezclador (SBL1), es el que se indica en el esquema eléctrico, el mezclador va conectado con zócalo (tipo CO/2,54m/m), para evitar soldaduras.

**Filtros PB:** Los motivos de no poder contar con un VFO incorporado dentro del propio excitador, ya fueron expuestos con anterioridad y esto, también me permitió el decidirme por una solución multibanda y el llegar a considerar, la confección de filtros PB seleccionables a la salida del mezclador. Ampliando más este comentario y de acuerdo con las características de cobertura de frecuencia del excitador, los segmentos de frecuencia del VFO exterior con una amplitud de señal de 0 dBm sobre una impedancia de 50 Ohms, son los siguientes:

<b>Bandas:</b> Metros	<b>Frecuencias:</b> KHz.	<b>VFO Exterior:</b> KHz.
160	1810 a 1850	10810 a 10850
80	3500 a 3800	12500 a 12800
40	7000 a 7200	16000 a 16200
30	10100 a 10150	19100 a 19150
20	14000 a 14350	23000 a 23350
17	18068 a 18168	27068 a 27168
15	21000 a 21450	30000 a 30450
12	24890 a 24990	33890 a 33990
10	28000 a 29700	37000 a 38700

A la salida del Mezclador (SBL1), tenemos básicamente: Las señales correspondientes a la suma y la resta de las dos señales de entrada y además, todos los productos adyacentes, nosotros a efectos prácticos, nos quedaremos con la diferencia entre las dos frecuencias de entrada, la frecuencia del VFO exterior menos la frecuencia de la FI (9MHz) y por lo tanto es obvio, que la frecuencia central del filtro PB se corresponda con esta diferencia resultante en correspondencia con

la de cada Banda. La bondad de dicho filtro PB, para poder eliminar las señales adyacentes fuera de banda no deseadas, vendrá condicionada: Por la curva de respuesta del propio filtro PB a  $-3\text{dB}$ , según el tipo de filtro utilizado y también, por una confección y comprobación adecuadas.

El tipo de filtro PB utilizado, es mediante dos transformadores de RF: L1 y L2 con bobinados de baja y de alta impedancia resonantes LC paralelo; ambos circuitos resonantes, están acoplados por una pequeña capacidad C3 como elemento común, a mayor capacidad más ancho de banda o bien a la inversa. La entrada y salida de dicho filtro PB, es de baja impedancia 50 Ohms. El ajuste de resonancia, es por inductancia variable en las bandas bajas de 160 y 80 Metros y por capacidad variable (trimers) en las bandas más altas.

La selección de los filtros PB en esta versión multibanda, se ha hecho mediante diodos de conmutación (1N4148) y cuyo estado de conducción, es controlado a distancia por un selector de nueve posiciones Band en el panel frontal. Véase esquema eléctrico en la Figura N°7 y la tabla con los datos constructivos de todos los filtros PB así como, de algunas curvas de respuesta de las cuatro bandas más representativas: 80, 40, 20 y 15 Metros, en la Figura N°6.

**Preamplificador de RF:** A la salida del conjunto de filtros PB, ya disponemos de una señal de RF limpia y de poca amplitud por lo que será necesario, el proceder a amplificarla de manera adecuada mediante, una etapa preamplificadora de banda ancha con una ganancia de 14 dB, de esta función, se encargará el transistor Q9 (2N5109), de características muy adecuadas, el circuito de dicho preamplificador de RF es clásico, la salida de señal y acoplamiento hacia el amplificador lineal, es de baja impedancia 50 Ohms y se hace por transformador T5 relación 4:1. Véase esquema eléctrico en la Figura N°7, formando parte del módulo.

La disposición de todo el conjunto a nivel de módulo, se ha hecho en una placa Repro CT1 en fibra de vidrio y medidas: 85x90 m/m; Es recomendable que los retornos a masa del conjunto de filtros PB, sean lo más cortos posible; en la entrada o primario de L1 en cada filtro PB, se ha previsto la posibilidad de variar la amplitud de la señal de manera selectiva, con la adición de una resistencia en paralelo con dicho bobinado primario y de un valor arbitrario para cada banda. La alimentación de todo el conjunto o módulo, es a +12 Volts estabilizados. La interconexión, con cable coaxial RG174 de 50 Ohms. Para detalles de montaje modular, ver Figura N°12.

**Atenuadores de RF:** Para poder controlar la señal de RF en amplitud, sin alterar o influir en las condiciones de trabajo, disponemos de un atenuador por diodos Pin (BA479) el cual, asume la función de control de ganancia variable continuo; este atenuador, consiste en dos diodos Pin conectados en oposición, su estado de conducción, se controla mediante un potenciómetro de 1K del tipo lineal bobinado como elemento manual de control Level y situado en el panel frontal, la corriente continua que fluye a través de los diodos, queda bloqueada por las capacidades de 0,1  $\mu\text{F}$  a la entrada y a la salida; la alimentación positiva, permite variar la resistencia dinámica de ambos diodos y los retornos a masa, se hacen por choques de RF de 470  $\mu\text{H}$ .

A continuación y para conseguir las tres escalas o niveles de potencia en la RF de salida, se han dispuesto, dos atenuadores resistivos en configuración "Pi" de 12 y de 6 dB, ambos con una impedancia de 50 Ohms, estos atenuadores, se seleccionan a distancia por relés y por el selector de escalas Scale en el panel frontal. Estos atenuadores, están dispuestos en la misma placa al igual que los elementos que forman el atenuador variable Pin con la salvedad, que están separados electrostáticamente por tres blindajes. Ver Figura N°8 para esquema eléctrico del conjunto.

**Amplificador lineal:** Esta señal ya controlada en amplitud, se aplica a un amplificador lineal de dos etapas, ganancia de 25dB y potencia máxima de salida de 125 mW en correspondencia con una señal en la entrada de 0,4 Vpp,  $-4\text{ dBm}$  en la modalidad CW; estas características, se llegan a mantener en todas las bandas. La señal se aplica, por una capacidad de paso de 0,1  $\mu\text{F}$  hacia la entrada del amplificador. La primera etapa del amplificador lineal, corre a cargo del transistor Q10 (2N5109), con la misma configuración de banda ancha que su antecesor Q9; el acoplamiento interetapa, se hace por transformador T6 de banda ancha relación 4:1 hacia la etapa final en la cual,

se utiliza otro transistor Q11 (2N5109) con el mismo tipo de montaje; la salida por transformador T7 también de banda ancha relación 4:1 y a través, del secundario del mismo con una impedancia de 50 Ohms, hacia los filtros LPF seleccionables.

El circuito de dicho amplificador lineal visto el esquema eléctrico, sigue siendo clásico y de filosofía de funcionamiento bien conocida, se ha montado en una plaqueta Repra CT1 en fibra de vidrio con las medidas de: 110x45 m/m. Los dos transistores Q10 y Q11, llevan refrigeradores y están separados por un blindaje electrostático. La alimentación, se hace a +12Volts estabilizados y el interconexión, con cable coaxial RG174 de 50 Ohms. Ver esquema eléctrico del amplificador lineal en la Figura N°8 y también, la curva de respuesta del mismo, en la Figura N°9 (A).

**Filtros LPF:** Para eliminar los productos o armónicos de orden superior no deseados, que estarán presentes a la salida de dicho amplificador lineal y en cada una de las bandas, el excitador dispone de un conjunto de filtros paso bajo LPF, que son seleccionables mediante relés que se activan a distancia (+12 Volts), por el selector de bandas Band.

El tipo de filtro LPF utilizado, es de dos polos o de cinco elementos y la impedancia tanto de entrada como de salida es de 50 Ohms, los datos constructivos, constan en las tablas del manual ARRL Handbook 94, donde se indican los valores de las capacidades e inductancias en función de la frecuencia de corte a -3 dB.

Esta serie de nueve filtros LPF, que están intercalados entre la salida del amplificador lineal y la salida RF Output, van montados en una plaqueta independiente Repra CT1 en fibra de vidrio y en un compartimento o separador metálico que ejerce la función de blindaje electrostático. La interconexión, se ha hecho con cable coaxial RG174 de 50 Ohms. Ver esquema eléctrico en la Figura N°8 y tabla de datos constructivos de los filtros LPF, en la Figura N°9 (A).

Añadir que los filtros LPF cuando son seleccionados mediante relés, es preferible hacerlo con relés de un solo circuito, uno para cada entrada y salida del filtro, este sistema, ya fué adoptado por las firmas comerciales en sus transeptores con amplificadores lineales transistorizados, con ello se disminuye la capacidad distribuida parásita por cableado; en el caso de emplear relés de doble inversor, puede afectar la respuesta de dichos filtros en las bandas más altas; yo he utilizado, relés de doble inversor por razón de espacio. Para detalle de montaje modular, ver Figura N°11.

**Medidor de potencia de RF:** El circuito medidor de potencia RF, consiste básicamente en un detector compensado el cual, permite muestrear y evaluar de manera óptima el nivel de potencia media en CW y potencia de cresta de la envolvente  $W_{pwp}$  en SSB, ambas sobre una resistencia de carga de 50 Ohms. El dispositivo detector compensado, dispone de tres escalas de medición a tenor de los tres niveles de potencia que entrega el amplificador lineal: 125, 25 y 5 mW. El detector compensado, precede a un amplificador logarítmico y antilogarítmico cuya finalidad, es la de permitir una presentación de las lecturas de potencia en mW, con un instrumento de cuadro móvil dotado de escalas lineales.

La filosofía de dicho medidor de potencia, ya ha sido tratada con detalle en otro artículo: Vatímetro direccional, no obstante, me permitiré incidir sobre algunos detalles constructivos; la sonda de RF, constituida por un divisor de tensión relación 1:11 con un factor de acoplamiento de 21dB y detector de pico D1 (1N5711), montados en el mismo conector de salida RF Output y ubicados dentro de una caja metálica, permiten extraer una muestra de señal sin llegar a afectar la impedancia ni el nivel de señal de salida. El detector compensado y el amplificador de ganancia variable con el selector de escalas Scale, lo constituyen, los amplificadores operacionales U1A y U1B (TLC27L2); destacar que esta disposición, permite evaluar señales tan pequeñas como 1mW. El amplificador logarítmico y antilogarítmico, lo constituyen por este orden: Un amplificador de CC no lineal e inversor U2A (TLC27L2), un array de cuatro transistores NPN U3 (CA3146) y otro amplificador de las mismas características y conexión U2B (TLC27L2). A la salida de U2B, se ha dispuesto el sistema de presentación de las lecturas consistente en un microamperímetro de c/m de 50uA Modelo 670 y de la marca Demestres, la escala lineal, se ha respetado y se han modificado las

indicaciones numéricas para convertirlo en un instrumento de tres escalas lineales de: 125, 25 y 5 mW. Dicho instrumento de c/m, se ha protegido contra sobrecargas y RF, mediante dos diodos contrapuestos (1N914) y una pequeña capacidad de 10nF.

El montaje de este medidor de potencia, se ha hecho también utilizando dos placas Repro CT1 en fibra de vidrio medidas: 80x40m/m y 45x40m/m, medidor de potencia y ajuste de escalas respectivamente. La alimentación requiere: +12, +2,5 y -2,5 Volts estabilizados. Para el esquema eléctrico, ver Figura N°10. El montaje modular, en la Figura N°11 y vista exterior, en la Figura N°13.

**Fuente de Alimentación:** La Fuente de alimentación no tiene nada de particular, solamente destacar, que comprende un transformador con primario de 220 Volts y dos secundarios de 15+15 Volts y 0,5 Amp, dos rectificadores de onda completa y sus respectivas unidades de filtro para obtener dos salidas de +15 Volts, a partir de estas dos salidas y mediante reguladores de tensión de +12 y +10 Volts/1 Amp, podemos disponer de alimentaciones estabilizadas e independientes, para las respectivas partes importantes que llegan a componer este excitador multibanda. De uno de los dos secundarios 15+15 Volts, con diodos habilitados como rectificadores de media onda y unidades de filtro además de, reguladores de +5 y -5 Volts / 1 Amp y diodos de Zener de 2,5 Volts, contamos con las tensiones de +2,5 y -2,5 Volts estabilizados los cuales, son necesarios para poder alimentar el dispositivo, medidor de potencia de RF. Esta fuente de alimentación, está situada en la parte externa del panel posterior, tapada con una envolvente de Al y separada del excitador, mediante paneles posteriores de Fe y Al. Ver situación de la fuente y esquema eléctrico, en las Figuras: N° 11 y N° 14 respectivamente.

## PUESTA EN MARCHA AJUSTES Y APLICACIÓN

Una vez terminado el montaje de las partes y de su comprobación, ya se pueden ensamblar todos los módulos para hacer una primera puesta en marcha a nivel de conjunto. Se verificaran las tensiones de la fuente de alimentación, se comprobaran el funcionamiento aceptable de los dos BFO y oscilador de portadora CW; se inyectarán, las señales exteriores de VFO y AF, una vez que ha sido constatada, la presencia de señal en la salida de RF, tanto en SSB como en CW, se podrá proceder con los ajustes los cuales, son pocos y se detallan a continuación.

Los ajustes a efectuar y siguiendo un orden recomendable, corresponderían a los dos BFO en cuanto a frecuencia y amplitud de la señal (1Vpp) y también el oscilador de portadora CW (0,4Vpp) ambos a la salida y según ya se indica en el esquema eléctrico, el ajuste siguiente sería el de los filtros PB y de FI a máxima amplitud, la ganancia del amplificador AF se ha dejado en (2Vpp) a la salida del amplificador operacional (LM741). Para poder hacer los ajustes del medidor de potencia en RF, es necesario el tener una idea clara, de lo que representan la amplitud y morfología de las señales con respecto a la potencia indicada así como, la potencia media o disipación en calor resultante, sobre una resistencia de carga de 50 Ohms. Como se ha comentado, este medidor presenta según la modalidad: Potencia media (W) en CW y Potencia de cresta de la envolvente (W<sub>p</sub>) en SSB, para conseguir esta particularidad, se harán los ajustes preliminares que ya se indican en el esquema eléctrico, Figura N°10 y posteriormente, para cada modo (CW-SSB) y cada escala de medición, se ajustará el valor de la resistencia en serie con el instrumento de c/m según consta, en el propio esquema eléctrico Figura N°10. Indicar como ejemplo resumido, que al comparar dos lecturas de igual amplitud, una en (W) modalidades CW o SSB de un solo tono, con otra en (W<sub>p</sub>) SSB en dos tonos, la potencia media resultante de la tercera lectura, corresponderá a la mitad de la potencia disipada con respecto a las dos primeras lecturas. Para poder hacer de manera adecuada estos ajustes, además de un voltímetro digital de alta impedancia, será necesario el disponer de un generador de RF o VFO y de otro generador de AF que sean capaces ambos, de

suministrar las señales de entrada exterior conocidas y de calidad óptima además de un osciloscopio para controlar y evaluar la señal o envolvente de salida tanto en CW como en SSB

A propósito de la filosofía del sistema de medición de potencia de RF y aplicación de este Excitador HF multibanda SSB y CW, creo conveniente el hacer alguna puntualización más: Al tener que hacer mediciones, sobre una señal de onda continua CW de naturaleza senoidal, estaremos evaluando, potencia media referida a la tensión eficaz o rms sin condicionantes que puedan influir en la precisión de las lecturas cual pueden ser, la frecuencia o la diferencia de amplitud, por lo tanto, se trata de un sistema cuya respuesta, se puede considerar plana en todo el espectro de HF y en cuanto a la amplitud, ya se ha puntualizado anteriormente, la buena respuesta con niveles pequeños de señal. En SSB la potencia que define o clasifica un amplificador lineal, es la potencia de cresta de la envolvente  $W_{p\text{ep}}$  y cuya relación con la potencia media, se hará más grande al incrementar la presencia de más tonos de audio, la voz humana por ejemplo. De todos modos, se debe de considerar, que una señal SSB de un solo tono de audio en la entrada AF, la potencia  $W_{p\text{ep}}$  será igual a la potencia media. En el caso de dos tonos de audio en la entrada AF, la potencia  $W_{p\text{ep}}$  se basa también en la tensión eficaz o rms, resultado de la suma y resta vectorial de los dos tonos de igual amplitud en el caso ideal, situación que puede no ser exacta pues dependerá, de la respuesta simétrica o asimétrica del modulador y también, de la curva de respuesta del filtro de FI; por lo tanto en este tipo de prueba, se hace necesario el controlar la señal de salida SSB con un osciloscopio para proceder al ajuste o equilibrado de ambos tonos de audio, hasta llegar ha obtener una envolvente de calidad óptima en la pantalla del TRC. Ver Análisis de comportamiento del excitador en las pruebas de un solo tono AF y también, de doble tono AF, en las Figuras N°9 (A) y N°9 (B).

## COMENTARIOS FINALES

Una vez concluida la construcción de este equipo y de haber podido hacer alguna evaluación la cual, se presenta de una manera gráfica en este reportaje, creo que el trabajo en si, no aporta nada nuevo en materia de prestaciones pero pienso, que los resultados son aceptables dentro de lo que se podría entender como solución de compromiso. No obstante, me hubiera gustado por ejemplo, hacer un análisis del espectro de emisión, afín de poder comprobar la supresión del segundo y tercer armónico en todas las bandas, he tenido que confiar en la eficacia del sistema de filtros LPF que es efectivo en el tercer armónico pero no tanto en el segundo armónico y ello es debido, a la utilización de un Amplificador Lineal no simétrico; este es un tema, que creo merecería el ser tomado en cuenta para más adelante, como ya lo han hecho otros autores, ver QST Febrero del 99, pagina 44.

He pasado por alto el VFO, que es parte importante y como ya he indicado, ha sido por falta de espacio y para agilizar, tanto el proyecto como el montaje. También he pensado, que dicho VFO se podría considerar como una opción para algunas bandas de HF, utilizando cualquiera de las posibles soluciones clásicas o no tan clásicas, como por ejemplo: PLL, DDS, ect.

Espero en un futuro, el poder aprovechar cada una de las experiencias, tanto las de carácter exitoso como también los fracasos, que los ha habido, en nuevos proyectos y al mismo tiempo, para poder mejorar aquellos trabajos añejos que solemos guardar como trofeos, pero que con el paso del tiempo, dejamos de sentir plena satisfacción por ellos.

También decir, que si este trabajo que hoy se presenta, llega a despertar interés para alguien y contribuye a estimular la experimentación dentro del campo de la radioafición, me sentiría feliz y ya para terminar, el poner de manifiesto, mi más sincero agradecimiento hacia los autores y editores actuales y también, para los que nos han precedido, pues sin ellos, nuestro hobby no sería lo que es. Como siempre, saludos de Joan, EA3-EIS.

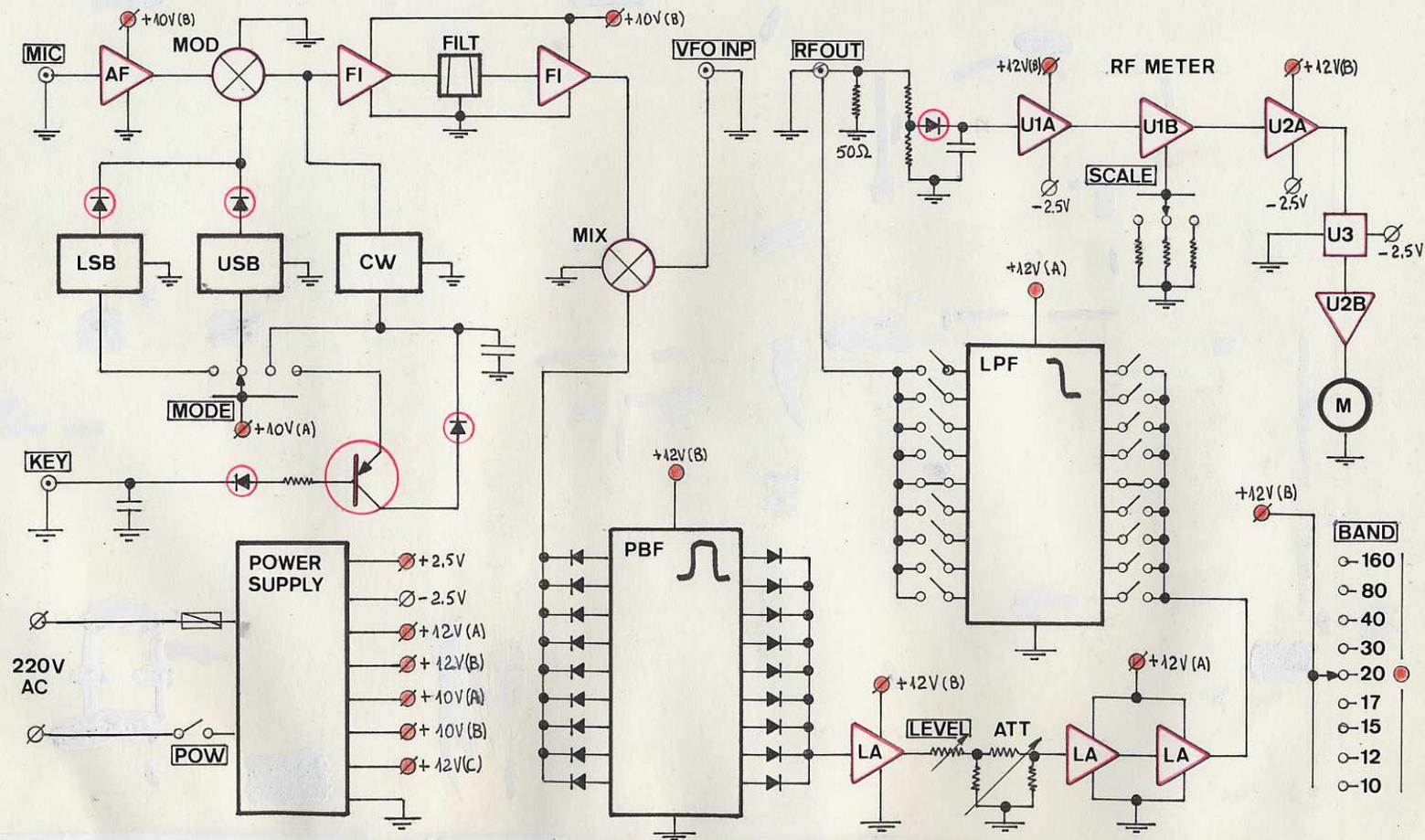
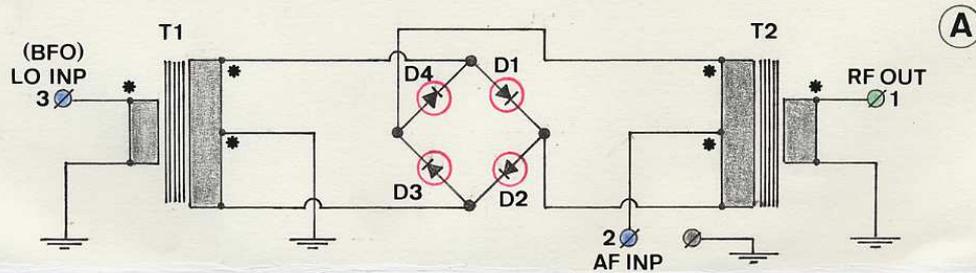


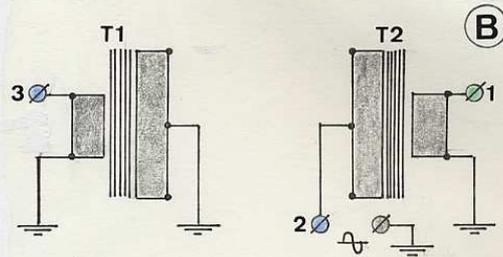
Figura N°1: Diagrama de Bloques del Excitador HF Multibanda SSB y CW. Comprende, un Amplificador de AF, Modulador, selector de modos: LSB; USB; TUNE y CW, Amplificador de FI y Filtro de 9 MHz, señal externa de VFO, Mezclador, Filtros PB seleccionables, Preamplificador de RF, mando manual de ganancia, atenuador variable para el cambio de Escalas, Amplificador Lineal de dos etapas, Filtros LPF seleccionables, salida de RF 50 Ohms, sonda de RF, medidor de Potencia RF con presentación analógica lineal y Fuente de Alimentación conectable a 220 V AC.

**EXCITADOR HF MULTIBANDA  
SSB Y CW**  
Diagrama de Bloques  
EA3-EIS, 30-10-99.

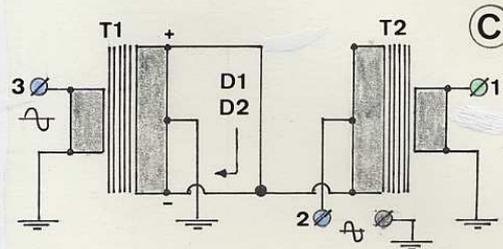


**Figura N°2(A):**Mezclador pasivo doblemente balanceado el cual, está asumiendo la función de Modulador. Consta de dos transformadores T1 y T2, son dos toroides de ferrita FT37-77 (u2000) con devanados trifilares de cinco espiras debidamente enfasados. Los cuatro diodos: D1, D2, D3 y D4, son diodos Schottky (1N5711) apareados. Pueden verse, los dos puertos de entrada: 3 LO y 2 AF más uno de salida 1 RF. Seguidamente se presentan también, tres secuencias de funcionamiento cíclico del Modulador.

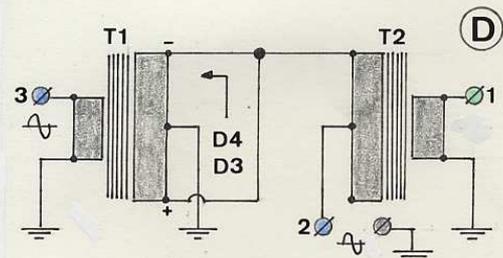
**Figura N°2(B):** Si no hay señal LO en la entrada 3, la energía de entrada AF en 2, no se hará presente en el puerto 1 RF de salida, porque el primario de T2, no tiene retorno hacia tierra a través del anillo de diodos y de la toma central de T1. Dicho en otros términos, el sistema de conmutación no se activa.

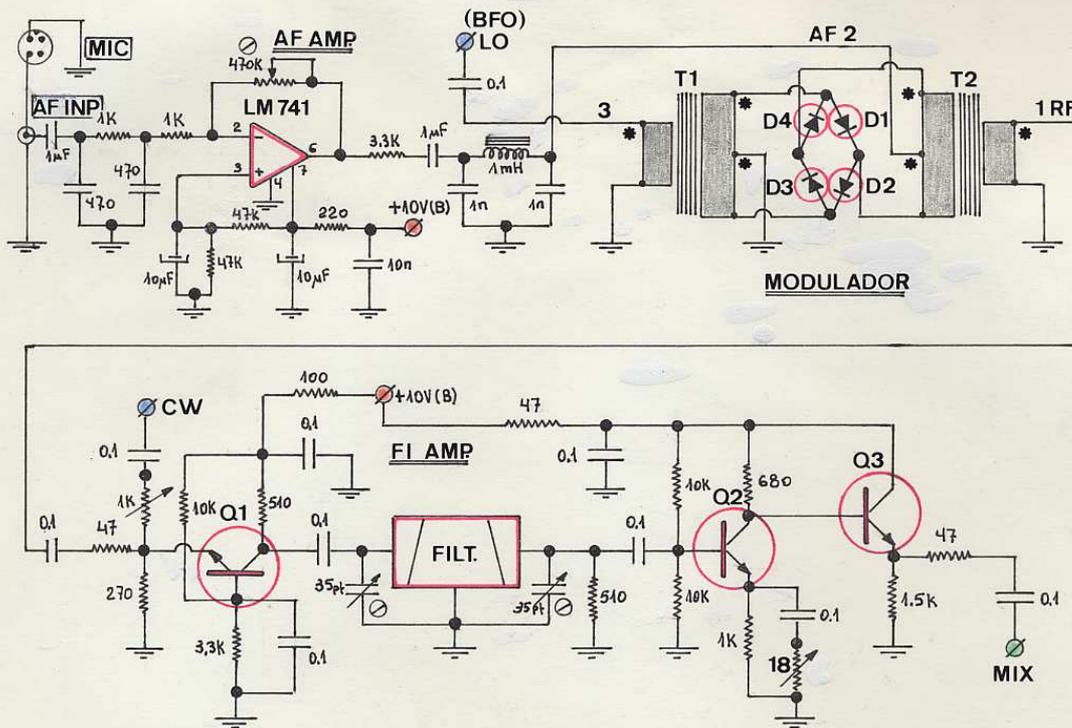


**Figura N°2(C):** Cuando la señal variable 3 LO, adopta la polaridad indicada en el secundario de T1, los diodos D1 y D2 conducen, creando un desequilibrio en el primario de T2 y por supuesto el retorno a tierra a través de D1 y D2 por la toma central de T1. Este cambio en el primario de T2, ha de permitir la presencia de señal modulada en el puerto de salida 1 RF. Este ritmo de conmutación sobre la señal que está presente en la entrada 2 AF, viene impuesto por la frecuencia de LO.

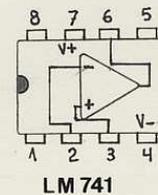
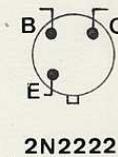


**Figura N°2(D):** Cuando la señal variable en el puerto 3 LO, se invierte de polaridad en el secundario de T1, los diodos D1 y D2, no conducen pero si que lo hacen D3 y D4 y en consecuencia, se desequilibra el primario de T2 con retorno a tierra a través de D3 y D4 por la toma central de T1 permitiendo, la salida de señal por el puerto 1 RF. Por el hecho de trabajar solamente, medio primario de T2 en cada secuencia, se invierte la fase en 180° con respecto a la secuencia anterior. En ambos casos C y D si no hay señal en la entrada 2 AF, la residual LO o de Portadora en la salida 1 RF, será despreciable si T1 y T2 están bien balanceados y el anillo de diodos, D1, D2, D3 y D4, están debidamente apareados.

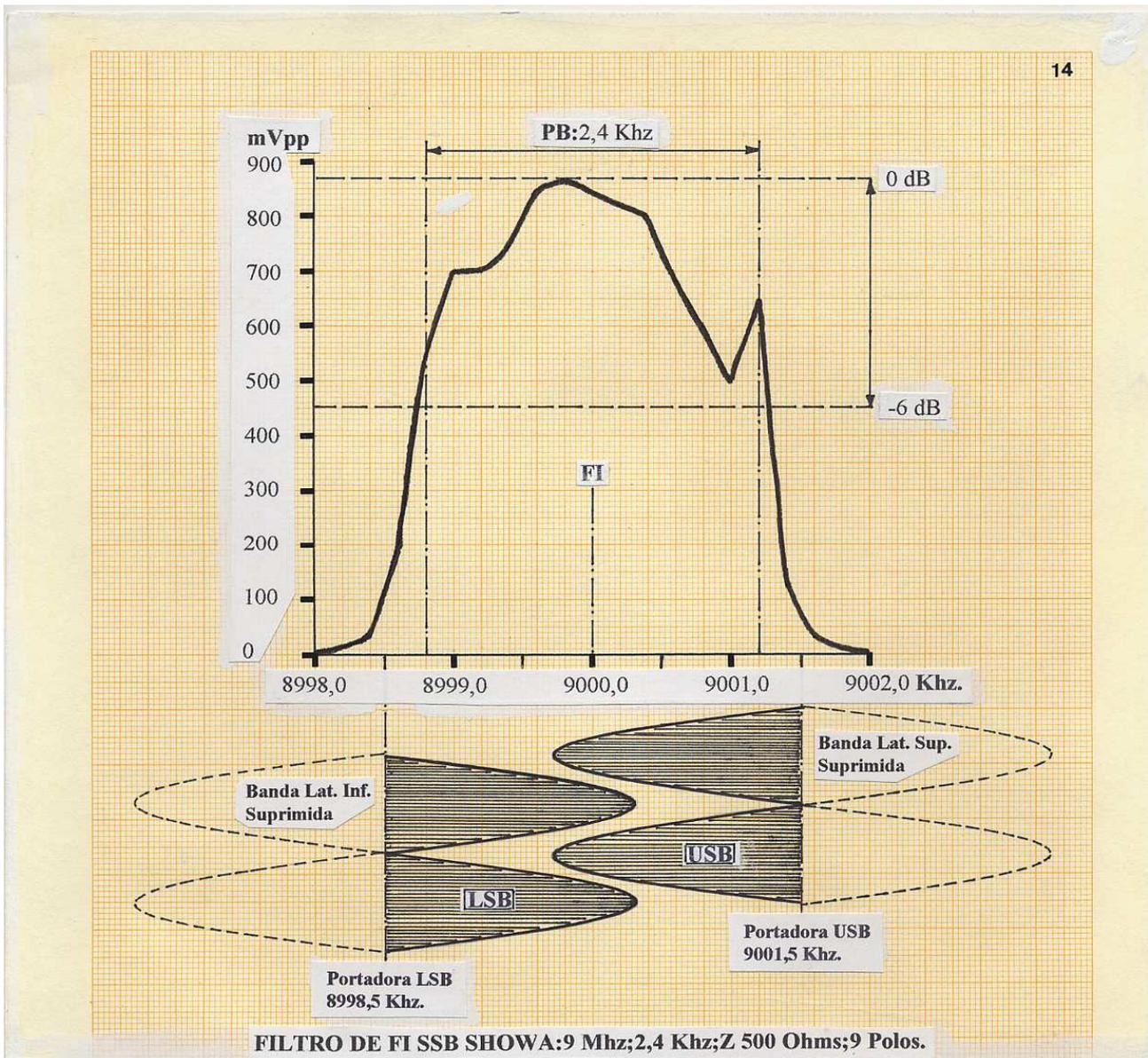




**Figura N°3:**Esquema Eléctrico del módulo Amplificador de AF,Modulador,Amplificador de FI y Filtro de Cristal de 9 Mhz.  
 -LM741: Amplificador Operacional.  
 -Q1, Q2 y Q3: 2N2222; NPN; 60 V; 0,8 A; 250 Mhz.  
 -T1 y T2: Núc. Toro. FT37-77,5 esp trif enfásadas.  
 -D1, D2, D3 y D4: Diodos Schottky 1N5711 apar.  
 -Filtro de Cristal FI: Celosia de 2,4 Khz (-6dB).  
 -Resistencias: Todas de 1/4 de Watt y 5%.  
 -Condensadores: Del tipo cerámico, 100 Volts.



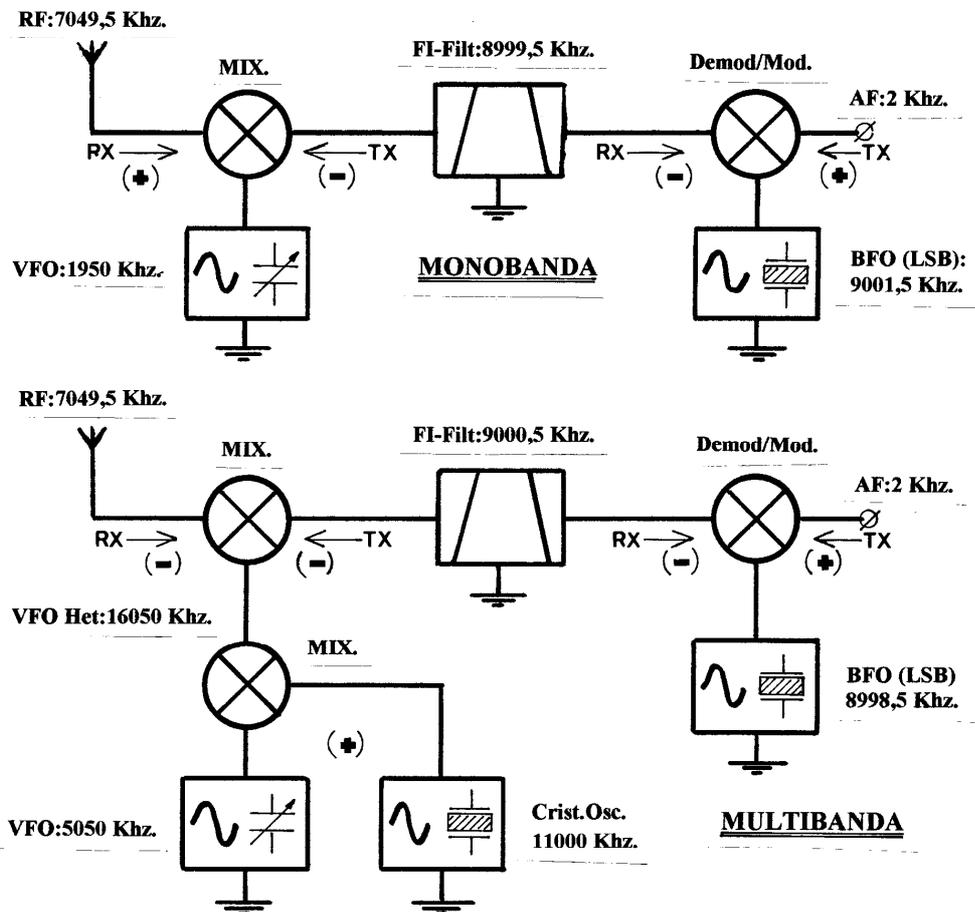
**AMPLIFICADOR DE AF,MODULADOR,  
 AMPLIFICADOR DE FI Y FILTRO 9 Mhz.  
 Excitador HF,SSB y CW.  
 EA3-EIS,30-10-99.**



**Figura N°4(A):**Curva de respuesta del Filtro de Cuarzo para SSB de 2,4Khz (-6dB) y tambien,de una representaci3n gr1fica del sistema de selecci3n de Modos de Emisi3n:LSB y USB.

La curva de respuesta,corresponderia a la de un Filtro cl1sico de Celosia para SSB.Se ha confeccionado conjuntamente con el Amplificador de FI a nivel modular inyectando,la se1al de un Generador de RF seguido de un Atenuador por Pasos hacia la entrada de dicho Amplificador de FI;El control de la se1al,se hizo con un Oscil3scopio de 20 Mhz y sonda relaci3n 1:1.

El procedimiento de selecci3n del Modo de Emisi3n,consiste en desplazar y situar la frecuencia de la Portadora LO o (BFO),dentro de unos limites que se correspondan con el Paso de Banda de dicho Filtro de Cuarzo que en este caso,es de 2,4 Khz a -6 dB.En t3rminos pr1cticos y para tener un m1rgen de frecuencia suficiente,los extremos de esta especie de ventana serian los siguientes:Para LSB 8998,5 Khz y para USB 9001,5 Khz;Con una frecuencia central o Frecuencia Intermedia de 9000,0 Khz.Las se1ales de Doble Banda Lateral (DLB),que aparecen en el dibujo y que estarian presentes a la salida 1(RF) del Modulador,corresponderian a la mezcla de :Una se1al de Audio de dos tonos en la entrada 2(AF) y otra se1al de Portadora (BFO) en la entrada 3(LO). Todo ello,valga solo como ejemplo.

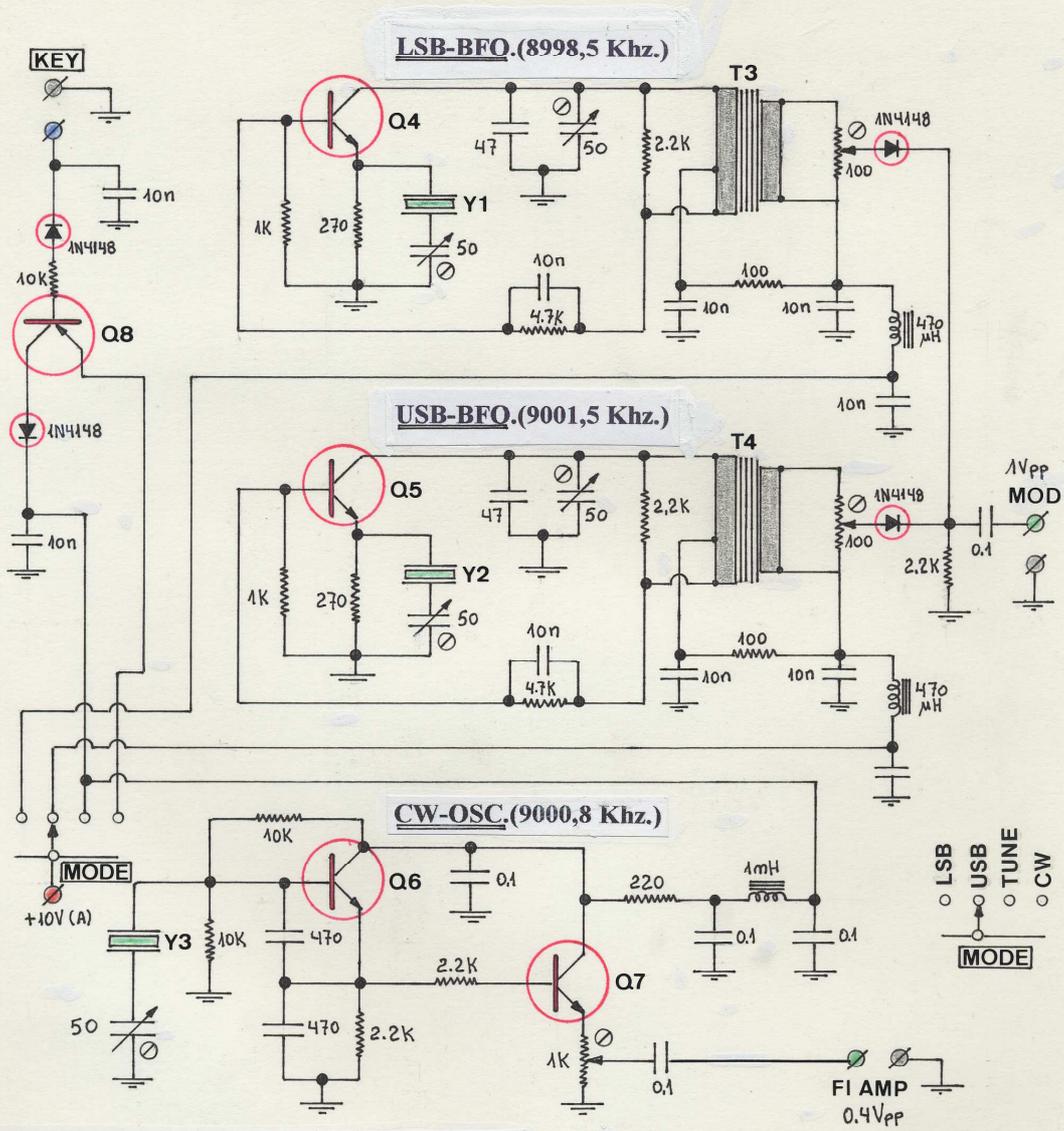


**Figura N°4(B):**Traslación de la señal AF a RF o viceversa en las modalidades BLU, en equipos Monobanda y Multibanda, con disposición reversible (RX-TX) para simplificar la ilustración.

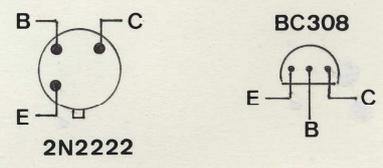
Para que la información AF sea válida e inteligible en los dos casos, una vez se ha hecho la traslación a señales RF o viceversa, es necesario tener en cuenta el cambio de frecuencia del BFO en el mismo Modo de trabajo y en cada una de las dos versiones: Monobanda y Multibanda; con ello se consigue, que para el mismo Modo ya sea: LSB o USB, la frecuencia RF en Antena, ya sea de entrada o salida (RX o TX), se corresponda y aparezca en el mismo punto de la sintonía del Dial.

Nótese que en las versiones Monobanda (excepto 80M), la frecuencia del VFO acostumbra ha estar siempre por debajo de la señal RF y en cambio, en los Transceptores Multibanda ya sea con VFO Heterodino o Sintetizados, lo hacen siempre por encima de la señal RF con lo cual, se invierte el sistema de proceso y este es el motivo, que obliga a cambiar la frecuencia del BFO.

En este ejemplo gráfico, se pone de manifiesto, una situación real en la banda de 40 Metros y en una frecuencia RF de 7049,5 KHz, en el Modo LSB, con una señal AF de 2 KHz, tanto en RX como en TX y en las dos versiones: Monobanda y Multibanda. Tener presente que en USB, se da la misma situación considerando, el necesario desplazamiento de la Portadora con respecto a la frecuencia central del Filtro de Cristal o FI.

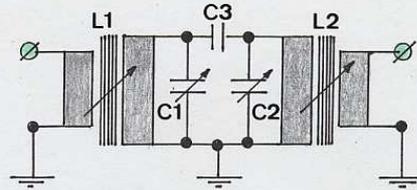


**Figura N°5:**Esquema Eléctrico de los Osciladores Locales BFO y Oscilador de Portadora CW.  
 -Q4,Q5,Q6 y Q7:2N2222;NPN;60V; 0,8 Amp;250 Mhz.  
 -Q8:BC308;PNP;30 Volts;0,1 Amp.  
 -T3 y T4:Núc. Toro. T50-6;Prim.35 esp. toma 7 esp;Sec.6 esp.  
 -Y1:CristalCuarzo HC18 de 8998,5 KHz.  
 -Y2: .. .. . 9001,5 KHz.  
 -Y3 .. .. . 9000,0 KHz.  
 Oscilador CW,ajustar a:9000,8 KHz.



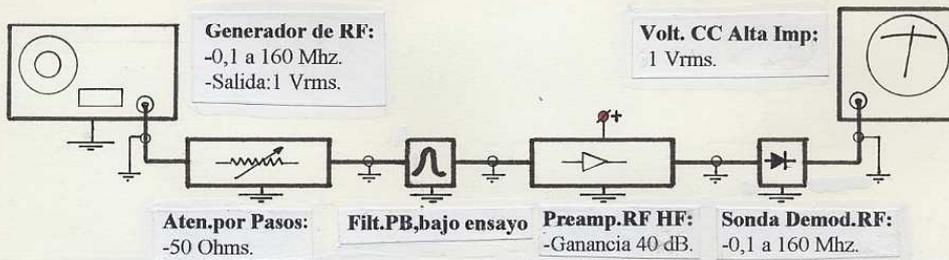
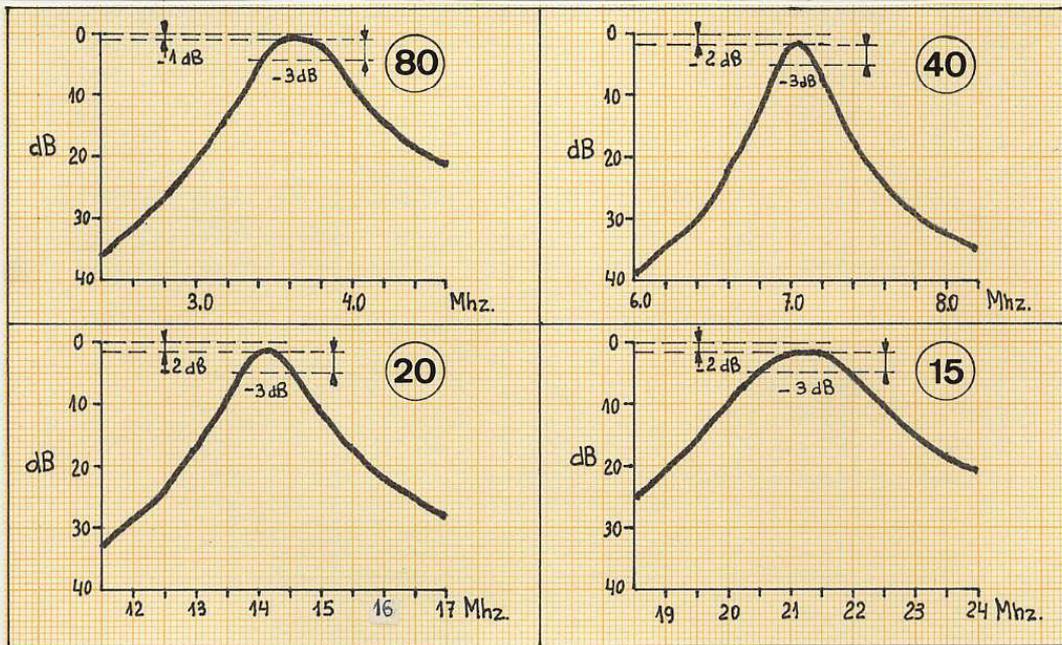
**OSCILADORES LOCALES BFO Y OSCILADOR DE PORTADORA CW.**  
 Excitador HF,SSB y CW.  
 EA3-EIS,30-10-99.

Band. Met	L1,L2 $\mu$ H	Núc.	Sint. es/hi.	C1,C2 pF	C3 pF	Acop. esp.
160	47	3333	55	150	8,2	4
80	47	3333	55	33	3,3	4
40	6,8	T37-2	37/0,3	47+40	1,8	3
30	5,6	T37-2	33/0,3	22+40	1,5	3
20	3,9	T37-2	27/0,3	40	1,2	3
17	2,2	T37-6	24/0,4	40	1,2	3
15	2,0	T37-6	22/0,4	40	1,2	3
12	1,8	T37-6	20/0,4	40	1,2	3
10	1,6	T37-6	18/0,4	40	1,2	3



**Notas:**

- Transformadores Toko:3333.
- Núc.Toroidales:T37-2 y T37-6.
- Trimers de:40 pF.
- Acoplamiento,hilo 0,6 PVC (3esp).



**Figura N°6:**Tabla de datos constructivos de los Filtros Paso de Banda y Curvas de Respuesta de dichos filtros para las bandas de:80,40,20 y 15 Metros a título de ejemplo simplificado;Las curvas se han confectionado,con la disposición que se indica en el diagrama de bloques,observense:La pérdida por inserción de 1 a 2 dB y la banda pasante a -3 dB que es,la que permite un Filtro PB de dos polos,sistema utilizado en todas las bandas.Los datos de L1,L2,C1,C2 y C3,se han establecido con la información de referencia:Apndice 2 sobre Filtros PB del libro,Solid State Design for the Radio Amateur ARRL.

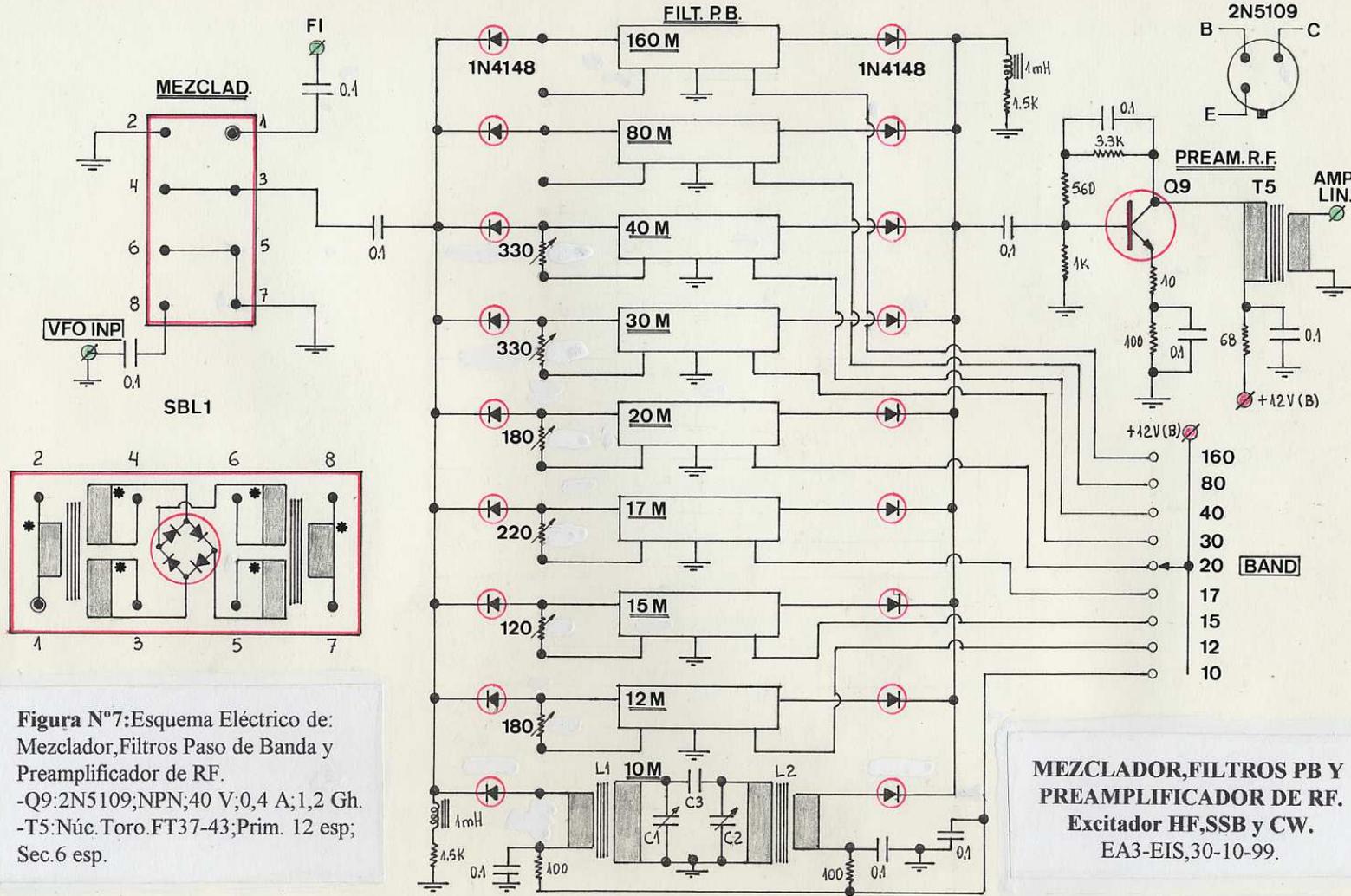
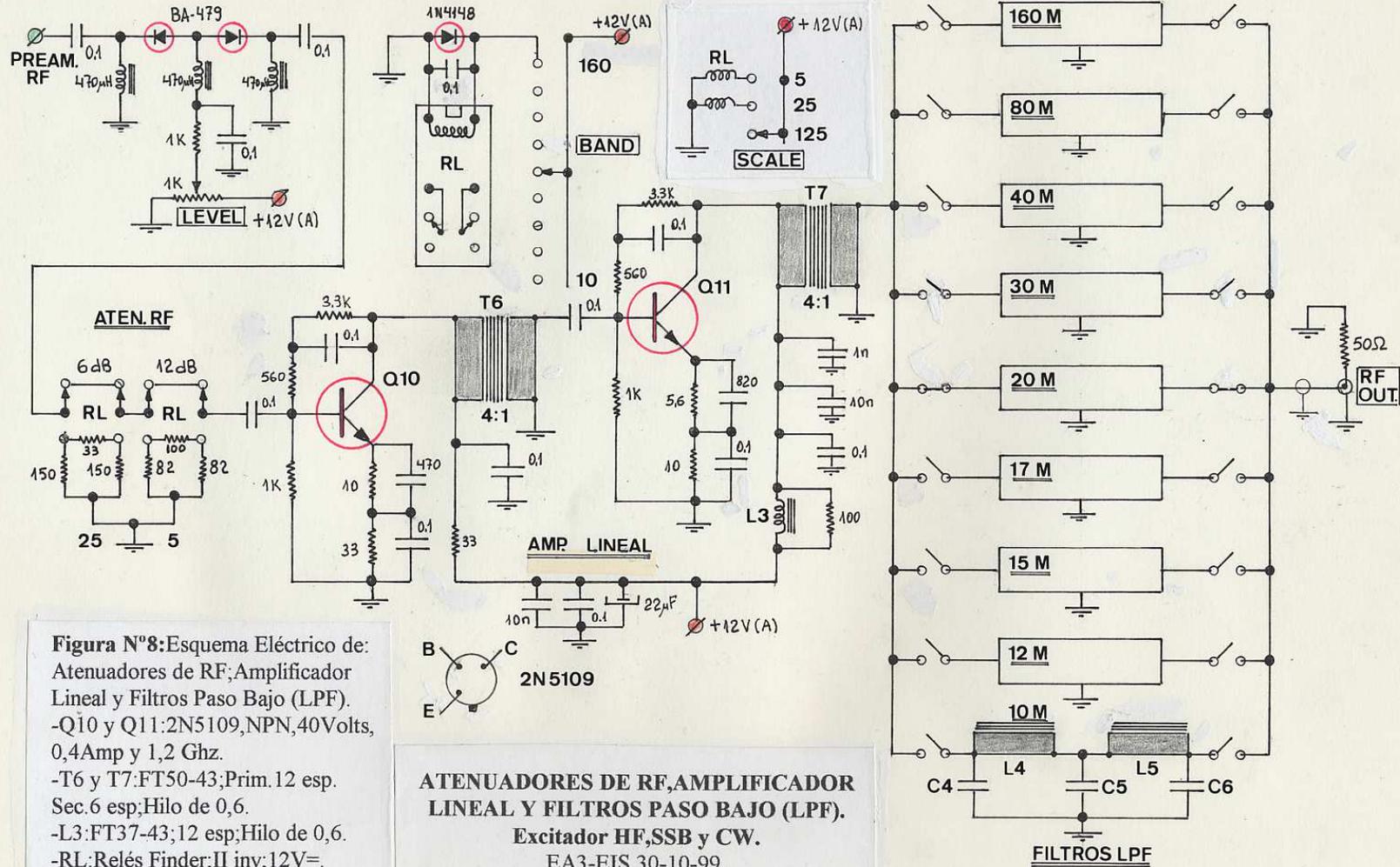
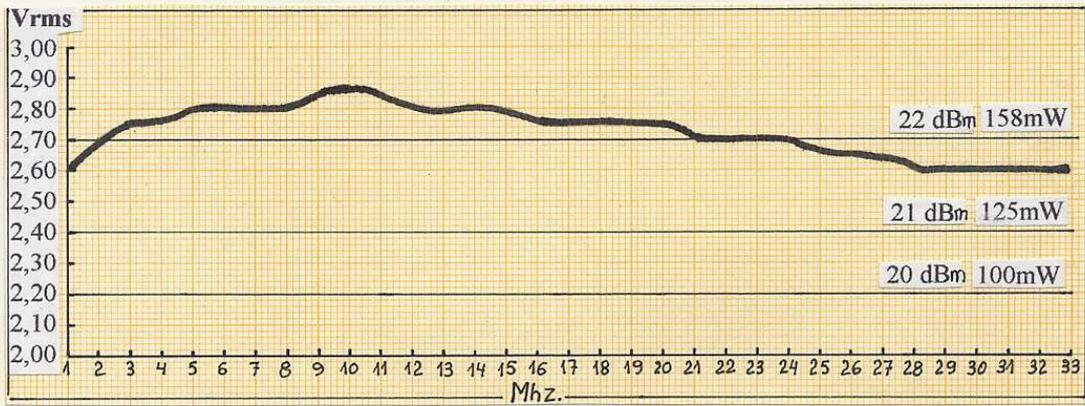


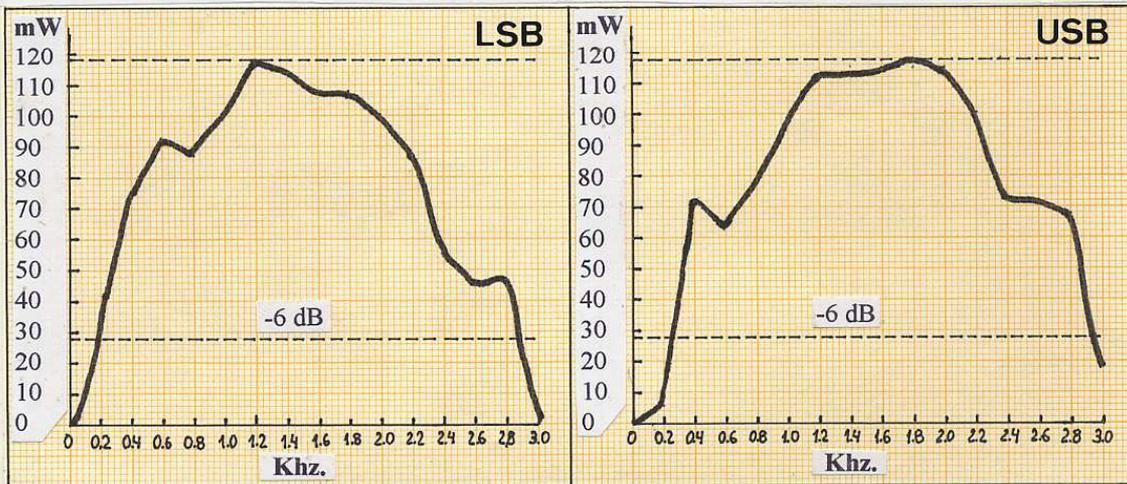
Figura N°7:Esquema Eléctrico de:  
 Mezclador,Filtros Paso de Banda y  
 Preamplificador de RF.  
 -Q9:2N5109;NPN;40 V;0,4 A;1,2 Gh.  
 -T5:Núc. Toro.FT37-43;Prim. 12 esp;  
 Sec.6 esp.

MEZCLADOR,FILTROS PB Y  
 PREAMPLIFICADOR DE RF.  
 Excitador HF,SSB y CW.  
 EA3-EIS,30-10-99.





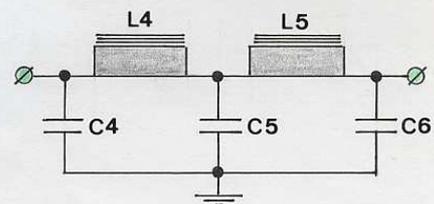
Esta Curva de Respuesta en función de la frecuencia, corresponde al Amplificador Lineal sin LPF, la señal de entrada es de 0,4Vpp, -4dBm y los niveles de salida, sobre una carga de 50 Ohms.



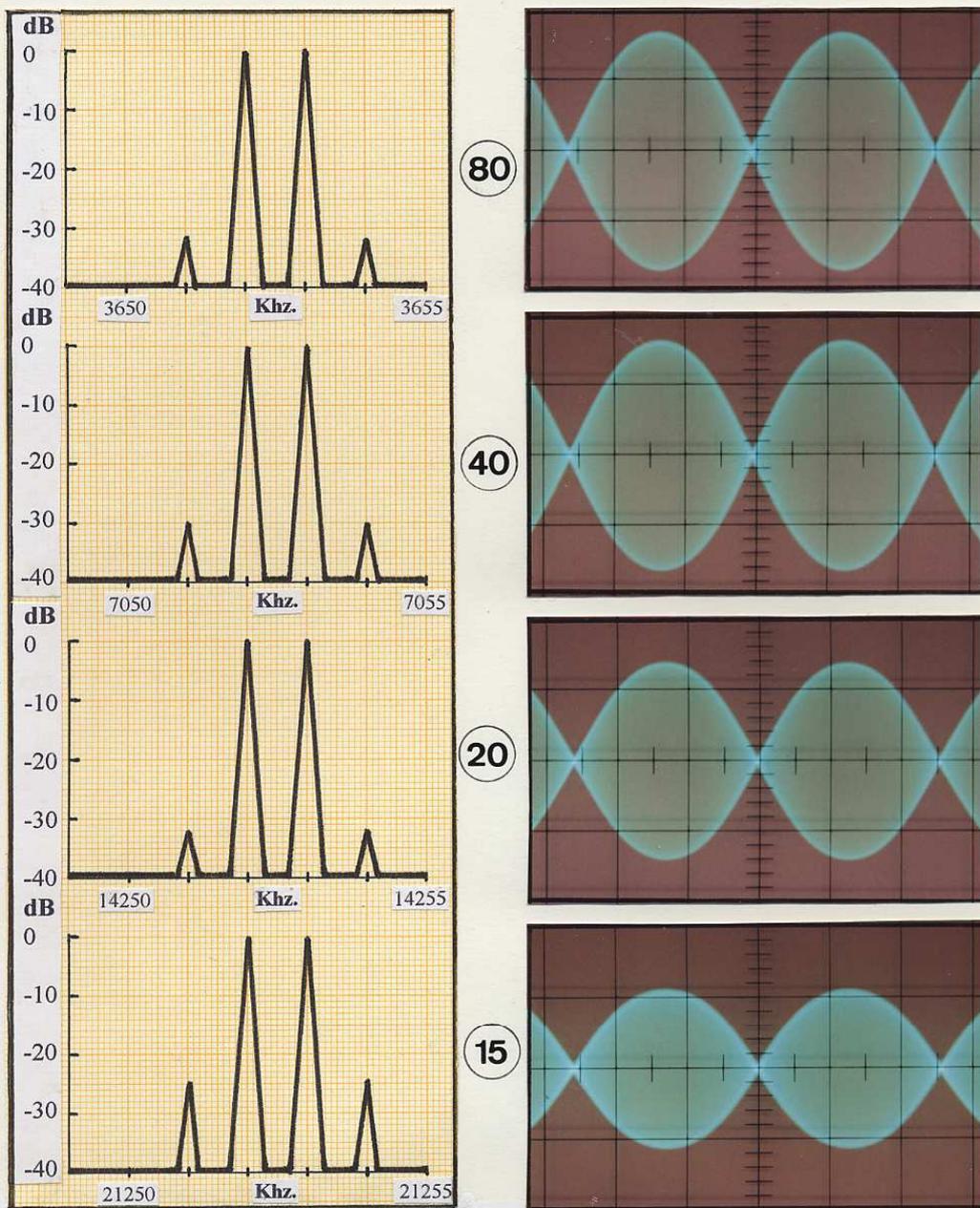
Curvas de Respuesta del Excitador en las dos modalidades: LSB y USB, con una señal de entrada AF de 7 mVpp y de 0 a 3000 Hz. Vease la Banda Pasante a -6 dB. Los niveles de salida, son en mW sobre una resistencia de carga de 50 Ohms y a 14200 KHz.

Band. Met.	L4,L5 $\mu$ H	Núc.	Esp. Hilo	C4,C6 pF	C5 pF
160	3,84	T37-2	31/0,3	1500	2700
80	2,11	..	23/0,4	820	1500
40	1,02	..	16/0,4	470	820
30	0,84	..	15/0,4	330	560
20	0,57	..	12/0,5	220	390
17	0,43	T37-6	12/0,5	150	270
15	0,36	..	11/0,5	150	270
12	0,36	..	11/0,5	120	220
10	0,30	..	10/0,5	100	150

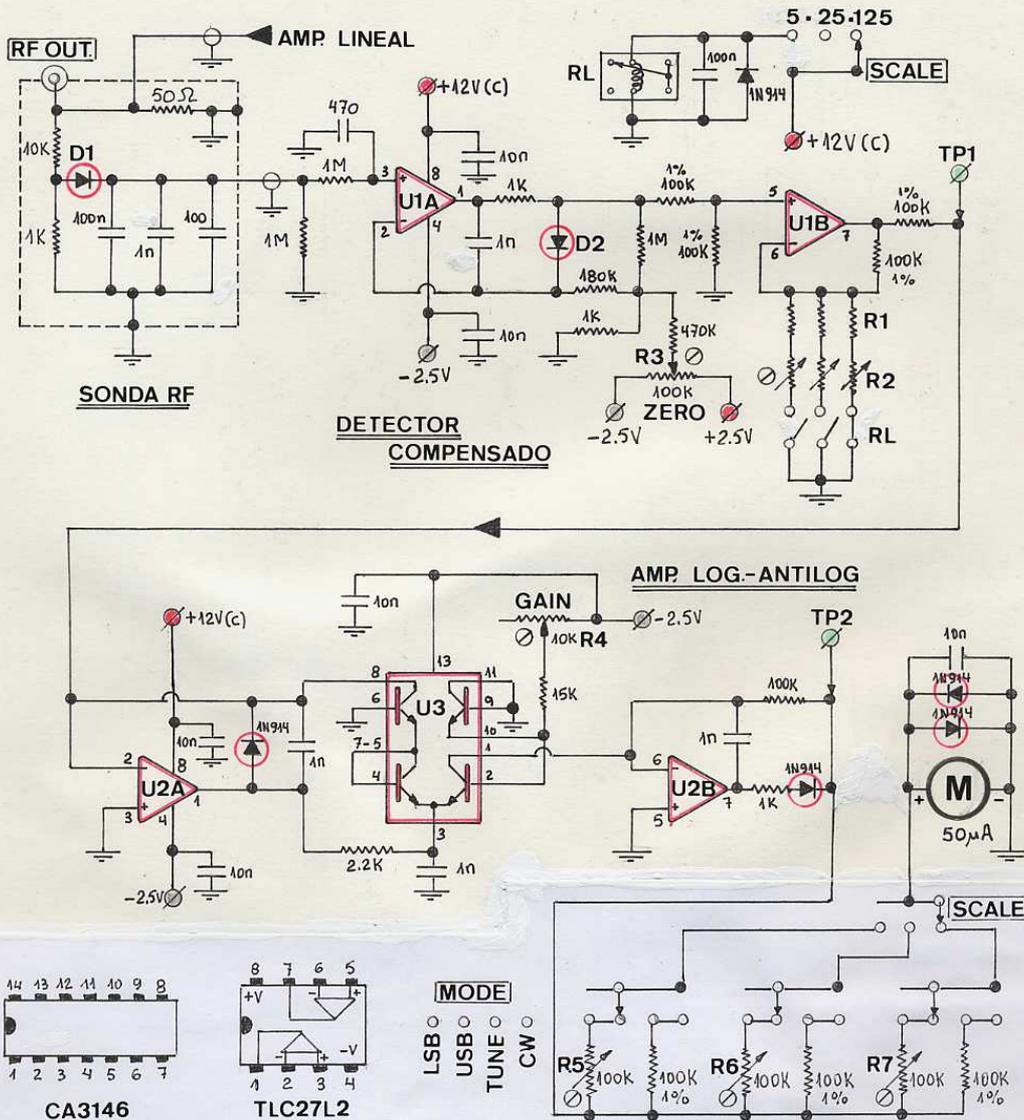
**FILTROS PASO BAJO (LPF)  
Datos Constructivos**



**Figura N°9(A):**Curvas de Respuesta y Tabla de Datos Constructivos de los Filtros Paso Bajo (LPF). La primera curva, corresponde a la respuesta del Amplificador Lineal en función de la frecuencia y en la modalidad CW. Las otras dos curvas, son a nivel de Excitador en las modalidades: LSB y USB en lo que respecta, a la respuesta en Audio Frecuencia (AF) de un solo tono de 0 a 3000Hz.



**Figura N°9 (B):** Análisis de comportamiento del Excitador Multibanda en SSB. Ambos ensayos, corresponden a la prueba de Intermodulación con doble tono y con un nivel de potencia de salida de 100 mWp. Los tonos del Generador AF, son de: 700 y 1700 Hz. Los espectrogramas que figuran a la izquierda, son una prueba cuantitativa de orden relativo y se han hecho, utilizando un Receptor de HF en el Modo CW (filtro de 600 Hz), Voltímetro de CA a la salida de altavoz e intercalando un Atenuador por Pasos, entre la salida RF del Excitador y la entrada de Antena del Receptor. La otra prueba de apreciación visual o cualitativa, se ha hecho, controlando la señal con un Osciloscopio de 20 MHz, sobre la carga de 50 Ohms en la propia salida RF. Se han tomado como ejemplo, las bandas de: 80, 40, 20 y 15 Metros. Es evidente que la prueba espectral, no es óptima si se compara con la de un Analizador de Espectros con el cual tendríamos, además de la distorsión por IMD, la pureza espectral o distorsión armónica. I es que este dispendio, resultaría prohibitivo.

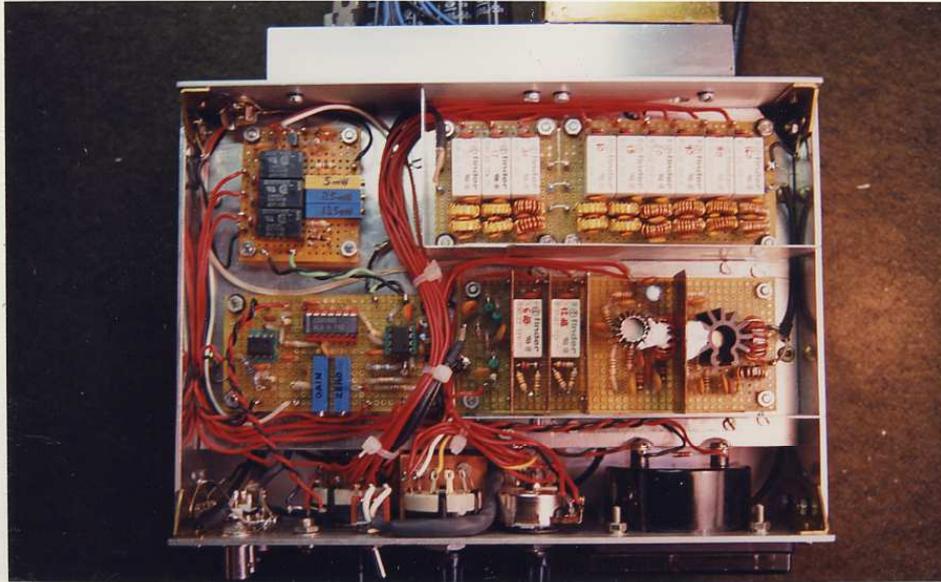


- U1,U2:TLC27L2, Amplificador Operacional, Dual.
- U3:CA3146, Array de cuatro transistores, NPN.
- D1,D2:1N5711, diodos Schotky, apareados.
- RL:Relé de un inversor, 12 Vcc.

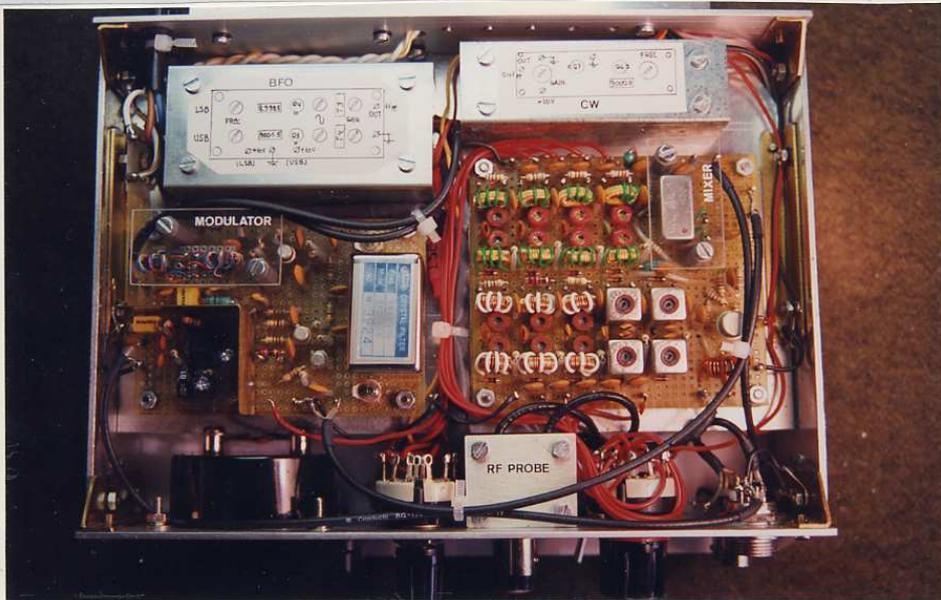
Escala	R1	R2	R1+R2
5 mW	1 K	1 K	1480
25 ..	2,2 K	2,0 K	3340
125 ..	5,6 K	2,0 K	6770

**Calibración del Medidor de Potencia de RF:** Ajustar R2 para cada escala, según R1+R2. Centrar el Cero, con R3 y controlando en TP1. Ajustar la ganancia con R4 a 5,23V en TP2 (M a fondo de escala), para el ajuste de ganancia, se aplicaran +2,23Vcc en TP1. Todos los ajustes, se harán en la escala de 5 mW y controlando, con un Voltmetro de Alta Impedancia Digital, hasta aquí los ajustes de CW en W. Para SSB o Wpew y partiendo, de una señal AF de doble tono en la entrada, es necesario retocar los potenciómetros: R5, R6 y R7, hasta conseguir la correspondiente lectura en (M), de igual magnitud con respecto a CW y para ello, hay que controlar con un Osciloscopio, la amplitud y buena forma de las señales, en cada uno de los Modos, Escalas de Potencia de RF y sobre la salida con carga incorporada de 50 Ohms.

**Figura N°10:** Esquema Eléctrico del Módulo Medidor de Potencia de RF.



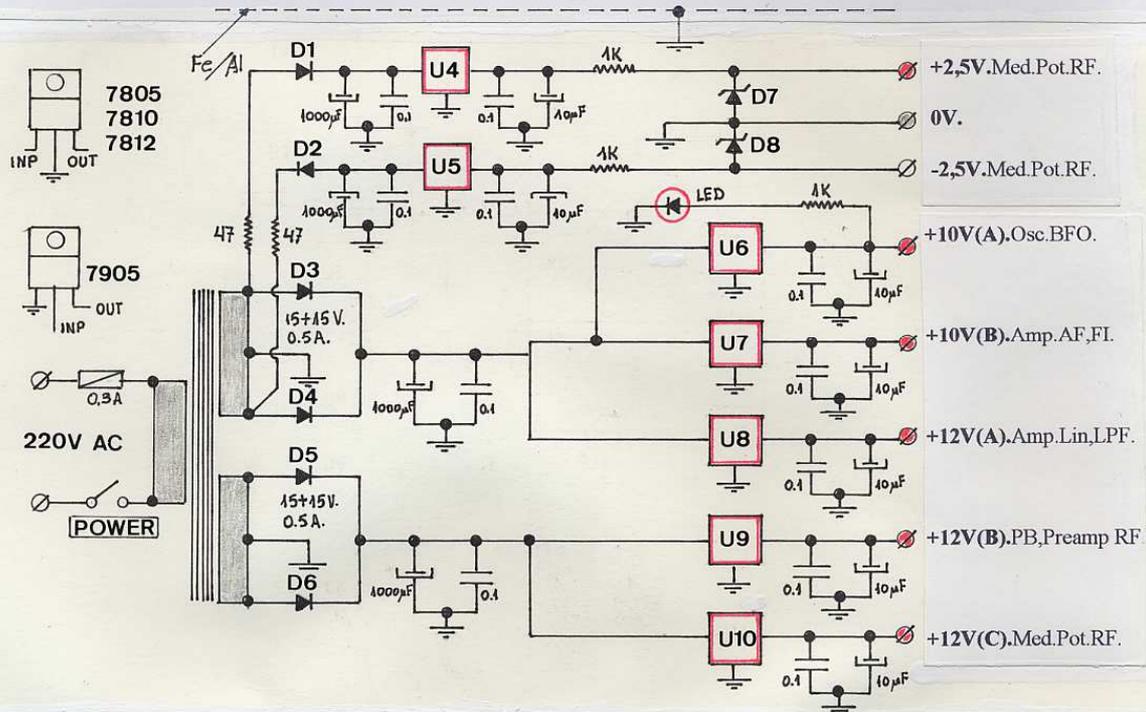
**Figura N°11:**Excitador HF Multibanda para SSB y CW. Vista interior superior,de izquierda a derecha :Módulo en dos partes del Medidor de Potencia RF;Amplificador Lineal y filtros LPF ambos,separados por un blindaje.En el panel posterior parte externa,la Fuente de Alimentación y en el panel frontal:Los conectores de entrada VFO y AF,interruptor de red,selector de Modo,mando manual Level e Instrumento de c/m presentador de la Potencia en mW.



**Figura N°12:**Excitador HF Multibanda para SSB y CW. Vista interior inferior,de izquierda a derecha:Módulo con el Amplificador AF,Modulador,Amplificador de FI con el Filtro de Cristal de 9 MHz.Los osciladores BFO y CW con respectivos blindajes.En otro Módulo:El Mezclador SBL1,los filtros PB y Preamplificador de RF.Tanto el Modulador como el Mezclador,son enchufables mediante zócalos,En el panel frontal,el Instrumento de c/m,el selector de Escalas,la salida BNC de RF,selector de Bandas y conector de AF (Micro/PTT).



Figura N°13: Excitador HF Multibanda para SSB y CW. Vista exterior Frontal, de izquierda a derecha. Las entradas de señal exterior: VFO, AF y Micro/PTT, interruptor de red, selector de Bandas, selector de Modo, salida de RF, ajuste de nivel Level, selector de Escalas e Instrumento de c/m con sus tres escalas de Potencia en mW y de carácter lineal.



-U4:7805,-U5:7905,-U6 y U7:7812,-D1 a D6:1N4004,-D7 y D8:Zeners de 2.5 Volts.

Figura N°14:Esquema Eléctrico,de la Fuente de Alimentación estabilizada para el Excitador HF Multibanda SSB y CW