

Nº25: AMPLIFICADOR LINEAL HF MULTIBANDA (450 W)

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 08-02-03.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

Después de las últimas experiencias constructivas, de comunicados establecidos con equipos transeptores para HF QRP “home made”, de haber pasado como todo sufrido y paciente radioaficionado, por momentos en que las condiciones de propagación o de posible ruido de cualquier índole en bandas bajas, no favorecen en nada la escucha de manera cómoda por parte del corresponsal de turno; me hizo pensar, en la posibilidad de llegar a disponer de un amplificador lineal, que me permitiera aumentar la potencia útil, dentro de unos límites razonables (15 dB) pues no soy partidario de la potencia excesiva, salvo cuando se dan las condiciones indicadas.

Por otra parte también he de decir, que desde el punto de vista constructivo, es altamente formativo, el poder emprender por si mismo un montaje y vivencia de este tipo, considero que es una práctica que figura en los principales manuales y publicaciones periódicas del mundo de la radio por lo tanto, creo que merece la pena el ser tomada en consideración esta iniciativa, sobre todo para aquellos que tienen posibilidades y todavía no han podido optar por esta experiencia.

Haciendo énfasis en las posibilidades, he de confesar que yo tomé la decisión, al poder contar con un amplificador de VHF de desguace, hay ciertos materiales y componentes que son difíciles de conseguir en el mercado doméstico, esto me facilitó bastante las cosas desde el punto de vista de adquisición de materiales especiales en general; en cuanto al montaje, se podría decir, que ha sido una adaptación en lo esencial, como se verá más adelante.

CARACTERISTICAS

Las características principales de este amplificador lineal HF multibanda, son las siguientes:

| | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Margenes de frecuencia | : 80 metros, de 3500 a 3800 KHz. |
| | : 40 .. 7000 a 7200 .. |
| | : 20 .. 14000 a 14350 .. |
| | : 15 .. 21000 a 21450 .. |
| Modos | : SSB y CW. |
| Potencia de excitación CW/SSB | : 11 a 15 W |
| Potencia de salida CW/SSB | : 450 W máximo. |
| Impedancia entrada y salida | : 50 Ohms. |
| Maniobra Rx – Tx | : PTT 0 volts. |
| Alimentación | : 125-220V / 6-3 Amp. |
| Dimensiones y peso | : 430x180x360 m/m y 20 Kg. |

DESCRIPCION Y CONSTRUCCION

La Válvula: Una de las partes más importantes a considerar, en el proyecto y en la construcción de un amplificador lineal para HF, es sin lugar a dudas, el tipo de elemento activo o válvula a utilizar y no solamente por sus características o prestaciones sino también, por el costo económico que puede representar. La válvula en cuestión, es la 3CX400A7 ó 8874, es un triodo de alto- μ , dispuesto con grilla a masa, refrigeración forzada por turbina y trabajando en clase AB; es evidente, que quizá no es la solución más conveniente desde el punto de vista económico, para

conseguir unas determinadas prestaciones, pero debo insistir que esta parte tan importante, estaba en el equipo de desguace que hoy se cuestiona y definitivamente, sin pensarlo más puse manos a la obra. Ver las características de la válvula, en la Figura N°1.

Puntualizado el tema de la válvula he de decir, que exceptuando la fuente de alimentación de AT y sistema de refrigeración forzada, me dediqué a modificar todo el resto de circuitería como es: El circuito de excitación, circuito de polarización, circuito de placa, circuito tanque de placa, y finalmente la parte de maniobra y control.

Circuito de excitación: El circuito de excitación con entrada por cátodo, se ha resuelto mediante circuitos adaptadores de impedancia en "Pi" seleccionados por relés RL4 y por una de las secciones del conmutador selector de Bandas, cada uno de los cuatro circuitos LPF, consta de dos capacidades fijas C3, C4 y una inductancia L3 variable mediante núcleo ajustable, todo ello montado dentro de una caja o blindaje y con los ajustes accesibles desde el exterior mediante destornillador. Este sistema, permite adaptar la impedancia de entrada por cátodo hacia la salida del transceptor (50 Ohms) de manera óptima i con un mínimo de ROE, la capacidad de acoplamiento entre cada uno de los circuitos "Pi" seleccionados y el cátodo es de 10 nF, 1Kv del tipo cerámico; así mismo y por tratarse de una válvula triodo de caldeo indirecto, se ha modificado el choque de filamento CH2 consistente, en un núcleo de ferrita 100x10 m/m de diámetro, con 25 espiras II juntas y para evitar problemas de RF hay una capacidad de 10 nF en paralelo con el filamento y también, capacidades de 10 nF entre cada entrada del choque de filamento y masa con tal de evitar la fuga de RF por la vía de los 6,3 V CA, todos estos condensadores, son del tipo cerámico y de 1 Kv. La grilla de control, está conectada directamente a masa, patillas 4, 7 y 11. Ver Figuras N°2 y 5.

Circuito de polarización: El circuito de polarización, consiste en una fuente fija de tensión continua que viene condicionada por un divisor de tensión resistivo y un diodo de Zener de 7,5 V , 5 W (1N5343), esta tensión constante de polarización (bias), que se aplica al cátodo y filamento de la válvula a título permanente, es la que permite que la válvula como elemento activo, pueda trabajar en clase AB dando ello como resultado, un comportamiento óptimo en cuanto a distorsión por intermodulación en la modalidad SSB, el consumo de placa en reposo, es de 30 mA. Ver Figuras N°5 y n°6.

Circuito de placa: En el circuito de placa de la válvula, se aplica la tensión a través de una bobina de choque la cual, no debe de ser resonante en ninguna de las bandas de trabajo; este choque CH1 tiene otra particularidad importante como es, el paso de la alta tensión hacia el ánodo o placa y por lo tanto, es necesario que sea construido sobre una forma cilíndrica de material aislante que se comporte adecuadamente ante la RF y también, en lo que respecta a la alta tensión (2200 Volts), el material que se ha utilizado es el Teflón, que se suministra en barra cilíndrica de 20 m/m, los datos constructivos, fueron descritos por Doug DeMaw, W1FB, QST 1979 y también por EA3-ALV, CQ 08-97. Entre el ánodo de la válvula 8874 y el circuito de carga o tanque de placa, se inserta un supresor destinado a evitar autooscilaciones de VHF, este dispositivo RL, consiste en tres espiras al aire de hilo de Cu plateado de 1 m/m sobre una resistencia de carbón (no inductiva) de 47 Ohms 1 W. El condensador de bloqueo y acoplamiento con el tanque de placa es de 6 nF y 6000 V del tipo cerámico, es importante que sea de la máxima calidad para prevenir cualquier fallo que podría ser fatal, para el equipo y también para el operador, para prevenir una eventual perforación de dicho condensador, se ha dispuesto un choque CH3 de 2,5 mH y 250 mA en paralelo con la salida de Antena, a efecto, de derivar a masa la alta tensión en caso de cortocircuito y así, poder fundir el correspondiente fusible de seguridad. Ver Figuras N°3 y 5.

Circuito tanque de placa: Dicho circuito tanque de placa de configuración "Pi", nos permite, mediante ajuste manual, adaptar las impedancias de carga de placa y de salida (50 Ohms)

además de ejercer, el efecto volante sobre la corriente de placa suministrada por impulsos no senoidales (clase AB). La capacidad C1 Plate, es un condensador variable de 101 pF / 4500V Cardwell, con mando reductor 6:1 y dial de 0 a 100; para poder cubrir la banda de 80 Metros, fué necesario añadir un condensador de 80 pF /5000V el cual, se selecciona por el selector de bandas. El condensador C2 Loading, es de 488 pF /2000V de la misma marca y también, con mando reductor y dial ; como en el caso anterior, fue necesario el añadir, capacidades de mica 500V seleccionables en las cuatro bandas. La bobina L1 con una inductancia total de 17 uH, comprende 27 espiras de hilo plateado de 1,5 m/m, con separación de 2,5 m/m y sobre diámetro de 53 m/m, también dispone de tres tomas intermedias para las bandas de 40, 20 y 15 metros; esta bobina, queda soportada por piezas de policarbonato unidas por tornillos de Nylon. Es evidente, que todas estas combinaciones de capacidades fijas añadidas y seleccionables, han sido motivadas muy a pesar mío, al no disponer de condensadores adecuados en cuanto a capacidad máxima, pero se trataba de aprovechar o de reciclar recursos materiales. Para dar solución al selector de bandas Bandswich, utilicé un conmutador de dos pisos del tipo cerámico el cual, formaba parte del equipo y una tercera sección en fibra de vidrio, se ha utilizado para poder seleccionar los relés RL4 de los circuitos "Pi" de entrada. Para solucionar el conexionado o tomas de la bobina L1, utilicé malla de cobre plateada y terminales engastados soldados en la propia bobina, esta parte es muy importante pues la RF cuando hay cierta potencia, no perdona el andar con poca superficie de conducción en el conexionado ni la utilización, de contactos precarios, en el conmutador selector de bandas. Ver Figuras N°4 y 5.

Fuente de alimentación: La fuente de alimentación, parte de un transformador con un primario de 125 V y secundarios: Filamento para la válvula 8874 de 6,3 Vrms, alta tensión de placa 1650 Vrms, de polarización maniobra y control 20+20 Vrms y activación relés de los circuitos "Pi" de excitación 13,6 Vrms. Para poder conectar, el Amplificador Lineal a la red de 220V, se ha intercalado un autotransformador 220/125 V / 1000 VA dispuesto en el exterior en conexión fija, pensé que era mejor esta solución y además por seguridad del propio equipo, es preferible que este, permanezca conectado siempre a 220 V que a 125 V; otra cuestión importante, es que todas las tensiones están en un solo transformador. La alta tensión, se obtiene al rectificar los 1650V mediante un dispositivo puente formado por cuatro diodos de AT, la salida positiva del rectificador puente, va a una unidad de filtro de siete condensadores electrolíticos en serie (7x210 uF / 450 V), para el reparto igual de las tensiones en dichos condensadores, hay una serie de resistencias (7x60 K / 2 W) en paralelo con los mismos y que también, facilitan su descarga a masa (bleeder). A la salida de este sistema de filtrado ya se dispone de una AT de 2200V a plena carga y con un rizado que debería de ser aceptable, cave añadir, que en el recorrido hasta el circuito de placa, lleva intercalado un filtro LC de RF Paso Bajo de cinco elementos (CH4, CH5) además del choque CH1. Exceptuando el secundario de AT, el resto llevan fusibles de protección, el de filamento 6,3V de 3 Amp, el de selección de relés circuitos "Pi" 13,6 V de 1 Amp, el de polarización y maniobra 20+20 V de 2 x 1Amp y el fusible general de entrada a 125 V es de 6 Amp. La turbina de refrigeración de la válvula 8874, va conectada sobre la entrada de 125 V y queda funcionando a permanencia al conectar el equipo a la red. Ver Figura N°6.

Maniobra y control: La maniobra que parte voluntariamente y de manera principal del PTT (Pulsador de Micro para Hablar), contacto normalmente abierto se cierra al pulsar (0 V) y además de poder pasar el Transceptor a la función transmisión TX, mediante un cable de interconexión, también permite activar el relé de Antena RL1 en el Amplificador Lineal, este relé consta de dos circuitos inversores, uno que gobierna la entrada del Amp Lin (RF 50 Ohms) y otro que lo hace con la salida (RF id) del mismo, el sistema es el siguiente: En la función recepción RX, la conexión de salida del Transceptor, va directamente hacia la Antena y en TX , la señal de excitación del Transceptor, va hacia el cátodo de la válvula por el inversor de entrada y la potencia de RF

generada, hacia el sistema radiante a través del inversor de salida; la no activación de este relé RL1, es posible con el conmutador de palanca (S1) Normal-Standby, en el segundo estado (Stby), el amplificador lineal queda fuera de servicio voluntariamente funcionando solamente, el Transceptor (QRP). Existe otra posibilidad cual es, el poder sintonizar el tanque de placa (mandos: Plate y Loading) de manera interna y sin necesidad de emitir RF al contar, con una carga artificial de 50 Ohms que lleva incorporada en el interior del propio amplificador lineal, esta función, se selecciona por otro conmutador (S2) Tune-Operate, en el primer estado (Tune), se activan RL1 y RL2, este segundo relé de un solo contacto inversor, es el que permite conectar la carga artificial en lugar de la Antena, con este mismo conmutador, se activa o desactiva otro relé RL3 que interconecta, una resistencia de 10 Ohms/25 W con el primario de 125V a fin de limitar la potencia al hacer los ajustes. Estos tres relés: RL1, RL2 y RL3, funcionan a 24Vcc, los mandos de accionamiento que se han mencionado incluido el de desconexión general Power-Off (S3) situados en el panel frontal, cada uno de ellos dispone de un indicador luminoso de color distinto para los estados: Power, Normal y Tune. Para tener un control visual de la potencia reflejada (SWR), potencia directa (PO), corriente de placa (IP) y alta tensión (HV), disponemos de un selector Multimeter y de un indicador analógico de c/m con escalas graduadas que permiten tener constancia de dichos parámetros, para la potencia reflejada y directa hay un sensor interno en la línea coaxial de 50 Ohms hacia la Antena y para muestrear tanto la corriente como la alta tensión del circuito de placa, hay unos divisores de tensión que permiten acceder a dicho control. Para una mayor claridad de todo lo expuesto, véanse las figuras: N°1 Características de la válvula 8874; N°2 Choque de filamento CH2; N°3 Choque de placa CH1; N°4 Soporte de la bobina L1, del tanque de placa; N°5 Esquema Eléctrico, del Módulo de Potencia RF; N°6 Esquema Eléctrico, Fuente de Alimentación, Maniobra y Control; N°7 Vista exterior del amplificador lineal HF multibanda; N°8 Vista interior general; N°9 Vista interior del Módulo de Potencia RF; N°10 Vista interior: Fuente de Alimentación, Maniobra y Control.

PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha y los ajustes necesarios, no han presentado mayor dificultad, primero y con la válvula 8874 fuera de servicio, verifiqué todas las tensiones y comprobé la correcta ejecución de las maniobras así como, la activación de todos los relés y también el funcionamiento de la turbina de refrigeración. Posteriormente y después de comprobar la presencia de la alta tensión, mediante el medidor Multimeter, procedí a insertar la válvula en su zócalo, montar la chimenea de conducción y conectar una carga artificial en la salida de Antena, todo esto, con el equipo parado y con las debidas precauciones, el siguiente paso, fue el dar nuevamente corriente al equipo y comprobar también con el Multimeter, la intensidad de placa en ausencia de señal que era de unos 30 mA y con lo cual, ya me sentí más optimista; posteriormente y con muy poca potencia de excitación CW e interconectando, un Vatímetro direccional entre el amplificador lineal y el transceptor, me dediqué a reajustar los circuitos "Pi" de entrada a mínima ROE, previamente había hecho un ajuste con un Dip Meter; es evidente, que todos estos ajustes requieren un tanteo final entre los circuitos "Pi" de entrada y el tanque de placa mandos: Plate y Loading controlando, la potencia directa de salida con el medidor Multimeter, posición del selector PO sobre una carga artificial de 50 Ohms / 2 Kw refrigerada; esta prueba en el modo CW, ha dado una potencia máxima para cada banda, según se indica en la tabla final, para una excitación de 11 a 15 W. La intensidad máxima de placa en esta prueba de CW, es de 300 mA, para una tensión de +2200 V.

También se ha hecho un análisis de comportamiento cualitativo de este amplificador lineal multibanda como es, la prueba de intermodulación por doble tono en los dos modos: LSB y USB, en las cuatro bandas de: 80, 40, 20 y 15 Metros, a un nivel de potencia máxima, con mínima distorsión por intermodulación y saturación. Pueden verse estos ensayos de apreciación visual, en la Figura N°11, Análisis de Comportamiento.

COMENTARIOS FINALES

Quizá una de las prestaciones que pueden llamar más la atención de este amplificador lineal multibanda, es la ganancia en 15 dB que puede aportar, ante una señal de entrada relativamente baja, esto hay que atribuirlo sin lugar a dudas, al tipo de válvula utilizado y este es uno de los aspectos, que me ha dado más satisfacción de dicho amplificador lineal.

Una vez ya terminado este montaje, me reafirmo en lo que venía a decir en la introducción, este trabajo de carácter más bien práctico y estimulante a la vez, me ha permitido introducirme en una faceta que desconocía y por lo tanto, no podría pasar por alto la literatura al respecto que he consultado la cual, ha hecho posible, el llevar a buen término esta experiencia y por lo tanto, quiero aprovechar la oportunidad para mostrar mi reconocimiento y gratitud hacia aquellos autores que nos hacen fácil lo difícil. Saludos de Joan, EA3-EIS.

MODIFICACIONES

Posteriormente pasado el tiempo (21-10-11), se ha introducido alguna modificación, con la idea de mejorar la adaptación de impedancia de los filtros LPF con respecto a la entrada por cátodo de la válvula 8877 y también la posible interacción entre ellos. Los cambios han consistido, en substituir las inductancias variables L3, por núcleos toroidales bobinados, asociados a las capacidades fijas C3 y C4 los cuales, forman el circuito "Pi" de cada una de las bandas. Todo el conjunto que forman, los cuatro filtros LPF más los relés, se ha montado en una placa de CI con una sola cara de Cu, con isletas practicadas mediante broca especial tipo corona, con el fin de disponer de buenos retornos comunes de masa, tanto de las capacidades como de las entradas y salidas de potencia. Los cuatro relés son los mismos (Finder 30.22 de +12 V) y se han pegado unitariamente, sobre una pieza de plástico con dos taladros los cuales, permiten la sujeción por tornillos M 2,5 sobre la placa de CI. De manera previa y en cada banda, se determinaron mediante ensayos, la inductancia y las capacidades de entrada y salida del filtro que llegan a ser distintas, ello por una cuestión de adaptación de las impedancias. El resultado de dicha modificación, ha sido una mejora de la ROE entre el transeptor excitador y la entrada del amplificador, además de un aumento en la potencia de salida CW y SSB, sobre una carga ficticia de 50 Ohms. Ver figura Nº 12.

En fecha 26-08-2012, se ha efectuado otra modificación importante en el tanque L-C, al disponer la bobina L1 sobre una forma cerámica de tipo y dimensiones normalizadas. Este cambio a permitido mejorar, el rendimiento y el aumento en la potencia de salida. Ver la figura Nº 13.

LITERATURA CONSULTADA

Aquí se enumera la literatura consultada, antes durante y después de la realización de este amplificador lineal HF multibanda:

Lineales I y II Agrupació Radioaficionats Calella, por Juan Aliaga Arqué, EA3-PI (qepd).
Amplificador de RF de 350W - CQ, Agosto 1997, por Xavier Paradell, EA3-ALV.
Radio Handbook - William I.Orr, W6-SAI, Marcombo S. A

TRIODO DE POTENCIA ALTO-MU 3CX400A7/8874



REGIMEN MAXIMO

- Disipación de Placa : 400 W.
- Voltaje de Placa : 2200 V.
- Corriente de Placa : 350 mA.
- Frecuencia Máx. : 500 MHz.
- Factor de Amp. : 160.
- Filamento/Cátodo : 6,3 V/3,2 Amp.
- Capacidad Ent. : 19,5 pF.
- .. Grilla/Placa : 7,0 pF.
- .. de Salida : 0,03 pF.

REGIMEN TIPICO (Push-Pull)

- Clase de Servicio : AB2.
 - Voltaje de Placa : 2000 V.
 - Corriente de Placa : 22/250 mA.
 - Corriente de Grilla : 98 mA máx.
 - Pot. de Excitación : 27 W máx.
 - Pot. de Salida : 505 W.
- NOTAS:
 -Zócalo,visto por las patillas.
 -s/ARRL Handbook,1998.

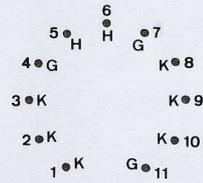


Figura N°1: Válvula EIMAC, 3CX400A7/8874, Triodo de Potencia de Alto-Mu, con conexionado del zócalo y características: Régimen máximo una sola válvula y régimen típico montaje en push-pull.

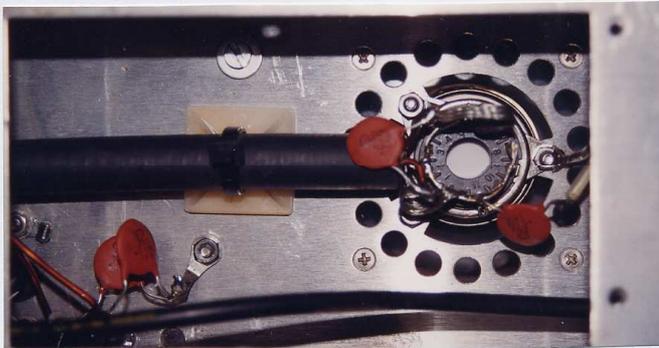


Figura N°2: Vista del choque de filamento CH2, consiste en un núcleo de ferrita de 100x10 mm de diámetro, con 25 espiras II juntas, hilo de Cu esmaltado de 1,5mm de diámetro, montado y protegido con tubo termocontractable. Pueden verse, las capacidades de paso y desacoplo de 10nF/1Kv. Todo ello, en un receptáculo aislado del circuito de placa y accesible mediante una tapa practicable. Este compartimento, conecta con la turbina de refrigeración, véanse los agujeros de salida alrededor del zócalo, que dan acceso a la chimenea situada encima del chasis.

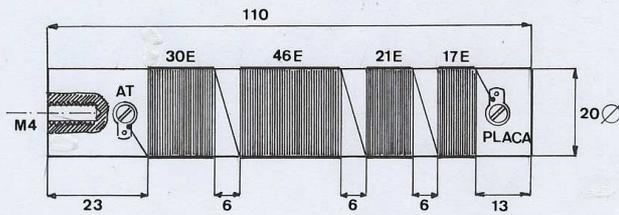


Figura N°3: Choque de placa CH1, es un bobinado muy especial según puede verse en lo que concierne a los devanados; en cada fracción, está indicado el número de espiras, el hilo de Cu que se ha utilizado es de 0,5 m/m esmaltado y la forma utilizada, es barra de Teflón de 110x20 m/m de diámetro. Los devanados con las espiras juntas y separados entre sí según medidas también en m/m las conexiones, se han hecho mediante terminales sujetos con tornillos y agujeros roscados en la propia forma de Teflón (M3) y la sujeción vertical sobre el chasis con tornillo y rosca (M4).

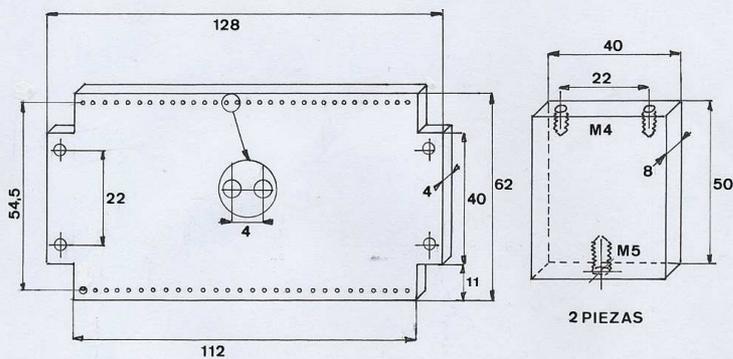
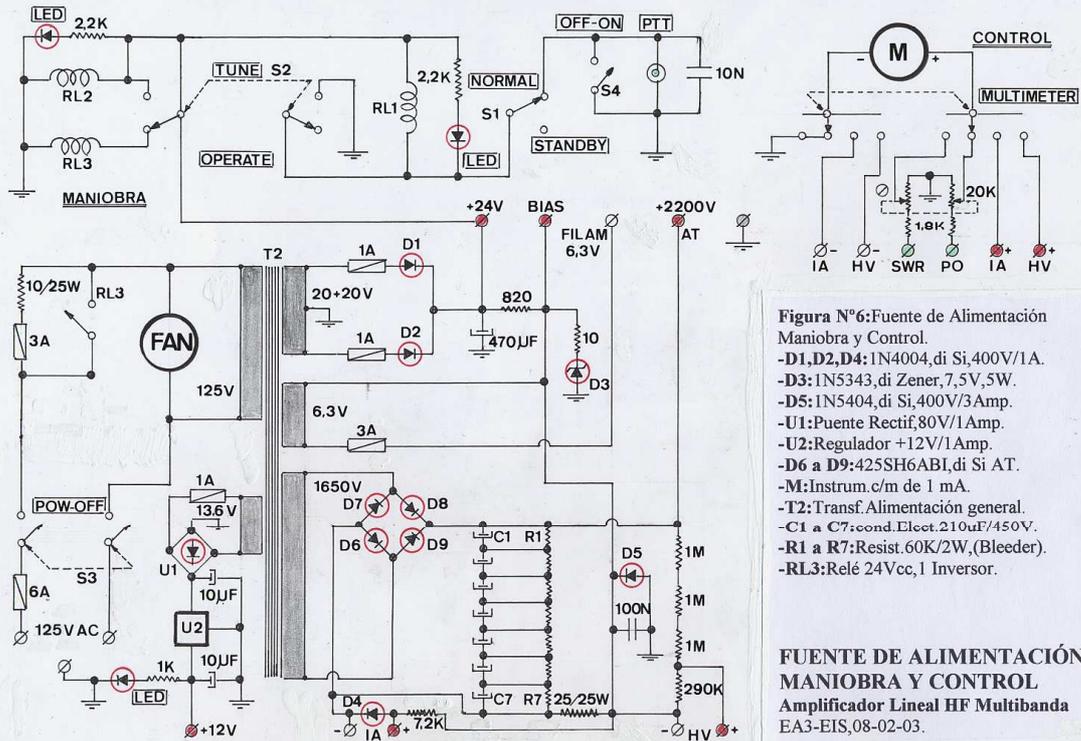


Figura N°4: Despiece del soporte de la bobina L1, del tanque de placa. La bobina una vez hecha a parte sobre una forma cilíndrica, es pasada a través de los agujeros del soporte a fin de que adquiera una cierta solidez mecánica. El hilo utilizado en la construcción de L1, es de Cu plateado de 1,5 m/m de diámetro, comprende 27 espiras separadas 2,5 m/m y con un diámetro interior de 53 m/m. Estas medidas en m/m, deben corresponder con las que se indican en el dibujo, para facilitar, la operación de montaje de la bobina en el soporte. El material utilizado en todas las piezas es Policarbonato, pues otros materiales plásticos como pueden ser, el PVC o Metacrilato, se calientan con la RF. Los tornillos de (M4) utilizados en la unión del soporte de la bobina, son de Nylon.



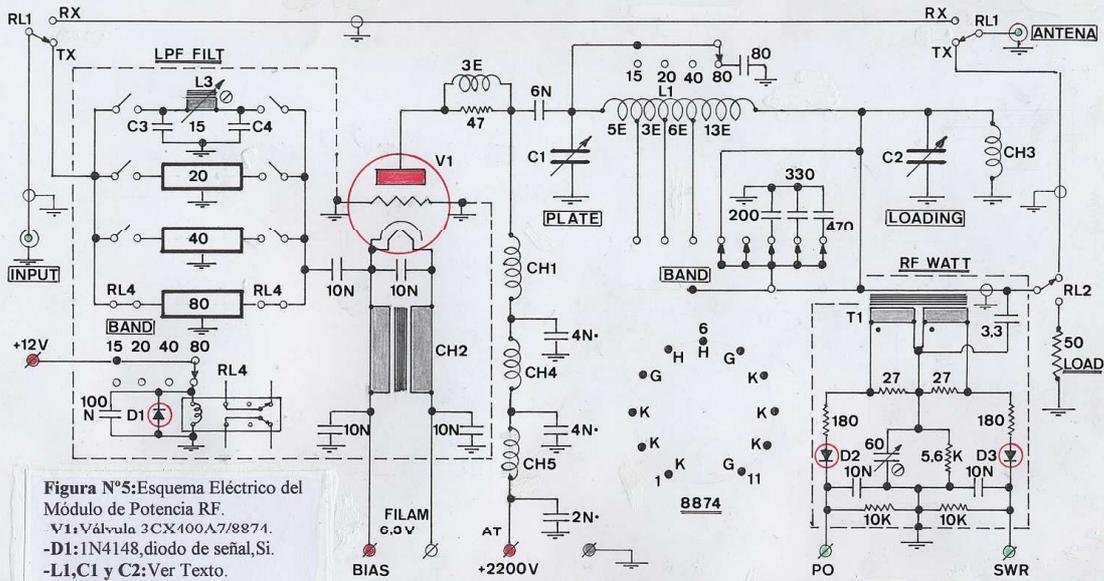


Figura N°5: Esquema Eléctrico del Módulo de Potencia RF.

- V1: Válvula 3CX400A7/8874.
- D1: 1N4148, diodo de señal, Si.
- L1, C1 y C2: Ver Texto.
- CH1, CH2 y CH3: Ver Texto.
- CH4 y CH5: 20 esp. 8m/m diam.
- RL1: Relé 24Vcc, 2 Inversores.
- RL2: Relé 24Vcc, 1 Inversor.
- RL4: Relés Finder, 12Vcc, 2 Inv.
- T1: Núc. FT50-43/7 esp II enfas. (-).
- D2 y D3: 1N5711, di Schottky, apar.

| Filtros LPF, Núcleo ajust, diam 12,5 m/m | | | | |
|--|----------|-------|-------|--------|
| Ban/Met | Frec/KHz | C3/pF | C4/pF | L3/esp |
| 80 | 3700 | 820 | 560 | 16 |
| 40 | 7050 | 270 | 220 | 12 |
| 20 | 14200 | 100 | 82 | 07 |
| 15 | 21200 | 82 | 47 | 06 |

MODULO DE POTENCIA RF
Amplificador Lineal HF Multibanda
EA3-EIS, 08-02-03.

Notas: Los cond. AT de Placa de 3 KV(+)
En el zócalo de la 8874, las patillas del Cátodo: 1, 2, 3, 8, 9 y 10 unidas.



Figura N°7:Vista exterior del Amp Lin HF Multibanda;de izquierda a derecha:Los mandos de sintonía,Plate y Loading;el Selector de Bandas:15,20,40 y 80 Met;a continuación,los conmutadores de palanca y leds indicadores:Tune-Operate,Normal-Standby,Power-Off;el selector del Multimeter SWR-PO-IP-HV y el instrumento de cuadro móvil con las respectivas escalas.



Figura N°8:Vista interior general del Amp Lin HF Multibanda;a la izquierda queda el Módulo de Potencia RF,donde destacan,el condensador C1,la bobina L1,el Selector de Bandas,al fondo la chimenea de la 8874,el sensor del vatímetro de RF y la turbina de refrigeración.Separado por un tabique de aluminio y a la derecha,tenemos el transformador de alimentación y la placa de CI donde están ubicados,el rectificador de AT,las resistencias Bleeder y condensadores de filtro,no visibles.

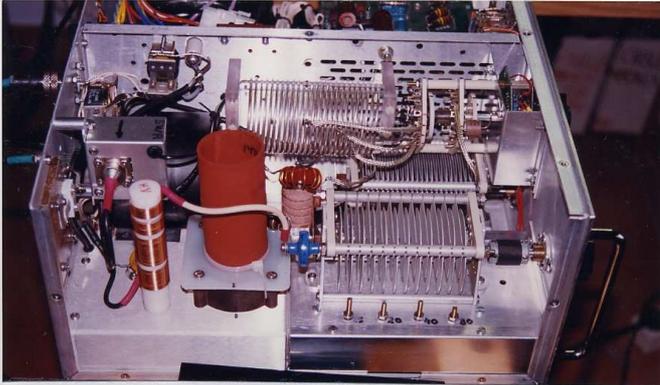


Figura N°9: Vista interior parcial del Amp Lin HF Multibanda. Módulo de Potencia RF; partiendo por la izquierda, la carga artificial adosada al panel posterior, el sensor del vatímetro de RF, los dos relés RL1 y RL2, el choque de RF CH1, La chimenea de refrigeración y en primer término, el cond de 6nF/6Kv; bobinas L1 y L2 y Selector de Bandas, choque de RF CH3, condensadores C1 y C2 y también en primer término, los ajustes de los Filtros LPF montados en el compartimento inferior,



Figura N°10: Vista interior parcial del Amp Lin HF Multibanda. Fuente de Alimentación, Maniobra y Control; grupo montado en CI que comprende, los condensadores de filtro (7x210uF/450v) en serie y resistencias Bleeder, el puente rectificador de AT; sobre chasis, autotransformador 220/125V, relé RL3 para la maniobra Tune y transformador de alimentación con sus correspondientes conectores.

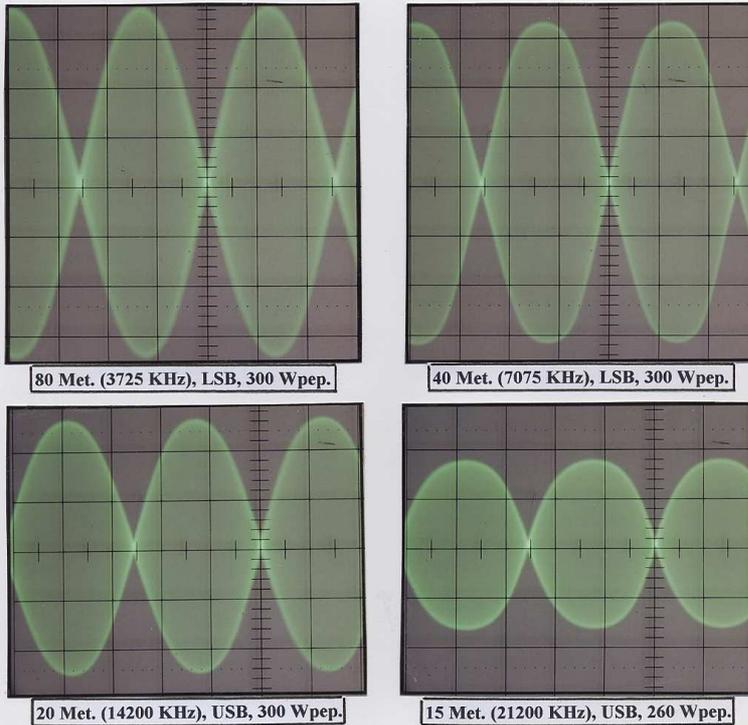
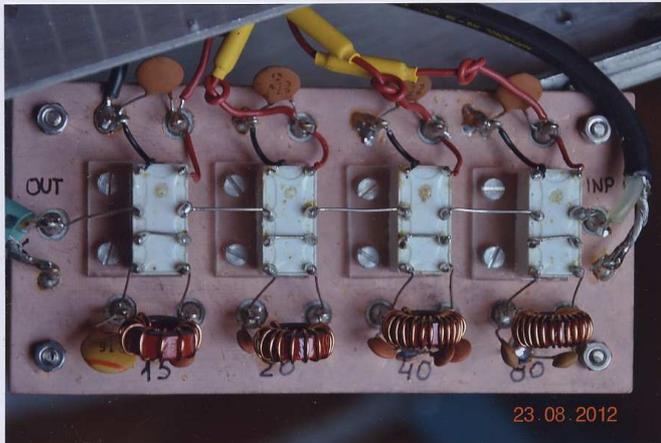


Figura N°11: AMPLIFICADOR LINEAL HF MULTIBANDA. Análisis de Comportamiento.
 Prueba de intermodulación por Doble Tono, en las cuatro bandas de 80, 40, 20 y 15 Metros, a un nivel de potencia máxima, mínima distorsión por intermodulación y saturación. La señal AF de entrada en el transceptor QRP, es de 7 mVpp y los dos tonos AF corresponden a 700 y 1700 Hz. Por ser una prueba de interpretación visual, observese la intersección central de la envolvente que tiene forma de "X", indicación clara del ajuste óptimo en la polarización de la válvula 8874. Las crestas superior e inferior de la envolvente, están condicionadas por el nivel de excitación, la característica de la válvula y por la sintonía óptima del tanque LC de placa (efecto volante), evitando con ello el recorte o splatters en la transmisión. El consumo eficaz máximo de placa en esta prueba, es de 220 mA y de reposo 30 mA. El ensayo se ha efectuado: Con un osciloscopio de 20 MHz (-3dB), deflexión vertical de 5 V/cm y una sonda atenuadora 10:1; generador AF de II tono; transceptor HF QRP multibanda; vatímetro direccional y carga artificial de 50 Ohms. Las potencias que se indican en Wpep, son de salida útil en RF, con una ganancia máxima de 15 dB respecto a la entrada, este último detalle, no deja de ser importante al considerar las prestaciones de este amplificador lineal bajo prueba. Añadir a título de resumen, que a la vista de los resultados de orden cualitativo, se podría considerar que la linealidad de este amplificador es aceptable aun contando, con la limitación en frecuencia del osciloscopio.



| Banda | L3 | Núcleo | Esp / Hilo | C3 | C4 | ROE |
|--------|---------|--------|------------|--------|--------|-----|
| 80 met | 3,10 uH | T50-2 | 25 / 0,6 | 820 p | 820 p | 1,2 |
| 40 .. | 1,53 .. | T50-2 | 15 / 0,6 | 570 .. | 470 .. | 1,2 |
| 20 .. | 0,77 .. | T50-2 | 10 / 0,6 | 330 .. | 220 .. | 1,3 |
| 15 .. | 0,50 .. | T50-2 | 08 / 0,6 | 220 .. | 150 .. | 1,6 |

Figura N°12: Amplificador Lineal HF Multibanda (450 W). Modificaciones (21-10-11):

En la foto parte superior, un aspecto del conjunto de filtros LPF, dispuestos sobre una placa de fibra de vidrio con una sola capa de Cu, dotada de isletas para facilitar el conexionado de los componentes así como, los retornos comunes de masa, los relés quedan sujetos, mediante plaquetas de metacrilato pegadas y por tornillos M 2,5. En la parte inferior, una tabla con todos los datos constructivos, además de la ROE correspondiente para cada una de las bandas, indicador de la buena adaptación de impedancias.

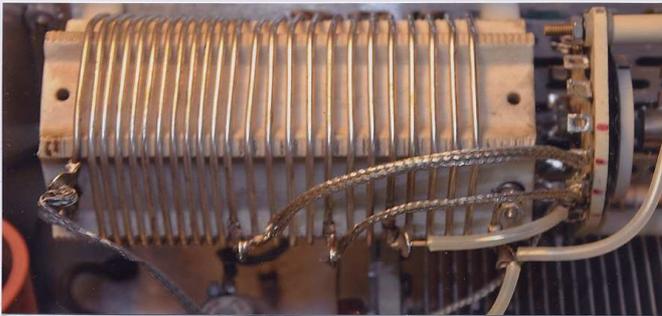
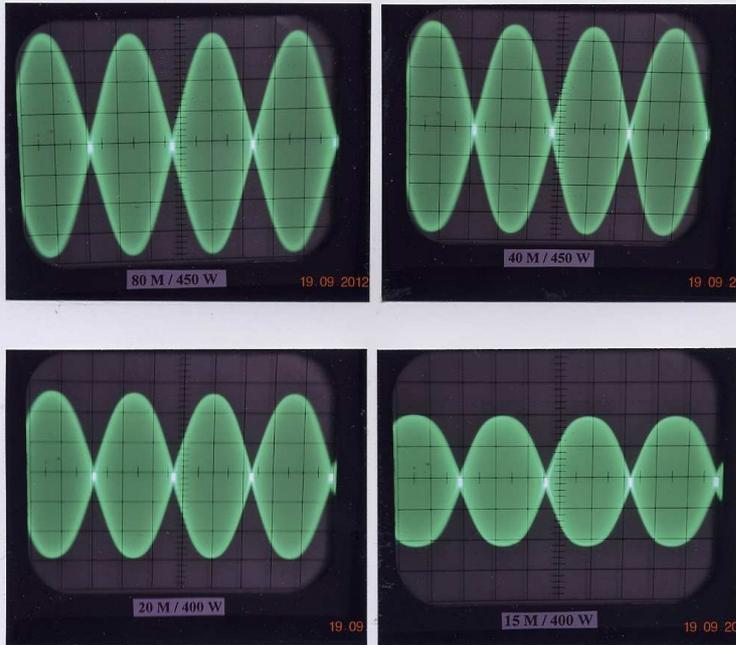


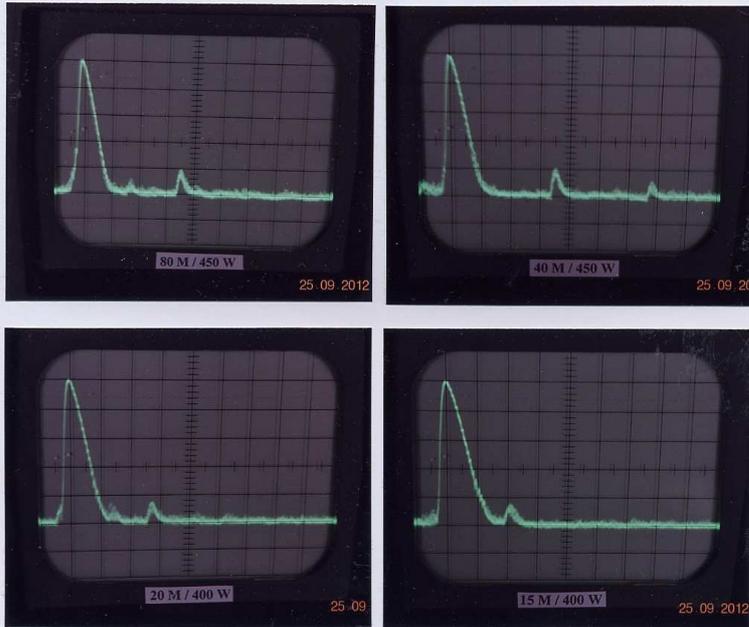
Figura N°13: Amplificador Lineal HF Multibanda (450 W). Modificaciones (26-08-12):

En la foto superior, una vista interior de la parte de RF del amplificador lineal, se puede apreciar la bobina L1 la cual, forma parte activa del tanque de potencia L-C, obsérvese que está dispuesta sobre una forma cerámica normalizada de 115x60 mm de diámetro, la sujeción al chasis de aluminio, es mediante dos soportes de Nylon y tornillos M4 y M3, estos últimos solidarios con el soporte cerámico, provistos de arandelas de baquelita; para la fijación del inicio y final del bobinado se ha procedido de la misma manera, tornillos con tuerca y arandelas de baquelita M3, las tomas del bobinado de un total de 24 espiras de hilo de Cu plateado de 2 mm, se han hecho con terminales soldados; también se ha procurado, el reducir al máximo la longitud de las conexiones hacia el conmutador de bandas y condensador C1. En la foto inferior, una ampliación y detalle de la bobina L1. Este cambio, ha mejorado el rendimiento en todas las bandas.



Amplificador Lineal HF Multibanda (450 W). Prueba de intermodulación por doble tono:

Este ensayo consiste, en aplicar a la entrada de micrófono del transceptor excitador, en modo SSB, una señal de doble tono (700 y 1700 Hz), procedente de un generador AF específico para esta prueba y controlando al mismo tiempo, la señal de salida del amplificador lineal a máxima potencia, en la pantalla del osciloscopio. Obsérvese en esta prueba de apreciación visual de la envolvente, la ausencia de recorte en las crestas y también, la intersección central en forma de "X" casi perfecta lo cual indica, la correcta polarización de la válvula 8874. El nivel de la potencia máxima de cresta en W_{pep} en cada una de las bandas, se ha controlado con un vatímetro CN-801, sobre una carga artificial de 50 Ohms / 2 Kw, un acoplador direccional de muestreo de 32 dB de atenuación y un atenuador fijo de 10 dB / 2 W, permiten extraer un muestra de señal hacia el osciloscopio.



Amplificador Lineal HF Multibanda (450 W). Prueba de la respuesta armónica:

Esta prueba de evaluación comparativa, parte de una señal en modo CW desde el transceptor excitador, a máxima potencia de salida en el amplificador lineal; en este caso también se utiliza, un acoplador direccional de muestreo para extraer la señal, hacia la entrada del analizador de espectros, precedido este, por atenuadores fijo de 10 dB / 2 W y variable por pasos. Este analizador, está asociado a un osciloscopio el cual, presenta en la pantalla del TRC de manera gráfica X-Y, la señal fundamental seguida del segundo y tercer armónico. La resolución horizontal X en pantalla, que se correspondería con el espectro de la frecuencia en cada una de las bandas, es la siguiente: para 80 metros 1 MHz / división, para 40 metros 2 MHz / división, para 20 metros 5 MHz / división y para 15 metros 10 MHz / división. La amplitud vertical Y, para todas las bandas, es de 10 dB / división. Obsérvese que en todas las pruebas, el segundo armónico, queda 40 dB por debajo de la señal fundamental la cual, se corresponde con una amplitud de 50 dB. En este ensayo a máxima potencia en CW, además del acoplador direccional y atenuadores, se han utilizado, la carga artificial de 50 Ohms / 2 Kw y vatímetro de control CN-801. Como resumen se podría decir, que este amplificador lineal a tenor de los resultados, tiene una respuesta armónica aceptable.

17



Amplificador Lineal HF Multibanda (450 W). Detalles operativos de las pruebas:

En la foto superior, una vista de la disposición del analizador de espectros y del transceptor excitador en modo CW, véase el atenuador por pasos a la entrada del analizador el cual, es un elemento imprescindible, al efectuar las mediciones de amplitud vertical Y en dB / división. En la foto inferior, todo el conjunto operativo de análisis del amplificador lineal, consistente, en la carga artificial de 50 Ohms / 2 Kw con ventilación forzada, el acoplador direccional de muestreo, el atenuador fijo de 10 dB / 2 W y el vatímetro CN-801 que permite la medición en W y Wpep.



| TABLA DE AJUSTES SOBRE CARGA DE 50 OHMS | | | | |
|---|----------------|---------|---------|---------------|
| Banda met. | Frecuencia KHz | Plate | Load | Potencia Wpep |
| 80 | 3525 | 65 | 70 | 450 |
| 80 | 3625 | 55 | 40 | 450 |
| 80 | 3725 | 45 (45) | 10 (95) | 450 |
| 40 | 7050 | 70 (70) | 80 (60) | 450 |
| 40 | 7150 | 65 (65) | 60 (30) | 450 |
| 20 | 14100 | 09 (09) | 70 (90) | 400 |
| 20 | 14200 | 08 (08) | 60 (75) | 400 |
| 20 | 14300 | 07 (07) | 50 (65) | 400 |
| 15 | 21100 | 00 (00) | 27 (45) | 400 |
| 15 | 21200 | 00 (00) | 23 (38) | 400 |
| 15 | 21300 | 00 (00) | 20 (34) | 400 |

Notas: La potencia de entrada, está entre 11 y 15 Wpep. La carga artificial es de 50 Ohms / 2 Kw. Los datos entre paréntesis, en los ajustes Plate y Load, corresponden a la antena vertical HF6V ajustada para estas bandas y frecuencias. El vatímetro utilizado en esta prueba es el CN-801. La señal de audio a la entrada de micro, es de doble tono (700 y 1700 Hz). El control de la envolvente de potencia, es por osciloscopio y acoplador direccional intercalado en la carga.

Amplificador Lineal HF Multibanda (450 W). En la foto de arriba, parte del conjunto operativo de dicho amplificador, en la cual destacan, el propio amplificador, acompañado de la carga artificial de 50 Ohms / 2 Kw con ventilación forzada, el acoplador direccional y atenuador de 10 dB / 2 W, ambos para permitir visualizar la señal de salida en el osciloscopio y el vatímetro para controlar el nivel de potencia máxima a la salida. La tabla de ajustes, es un procedimiento orientativo que permite, la sintonía del amplificador con respecto a la carga y potencia máxima.