

Nº21: RECEPTORES HF DE CONVERSION DIRECTA

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 31-08-97.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

Hace tiempo que sentía cierta curiosidad por este tipo de receptores, hasta el punto que este verano pasado, decidí llevar a término, la construcción de dos receptores de conversión directa, para la banda de 40 metros.

El primero que monté fue el receptor Sudphyte, según la versión y plaqueta de circuito impreso que me fue enviada, junto al boletín QRP, del mes de Marzo del mismo año 97.

El segundo receptor en orden de montaje y experiencia, fue el Classic-40 cuya fuente de información y estímulo, fue un artículo de Rick Campbell KK7B, publicado en QST Agosto del 92, cuya excelente traducción de Jon Iza, EA2-SN, se publicó en la revista URE Marzo del 97.

Una vez montados y puestos a prueba ambos equipos, he podido constatar por mi mismo, sus posibilidades así como también, sus limitaciones y sobre ambas cuestiones, trataré de dar mi opinión siempre desde el punto de vista, de un experimentador práctico.

RECEPTOR SUDPHYTE

Características: Las características más destacables de este receptor de conversión directa Sudphyte, son las siguientes:

Banda 40 Metros	: De 7000 a 7100 Khz.
Impedancia antena	: 50 Ohms.
Tipo de conversor	: Activo NE 602 ó NE612.
Ruido (MDS)	: -116 dBm.
Intermod (IMD)	: 75 dB (30 KHz).
Sistema de filtro	: AF 3000 Hz.
Potencia salida AF	: 0,5 W.
Impedancia salida	: 8 Ohms (altavoz o auriculares).
Alimentación	: +12 V y 50 mA.
Dimensiones y peso	: 125x80x45 m/m y 1 Kg.

Descripción: Antes que nada hay que resaltar, a parte de la simplicidad de estos receptores, el inconveniente que presentan en la recepción, pues se escuchan siempre las dos bandas laterales de toda información en el modo SSB, al ser captada esta por la antena lo cual se traduce, en que las señales aparecen duplicadas en el dial de sintonía y el nivel de ruido externo, también va en aumento con una reducción de la sensibilidad o (MDS). No obstante el comentario sigo pensando, que la simplicidad de estos pequeños receptores y las prestaciones que se han indicado, todavía son un atractivo para los amantes de los equipos QRP, razón que hay que valorar adecuadamente.

Siguiendo el curso de la señal de RF desde la entrada de antena, tenemos un atenuador manual RF por potenciómetro de 1 K, hacia el filtro paso de banda formado por: L1 y L2, ambos sintonizables por permeabilidad y acoplados por una pequeña capacidad (4,7 pF) como elemento común el cual, establece el ancho de banda útil; la adaptación de impedancias de dicho filtro, tanto de entrada como de salida hacia el mezclador es por divisores capacitivos. Este filtro proporciona a

la parte frontal del receptor, una banda pasante de 400 KHz a -3 dB lo cual, contribuye a minimizar la influencia de señales adyacentes no deseadas.

Estamos en el mezclador o dispositivo, que hace la traslación por diferencia de la información de RF directamente a AF, como es habitual en este tipo de receptores. Para esta función, se utiliza un doble mezclador balanceado NE602 ó SA602, también se puede utilizar el NE612 ó SA612, estos circuitos integrados monolíticos, contienen un doble mezclador balanceado, un oscilador y un regulador de tensión interno, El doble mezclador activo, consta de un par de amplificadores diferenciales interconectados y una fuente de corriente constante cada uno de ellos, esta particularidad activa, hace que las señales de entrada sobre las patillas 1 y 2, tenga que ser limitada a -25 dBm sobre una impedancia de 1500 Ohms, con tal de evitar la saturación de los transistores de entrada; la ganancia de conversión del mezclador activo, se estima en unos 17 dB. La alimentación del mezclador, es a +6 V estabilizados mediante un divisor Zener de 6 V.

El oscilador de frecuencia variable VFO de sintonía, es una versión Colpitts aprovechando la disposición activa y acoplamiento interno patillas 6 y 7 del mezclador. El circuito L-C externo, está formado por L3 con ajuste por permeabilidad y un varicap (BB104) como capacidad asociada, la sintonía es por un potenciómetro de 10 K lineal con mando reductor y escala de 0 a 100.

La salida balanceada del mezclador patillas 4 y 5, va a un filtro paso de banda AF del tipo pasivo L-C, con una banda pasante de 3 KHz, la salida de este filtro va a la entrada diferencial de un amplificador monolítico de AF (LM386) el cual, proporciona una ganancia máxima de 46 dB, a la salida de este amplificador AF, tenemos el mando AF Gain mediante potenciómetro de 10 K el cual, controla el nivel de señal que se aplica a un segundo amplificador (TDA2003) con salida de 8 Ohms para excitar un altavoz. La alimentación de estos dos amplificadores es a +12 V. Para esquema eléctrico y detalles, ver la Figura N°1.

Construcción: La construcción de este receptor de conversión directa es bastante fácil, todos los componentes tanto activos como pasivos, van montados en una sola plaqueta de CI salvo, el amplificador final el cual, se ha montado a parte en otra plaqueta Repro circuit, el potenciómetro de sintonía con los elementos de ajuste y diodo varicap (BB104) forman otra unidad aparte.

La caja utilizada es de mercado según las medidas indicadas en color gris, el altavoz va montado en la tapadera superior de la caja y protegido por una rejilla de PVC. las plaquetas con todos los componentes, van sujetas a la base de la caja mediante separadores exagonales M3. En la parte frontal y posterior de la caja, destacan los pocos elementos, en el frontal tres mandos: la sintonía por reductor y dial de 0 a 100, controles de ganancia AF y RF y un interruptor con led rojo Power; en la parte posterior, el conector PL de antena y conexión para los +12 V. Para mas detalles de orden constructivo y de acabado, ver las Figuras N°2 y N°3.

Ajustes y Comentarios: Los ajustes que requiere este receptor son pocos, lo primero a verificar es la alimentación y la polaridad pues si no es la correcta, no funciona por el diodo direccional 1N4004 en la entrada después del interruptor Power, una vez comprobadas las tensiones en cada CI, que el VFO genera una señal que esta dentro del rango de 7000 7100 KHz, se inyectará en la entrada de antena, una señal conocida en frecuencia y nivel que este en el centro de la banda (7050 KHz) y se ajustará L1 y L2 a máxima señal de salida, si se puede controlar con un voltímetro de CA mucho mejor; una vez hecho este ajuste, se procederá con la correspondencia entre la escala del dial de sintonía de 0 a 100 y el segmento de frecuencia de 100 KHz de 7000 a 7100 KHz, mediante las resistencias variables en serie con el potenciómetro de sintonía de 10 K tipo lineal, también se ajustará la ganancia a la salida del amplificador LM386, hasta dejarla en un punto que no produzca saturación o posible enganche.

Téngase presente que en este tipo de receptores, la amplificación máxima es a nivel de audio y por lo tanto, habrá que cuidar cualquier tipo de realimentación que se pueda generar por el camino de la alimentación, campo electrostático y microfonismo a partir del altavoz si está con nivel alto.

La operatividad de este receptor, en la banda de 40 Metros LSB y durante el día, se la puede considerar de sorprendente dejando de lado el inconveniente, de la doble sintonía al no poder

suprimir una de las bandas laterales no deseadas. No obstante al llegar la noche y hacer acto de presencia las potentes broadcastings, es la prueba de fuego de cualquier receptor, al ponerse de manifiesto la influencia de las señales adyacentes próximas (IMD). Esta es la diferencia más notable al compararle, con el sistema de recepción superheterodino.

RECEPTOR CLASSIC 40

Características: Las características más importantes de este receptor de conversión directa Classic 40, son las siguientes:

Banda 40 Metros	: de 7000 a 7200 KHz (08-06-10).
Impedancia antena	: 50 Ohms.
Tipo de conversor	: Pasivo SBL1.
Ruido (MDS)	: -118 dBm.
Intermod (IMD)	: 85 dB (30 KHz).
Sistema de filtro	: AF 3000 y 1000 Hz.
Potencia salida AF	: 0,5 W.
Impedancia salida	: 8 Ohms (altavoz ó auriculares).
Alimentación	: +12 V / 100 mA.
Dimensiones y peso	: 180x140x60 m/m y 1,5 Kg.

Descripción: Este segundo receptor según nos indica el autor, corresponde a un tipo de receptores optimizados con un buen rango dinámico por intermodulación (IMD) y también selectividad. Alguno de los aspectos que llaman más la atención, es el tipo de mezclador pasivo, el diplexor a su salida y los filtros elípticos paso bajo utilizados.

No quiero pasar por alto, después de releerme el artículo origen de este trabajo, la manera clara y convincente que tiene Rick, al exponer la filosofía y principio de funcionamiento de toda la circuitería la cual, hace referencia a este receptor de conversión directa, recomendando en gran manera su lectura, por su extenso contenido conceptual.

El receptor consta de las siguientes partes: Atenuador y Filtro paso de banda; VFO y RIT; Mezclador pasivo, diplexor y preamplificador AF de 50 Ohms; Filtros elípticos y preamplificador AF; Amplificador final y altavoz. Sobre estos módulos, procuraré hacer una descripción resumida siempre desde el punto de vista práctico.

Atenuador y filtro paso de banda: Partiendo del conector de antena, tenemos en primer lugar un atenuador Pi de 10 dB 50 Ohms, seleccionable por conmutador y a continuación, un filtro paso de banda LC formado por L1 y L2, transformadores tipo Toko serie 34 sintonizables por permeabilidad, ambos unidos por una pequeña capacidad (6,8 pF) como elemento común el cual, establece el ancho de banda útil, la adaptación es por los bobinados de baja impedancia a la entrada y salida de dicho filtro, la anchura de banda es de unos 500 KHz a -3 dB, la salida del filtro va hacia una de las dos entradas del mezclador. Ver Figura N°4.

VFO y RIT: El VFO o elemento de sintonía del receptor, consiste en un oscilador tipo Colpitts con realimentación a partir de divisor capacitivo, el circuito es muy conocido y adecuado para esta aplicación; mediante el tanque LC, se cubre perfectamente el margen de 7000 a 7200 KHz, la bobina L es sobre núcleo toroidal T50-6 de 3 uH y la capacidad C, un condensador variable de 30 pF, acoplado axialmente a un reductor con dial de 0 a 100 y mando exterior, la concordancia entre la escala y la frecuencia que imparte el condensador no es muy buena; la inevitable deriva en frecuencia que se da en estos osciladores, se ha cuidado al máximo para que esta sea mínima. Para facilitar la sintonía, se ha incluido un vernier o RIT a base de un diodo varicap y control exterior, con un margen de +/- 3 KHz.

El elemento activo de este oscilador es un transistor J310 tipo FET, con salida de baja impedancia por drenador y acoplado capacitivamente con la puerta de otro transistor del mismo tipo J310, conectado como seguidor amplificador de corriente, alta impedancia de entrada para no sobrecargar el oscilador y baja impedancia a la salida por drenador, hacia un filtro paso bajo LPF para suprimir la componente armónica y potenciómetro de ajuste del nivel de señal, ya apta para aplicar a una de las entradas del mezclador. La alimentación es a +5 V estabilizados por el regulador 78L05. Para esquema eléctrico, ver la figura N°4.

Mezclador pasivo, diplexor y preamplificador AF de 50 Ohms: Esta es la parte más importante de este receptor de conversión directa. Partimos del mezclador pasivo SBL1 el cual, ejerce dos funciones: la de mezclador de RF y demodulador, ambas por el hecho de que a su salida de FI, tenemos la señal resultante por suma entre la RF de entrada y el VFO, así como también la diferencia de las dos, esta señal de salida que no deja de ser compleja en cuanto a su contenido de productos y subproductos, se transfiere al diplexor el cual, hace de filtro o ventana para dar paso a la señal útil de AF por diferencia, dentro de una banda pasante de 300 a 3000 Hz y eliminando por lo tanto, las señales no deseadas de tipo adyacente, a partir de aquí esta señal ya se puede amplificar adecuadamente, para convertirla en una información audible.

Remarcar que este mezclador pasivo aplicado en un receptor de conversión directa, tiene alguna ventaja importante con respecto a los mezcladores activos, además de un buen rango dinámico, presenta una baja impedancia de los puertos de entrada y salida en 50 Ohms, esto permite un acoplamiento óptimo con el filtro diplexor el cual, representa una carga terminal de 50 Ohms para todas aquellas frecuencias no deseadas, de 0 a 300 Hz y de 3000 hacia arriba, quedando una banda pasante resultante de 300 a 3000 Hz. El diplexor es en definitiva, una red RLC pasiva con un rango dinámico alto y también con un nivel de ruido mínimo.

Ya hemos visto lo que ocurre con las señales, al pasar por el mezclador y también a través del diplexor, donde a su salida tenemos una señal AF de poca amplitud e impedancia de 50 Ohms, por lo tanto será necesario proceder a su amplificación mediante un preamplificador de baja impedancia de entrada (50 Ohms) y bajo nivel de ruido, compuesto por Q1 (2N3904) NPN montado en base común, Q2 (2N3904) NPN como desacoplador activo y Q3 (2N3904) NPN, como seguidor de emisor para alimentar los filtros elípticos paso bajo que vendrán a continuación, el amplificador tiene una ganancia de 40 dB, una cifra de ruido de 5 dB según el autor y está bien acoplado a los 50 Ohms del diplexor así como, su salida hacia los filtros paso bajo. La alimentación, es a +12 V. Para detalles y esquema eléctrico, ver la Figura N°4.

Filtros elípticos y preamplificador AF: La salida del preamplificador AF de 50 Ohms, alimenta dos filtros elípticos paso bajo LC seleccionables mediante relés RL1 y RL2 e interruptor en el panel frontal, estos dos filtros tienen una impedancia tanto de entrada como de salida de 500 Ohms. Un filtro es para el modo SSB cuyo corte es a partir de 3000 Hz y otro para CW a 1000 Hz, ambos según datos del autor, el comportamiento de dichos filtros LC, es muy bueno. Estos filtros al igual que el diplexor, están constituidos básicamente, por inductancias fijas autoapantalladas Toko y condensadores de película de poliéster metalizada. Para esquema y detalles, ver la Figura N°5.

A la salida de los filtros paso bajo seleccionables, tenemos un ajuste de ganancia interno de 500 Ohms el cual, precede a un preamplificador AF de bajo ruido formado por dos amp operacionales U2a y U2b (LM387), trabajando como amplificadores no inversores con una ganancia total de 60 dB, entre estas dos etapas amplificadoras, hay un circuito enmudecedor Mute Tx que es bien conocido, su accionamiento se produce al conectar a masa la puerta del transistor Q4 2N5447 FET. La alimentación es a +12 V. Para esquema eléctrico, ver la Figura N°5.

Amplificador final y altavoz: Por razones de consumo y de espacio disponible, opté por reemplazar el amplificador final, por un amplificador del tipo monolítico TDA2003, capaz de poder excitar a su salida de 8 Ohms un pequeño altavoz. En la entrada de dicho amplificador, tenemos un control de volumen acústico AF Gain, situado en el panel frontal. La alimentación es a +12V. Para esquema eléctrico, ver la Figura N°5.

Construcción: La construcción de este receptor, ha sido una buena experiencia en lo que respecta a los filtros pasivos LC en general. Las inductancias, se pueden conseguir en el mercado en valores normalizados y los condensadores también si hay algún valor que está fuera de la norma, se pueden conseguir montándolos en paralelo. Todos los componentes activos y pasivos, se han dispuesto en dos paquetas Rebro circuit, sujetas mediante separadores exagonales M3. El filtro de RF de entrada PB y el VFO, se han montado a parte, este último se ha ubicado en un blindaje envolvente de Cu de 0,5 m/m, para evitar su influencia sobre la cadena amplificadora.

La caja utilizada, es de mercado de las dimensiones indicadas en color gris; el altavoz va montado en la tapa superior, protegido por una mirilla de PVC con taladros. En la parte frontal de la caja, destacan: el mando de sintonía, el control AF Gain, el mando RIT, el selector de filtros LPF y mando con el control let Power, En la parte posterior, el conector de antena, atenuador de 10 dB y la conexión de +12 V. Para todos estos detalles de acabado, exteriores e interiores, ver las Figuras N°6 y N°7 respectivamente.

Ajustes y Comentarios: Los ajustes que requiere este receptor no son muchos, en primer lugar será la puesta en marcha del VFO, para ello necesitamos un frecuencímetro y un osciloscopio para verificar el arranque y la buena forma de onda a la salida, con los dos trimers TC2 y TC1, se procederá al ajuste del tope de frecuencia inferior y superior (7000 a 7200 KHz) de manera respectiva y en concordancia con el dial de 0 a 100, para una señal de salida de 1,8 Vpp. Quiero advertir, que esta concordancia por razones de linealidad del condensador variable de 30 pF no es muy buena como así se demuestra en este listado de ambos receptores: Sudphyte y Classic 40.

Dial de Sintonía	Sudphyte (KHz)	Classic 40 (KHz)	Classic 40 (08-06-10)
00	6996	7000	6997 KHz
10	7006	7003	7008 ..
20	7020	7007	7019 ..
30	7033	7012	7030 ..
40	7044	7018	7046 ..
50	7055	7025	7067 ..
60	7066	7034	7090 ..
70	7075	7047	7118 ..
80	7084	7063	7151 ..
90	7093	7097	7186 ..
100	7101	7100	7210 ..

El filtro PB de la entrada de antena, se ajustará a máxima señal de salida en el centro de la banda (7100 KHz). Solamente queda el ajuste de ganancia interna de 500 Ohms antes del preamplificador AF el cual, se dejará a un nivel aceptable que no provoque enganches por la vía electrostática y de audio en forma de microfonismo, recuerdese que toda la amplificación de estos receptores es por AF.

Al efectuar las pruebas en la banda de 40 Metros, noté una mejora importante en el bloqueo por saturación e IMD, ante las señales fuertes y próximas a la sintonía, mérito que hay que atribuirlo al mezclador pasivo SBL1 y al sistema diplexor, como así lo demuestra la evaluación. El ruido o MDS (mínima señal discernible), es un parámetro que como en todos los receptores de conversión directa, queda limitado por las razones que ya he indicado con anterioridad y que voy a remarcar. De manera general, al ruido de la propia banda que está en la antena hay que sumarle, el ruido interno del propio receptor y además en este caso, tenemos la presencia de una doble señal en la banda pasante de audio lo cual, ya representa el doble de ruido interferente. Por esta razón es importante, el utilizar filtros pasivos LPF para reducir en lo posible dicho ruido. Entre tanto, saludos de Joan, EA3-EIS.



Figura N°2: Vista exterior del receptor de conversión directa para la banda de 40 metros Sudphyte. De izquierda a derecha, el interruptor y led Power, el mando y dial de sintonía y finalmente, el atenuador continuo de RF y mando de amplitud AF. En la parte superior de la caja, el altavoz y en primer término, un listado de correspondencia entre el dial y las frecuencias.

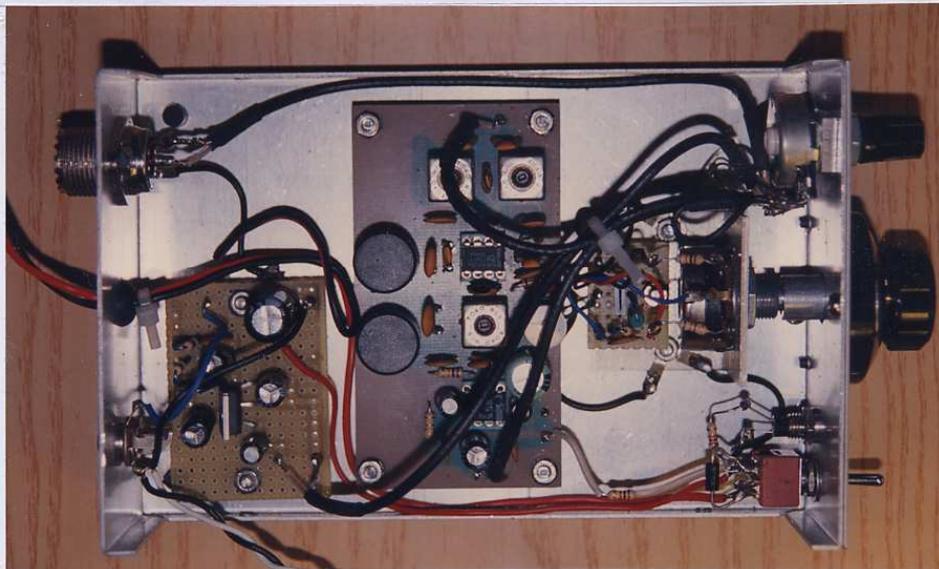


Figura N°3: Vista interior del receptor de conversión directa para 40 metros Sudphyte. También por la izquierda, el panel posterior con el conector PL de antena, la entrada de +12 V y un Jack para la conexión de auriculares. A continuación, el módulo amplificador final de AF, la placa del receptor, el potenciómetro de 10 K y varicap con el reductor de sintonía y el panel frontal, con todos los elementos de control.

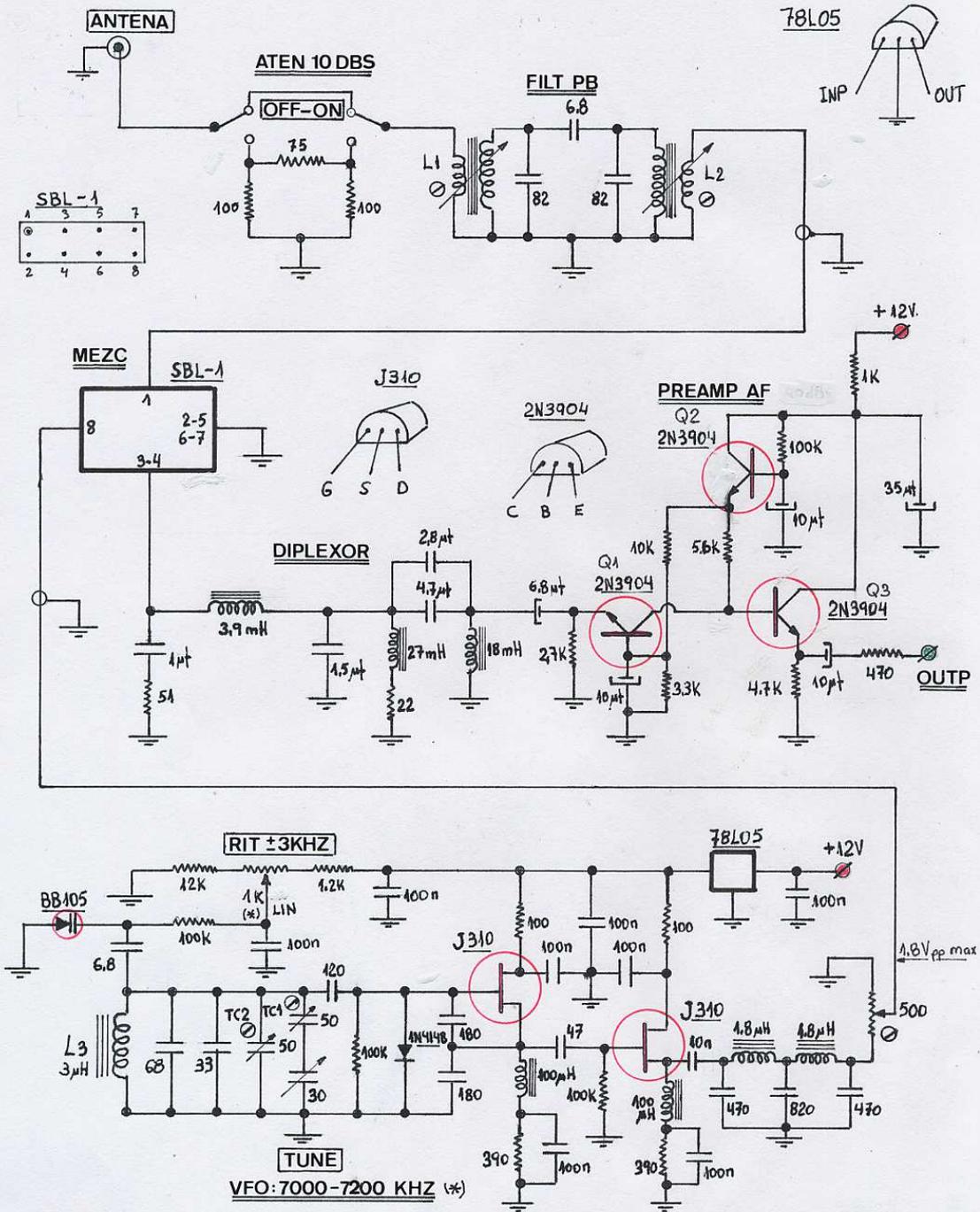


Figura N°4

L1,L2:Bobinas TOKO Serie 34.
 L3:Nucleo Toroidal T50-6,25 Esp.Hilo 0,4

**RECEPTORES DE CONVERSION DIRECTA
 CLASSIC - 40 Rick Campwell, KK7B**
 Montaje / mod: EA3-EIS, 31-08-97 / 08-06-10.(*)

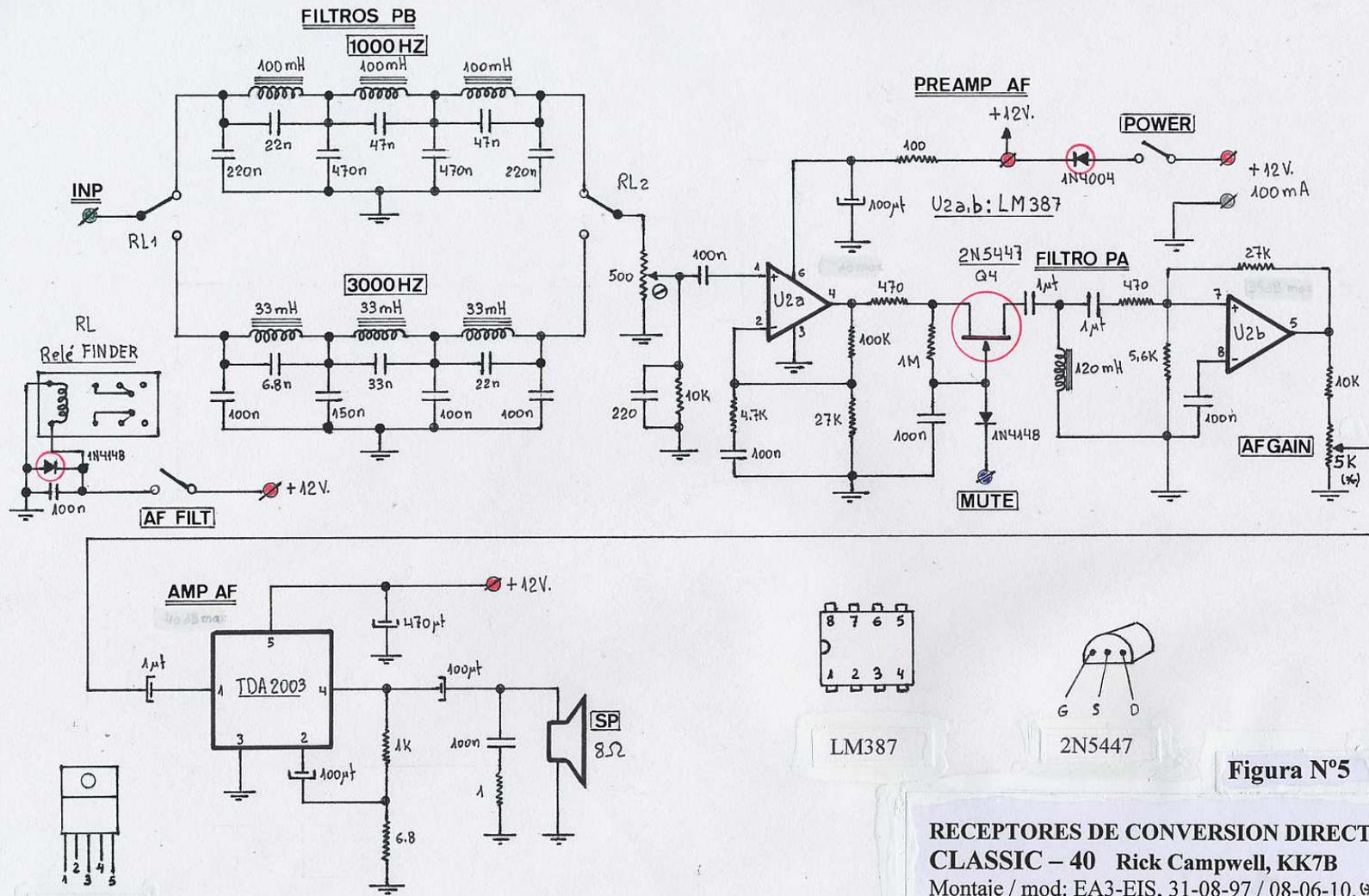


Figura N°5

RECEPTORES DE CONVERSION DIRECTA
 CLASSIC - 40 Rick Campwell, KK7B
 Montaje / mod: EA3-EIS, 31-08-97 / 08-06-10. (M)



Figura N°6: Vista exterior del receptor de conversión directa para 40 metros Classic 40. Por la izquierda, el interruptor y led Power, debajo los mandos: AF Gain y RIT, justo encima el selector de filtros LPF de 3 y 1 KHz y el mando de sintonía con el dial de 0 a 100. En la parte superior de la caja, el altavoz y en primer término, un listado de correspondencia entre el dial y las frecuencias.

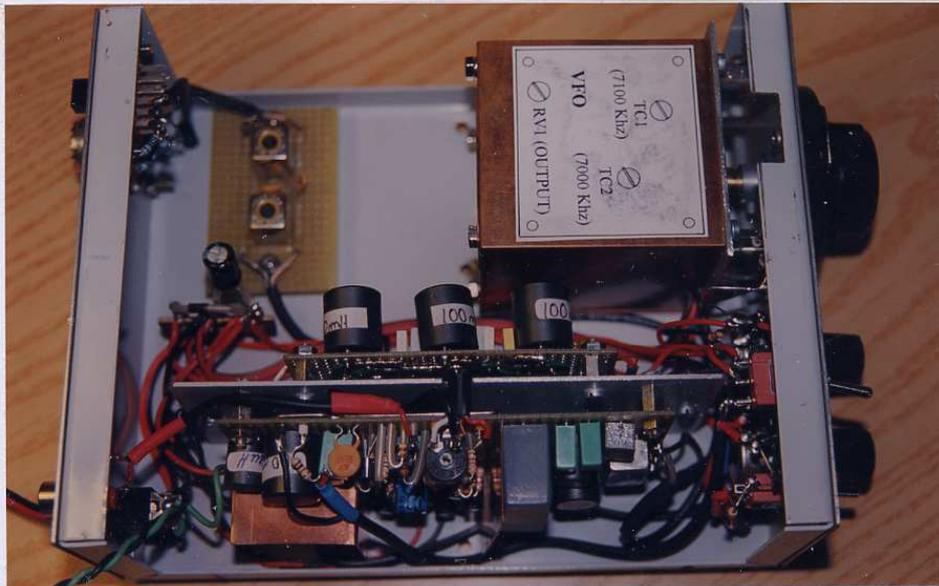


Figura N°7: Vista interior del receptor de conversión directa para 40 metros Classic 40. También por la izquierda, el panel posterior con el conector PL de antena y atenuador de 10 dB, al otro lado del panel, los conectores Mute, jack de auriculares y alimentación de +12 V. A continuación en la parte superior, el filtro de RF PB y el VFO con su blindaje envolvente; debajo mediante separador de Al, el modulo: mezclador, diplexor y preamplificador de 50 Ohms y al otro lado, los filtros LPF de 3 y 1 KHz con el preamplificador y amplificador AF, finalmente el panel frontal a la derecha.