

## **Nº37: PREAMPLIFICADOR DE RF BANDA ANCHA VHF**

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 15-12-07.  
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) [ea3eis@hotmail.com](mailto:ea3eis@hotmail.com)

### **INTRODUCCION**

La necesidad de poder hacer mediciones en muy altas frecuencias, me ha llevado a construir este preamplificador de RF banda ancha para VHF. Las funciones principales de este dispositivo, deberían ser en principio, el conseguir una ganancia de 40 dB, equivalente a multiplicar por cien la amplitud de la señal de entrada y con una respuesta, lo más plana posible dentro de un margen de frecuencia de 1 a 160 MHz, las impedancias tanto de entrada como de salida de 50 Ohms. Operativamente estas podrían ser las prestaciones más importantes de este preamplificador, asociado a un atenuador por pasos en la entrada y a la salida sin carga, una sonda detectora de RF, más un voltímetro CC de alta impedancia del tipo analógico o digital.

Uno de los problemas que surgen en este tipo de preamplificadores cuando se quiere conseguir, una ganancia más bien alta con respuesta plana en función de la frecuencia, es el decidirse además del circuito a utilizar, por el elemento activo o transistor más adecuado y finalmente, he optado por el transistor bipolar el cual, tiene algunas limitaciones inherentes como pueden ser: la frecuencia de transición y el factor de ruido, parámetros que han de influir en el comportamiento óptimo de un montaje en cascada. No obstante se ha podido comprobar, que una vez hecha la elección para esta disposición multietapa, podíamos contar con algunas ventajas a resaltar cuales son, la posibilidad de regular la ganancia y la respuesta en frecuencia sobre cada una de las etapas amplificadoras, como se verá más adelante.

Añadir que en principio se estimó, versionar dicho preamplificador con amplificadores monolíticos integrados MMIC, después de haberlos experimentado con éxito de forma unitaria; pero al ser dispuestos en cascada se desestimó dicha solución, por ser demasiado crítica en cuanto a manipulación y por su comportamiento, poco versátil en nuestro caso concreto.

### **CARACTERISTICAS**

Las características más destacables de este preamplificador de RF banda ancha VHF, son las siguientes:

<b>Margen de frecuencia</b>	: de 1 a 160 MHz.
<b>Ganancia</b>	: 40 dB (+ 2 dB).
<b>Impedancia</b>	: 50 Ohms.
<b>Señal máx de entrada</b>	: 30 mVpp.
<b>Salida</b>	: sonda voltímetro RF.
<b>Alimentación</b>	: +12 V / 50 mA.

### **DESCRIPCION**

Este preamplificador de banda ancha UHF, consta de cuatro etapas amplificadoras clase A dispuestas en cascada con el fin de obtener los 40 dB de ganancia total a la salida. El tipo de transistor utilizado, es el BFR96, NPN, para UHF (5 GHz), con una figura de ruido aceptable (3 dB a 500 MHz). La conexión de los mismos, por emisor común realimentado degenerativamente para estabilizar de manera constante la ganancia de voltaje en cada una de las etapas. También incorpora

a nivel de etapa, otra realimentación por acoplamiento colector-base con el fin, de estabilizar la ganancia y hacer decrecer las impedancias, tanto de entrada como de salida en unos 50 Ohms.

El acoplamiento interetapa, es por capacidad i resistencia (220 Ohms) con la finalidad de aplanar la respuesta en frecuencia, téngase presente que los valores bajos de impedancia contribuyen enormemente a evitar acoplamientos indeseados habituales en frecuencias muy altas.

La alimentación general es a +9 V estabilizados mediante regulador (7809) con un diodo direccional de protección (1N4004) en la entrada de +12 V, se ha procurado el separar cada etapa por la vía de las alimentaciones, mediante filtros de desacoplo. Para esquema eléctrico de todo el conjunto, ver la Figura N°1.

## CONSTRUCCION

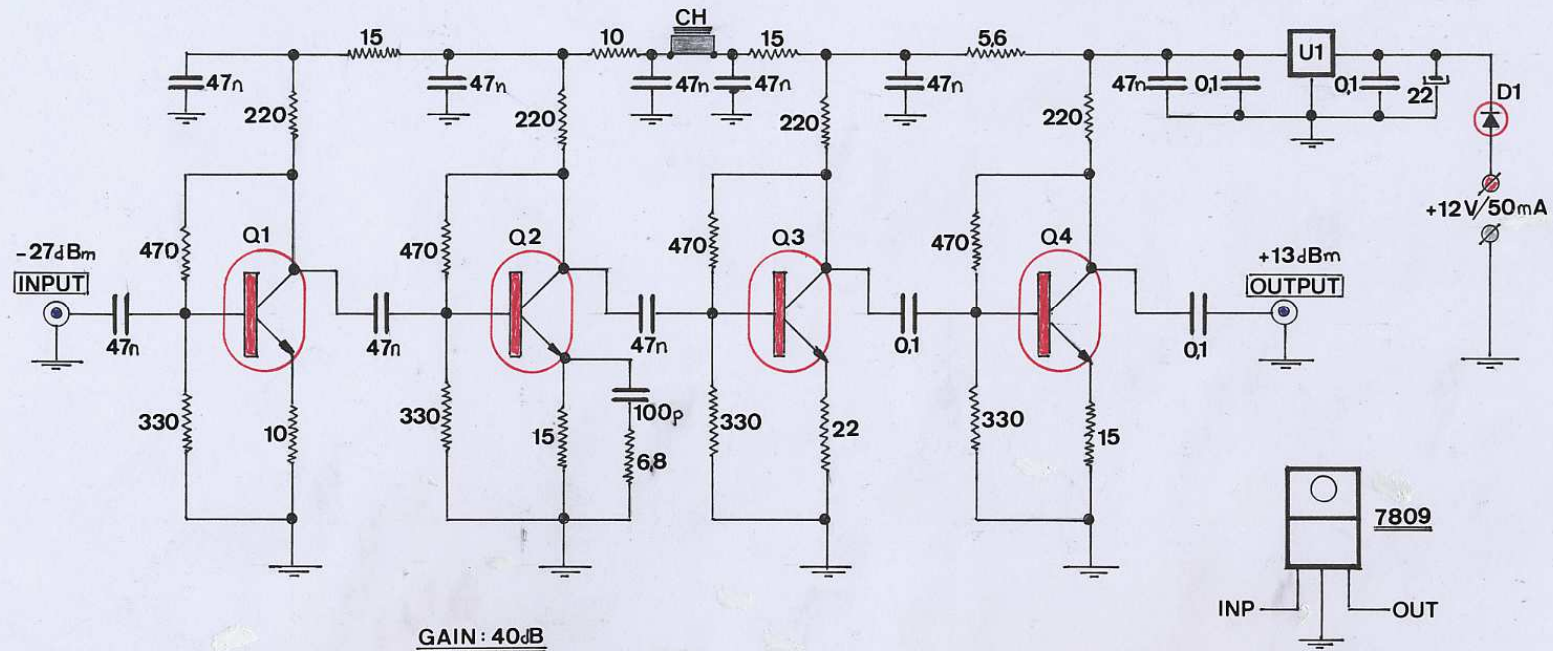
El montaje de todos los componentes tanto activos como pasivos, se ha dispuesto en una plaqueta de fibra de vidrio con una cara de cobre (Cu) virgen por un lado en la cual, se han habilitado unas isletas circulares de 4 m/m de diámetro, estos puntos de contacto e interconexión se han hecho, mecanizando la cara de Cu con una broca especial tipo corona dentada de 4 m/m de diámetro y accionada esta, por máquina de taladrar vertical e inmovilizando la plaqueta mediante una grapa de sujeción. Este procedimiento permite posteriormente, un montaje superficial en la plaqueta, de todos los componentes de manera bastante compacta, hacer las conexiones muy cortas entre ellos y también el poder solucionar fácilmente, los retornos a masa de los mismos al soldarlos directamente a la superficie de Cu, independientemente de su situación. La mencionada broca especial tipo corona dentada, ha sido improvisada partiendo de un sacabocados de 4 m/m de diámetro que se encuentran fácilmente en las ferreterías y el cual, después de achatarle el corte, se han hecho unos dientes tipo fresadora, estos dos detalles mediante una pequeña muela esmeriladora tipo Dremel; el material de estos sacabocados, es de acero templado y esta particularidad de extrema dureza, alarga bastante la vida de dicho útil de trabajo. Ver Figura N° 2.

Todos los condensadores utilizados, tanto de paso como de desacoplo a masa, son cerámicos del tipo lenteja, para una tensión de 100V; las resistencias de 0,25 W y +/- 5% de tolerancia. Tanto la entrada como la salida de señal, mediante conectores BNC solidarios de una caja o envoltorio a título de blindaje electrostático, dicha caja es de mercado (Retex-Minibox 125x55x50 m/m); la plaqueta de componentes y medidas: 90x45 m/m, va sujeta a la caja mediante separadores exagonales M3x7 m/m. Para detalles de montaje, ver la Figura N° 3.

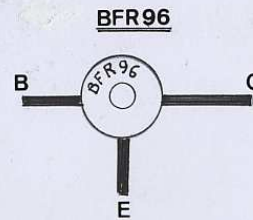
## PUESTA EN MARCHA Y COMENTARIOS FINALES

La puesta en marcha de este preamplificador, no ha presentado ninguna dificultad, solamente requiere el disponer de una fuente de alimentación que suministre +12 V / 50 mA. De principio se vio, que no era necesario el habilitar blindajes entre las etapas amplificadoras por el tipo de construcción e impedancia desde la entrada a la salida de 50 Ohms. Para controlar la ganancia total de 40 dB con 1 Vrms a la salida, fue necesario variar el valor de alguna de las resistencias de emisor entre 10 y 22 Ohms, a mayor resistencia menos ganancia o viceversa. También para compensar la caída de señal en 160 MHz, se ha añadido una capacidad de 100 pF en paralelo con la resistencia de emisor de Q2. Ver curva de respuesta en la Figura N° 4, en ella se puede apreciar que se mantiene plana de 1 a 160 MHz con una variación de + 2 dB. También queda representado, el sistema utilizado para confeccionar dicha curva en la Figura N° 5.

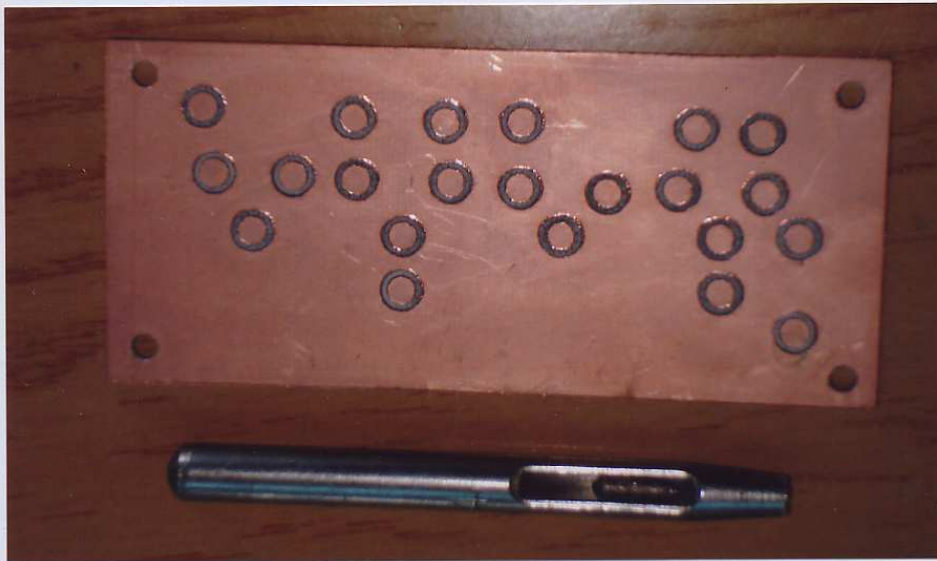
Para finalizar indicar mi satisfacción, por haber conseguido disponer de este preamplificador de banda ancha VHF, que complemento con otros elementos afines, me ha de permitir el realizar experiencias y mediciones con cierta fiabilidad. Entre tanto, saludos de Joan, EA3-EIS.



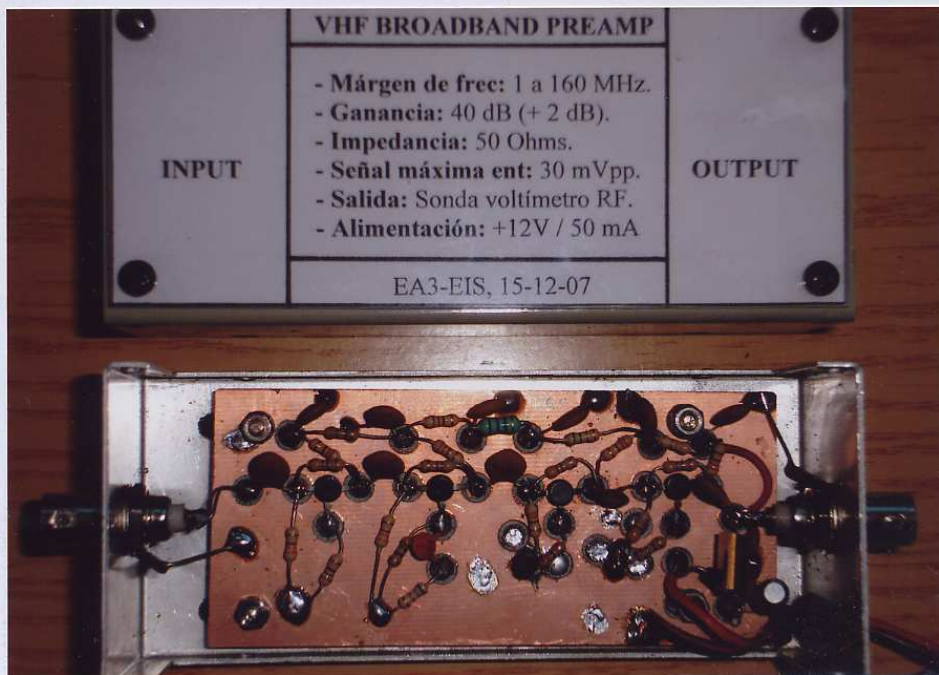
**Figura N° 1:** Esquema eléctrico del preamplificador RF banda ancha VHF.  
 - Q1 a Q4: BFR96, NPN, UHF, 20V/ 0,1 A.  
 - U1: 7809, regulador +9V / 1 A.  
 - D1: 1N4004, diodo Si, 400V / 1 A.  
 - CH: Inductancia fija, 22 uH.



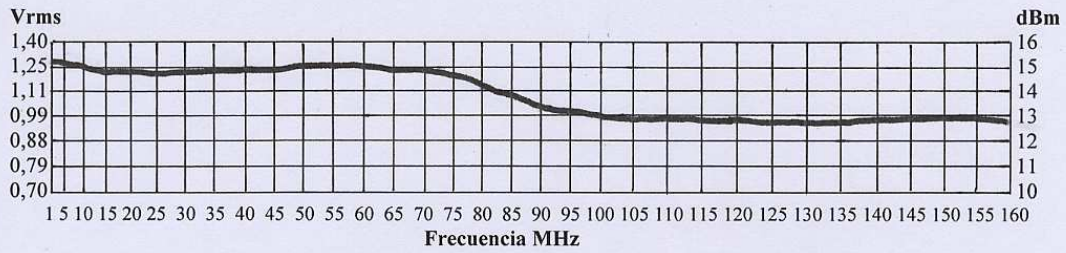
**PREAMPLIFICADOR DE RF  
 BANDA ANCHA VHF**  
 Esquema eléctrico y lista de alguno  
 de los componentes específicos.  
 EA3-EIS, 15-12-07.



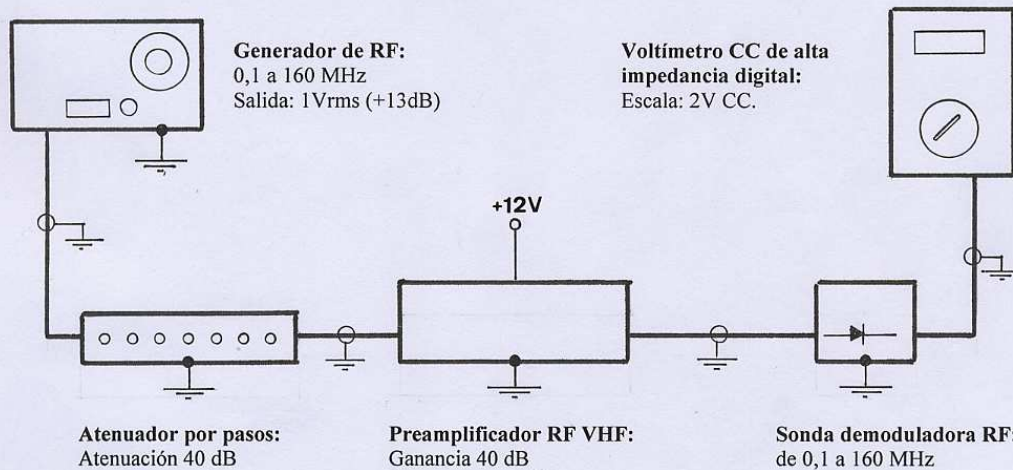
**Figura N°2:** Preamplificador de RF banda ancha VHF. Vista de la placa en fibra de vidrio, una sola cara de Cu y con las isletas, resultado del mecanizado mediante la broca de corona la cual, figura en el pie de la foto. Dicho útil, es un sacabocados de 4 m/m de diámetro con el corte dentado.



**Figura N°3:** Vista interior del preamplificador de RF banda ancha VHF. En la parte superior, la tapa y debajo, el preamplificador con la placa de componentes montada en la caja, se aprecian los conectores BNC de entrada y salida, junto a este último la alimentación +12 V.



**Figura N°4:** Curva de respuesta del preamplificador de RF banda ancha VHF, en función de la frecuencia. Con una señal constante en la entrada de 10 mVrms (-27 dBm), es capaz de entregar a la salida 1 Vrms (+13 dBm) con un margen de variación, que está dentro de + 2 dB a lo largo de toda la banda de paso de 1 a 160 MHz.



**Figura N°5:** Diagrama del sistema utilizado para efectuar las mediciones y posterior confección, de la curva de respuesta en frecuencia del preamplificador de RF banda ancha VHF. Comprende los siguientes elementos: Generador de RF de 0,1 a 160 MHz, con una salida constante de 1Vrms (+13dBm) sobre impedancia de 50 Ohms; atenuador por pasos de 40 dB y también 50 Ohms; el preamplificador de 40 dB de ganancia bajo prueba; una sonda demoduladora de RF de 0,1 a 160 MHz y voltímetro de CC de alta impedancia (10Mg) tipo digital, escala de 2 V para conseguir una mayor precisión, al efectuar las lecturas y transcribirlas a la correspondiente gráfica.