

## Nº07: PREAMPLIFICADOR DE RF BANDA ANCHA HF

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 30-11-98.  
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) [ea3eis@hotmail.com](mailto:ea3eis@hotmail.com)

### INTRODUCCION

Para poder hacer mediciones o análisis de comportamiento en circuitos de RF con una cierta exactitud, la señal de RF en cuestión, además de tener naturaleza senoidal, es conveniente que la amplitud, sea de un nivel suficiente para ser rectificadora y convertida en una señal de RF de valor eficaz o rms, todo ello mediante una sonda detectora de RF y un voltímetro de CC de alta impedancia. Además y por propia definición, este preamplificador ha de permitir amplificar un amplio margen de frecuencias con una respuesta prácticamente plana. También cabe añadir, que un preamplificador de RF de banda ancha para HF, es un buen complemento asociado a un atenuador por pasos, cuando se trata de hacer mediciones o análisis de comportamiento, en circuitos de RF en baja impedancia. Ver diagrama, sistema de medición para señal de RF, Figura Nº1.

### CARACTERISTICAS

Las características más importantes de este Preamplificador de RF de banda ancha, son las siguientes:

<b>Ancho de banda</b>	: de 3 a 30 MHz (respuesta plana).
<b>Ganancia total</b>	: 40 dB, sin carga a la salida (Sonda de RF).
<b>Señal máx de entrada</b>	: 10 mVrms (50 Ohms).
<b>Alimentación</b>	: 12 V, 60 mA DC.
<b>Dimensiones y peso</b>	: 125x55x50 m/m y 0,4 Kg.

### DESCRIPCION DEL CIRCUITO

La filosofía de diseño del circuito, es una aplicación de la versión publicada en el capítulo de instrumentación de: Solid State Design for the Radio Amateur, autores: Wes Hayward, W7-ZOI y Doug DeMaw, W1-FB, editado por ARRL.

El Preamplificador de RF, comprende cuatro etapas amplificadoras en clase A dispuestas en cascada. Se puede afirmar, que buena parte del éxito en el buen funcionamiento, se debe al sistema de realimentación de la señal en cada una de las cuatro etapas amplificadoras. La realimentación que se utiliza, es de dos tipos: Por degeneración de emisor y por acoplamiento colector-base.

La primera, contribuye a estabilizar de manera constante la ganancia de voltaje, cuando la resistencia de carga a la salida de cada etapa también se mantiene constante, aunque esto genera un efecto adicional y es que aumenta la Impedancia de entrada del amplificador, sobre todo en las frecuencias bajas produciendo una disminución en la respuesta.

La segunda realimentación por acoplamiento colector-base, tiene dos ventajas: Tiende a estabilizar la ganancia al igual que la realimentación degenerativa por emisor y además, hace decrecer las impedancias, tanto la de entrada como la de salida, con lo cual, se establece un efecto de compensación y hace que las impedancias tanto de entrada como de salida, se mantengan bajas (50 Ohms), a tenor de los valores de las resistencias de realimentación: RF y RE que se utilicen.

El acoplamiento interetapa, es por capacidad e inductancia RFC, este último elemento hará que con un valor alto, mejore la respuesta en las frecuencias bajas. Según indicación del autor, la respuesta del preamplificador es de -3dB a 65 MHz y con una ganancia total de 40 dB. Véanse

esquemas eléctricos de etapa amplificadora de RF clase A y del amplificador de RF de banda ancha de cuatro etapas, en las Figuras: N°2 y N°3 respectivamente.

## CONSTRUCCION Y COMENTARIOS FINALES

La construcción del preamplificador, no presenta dificultad, si bien es recomendable el tener en cuenta algunas cuestiones como pueden ser:

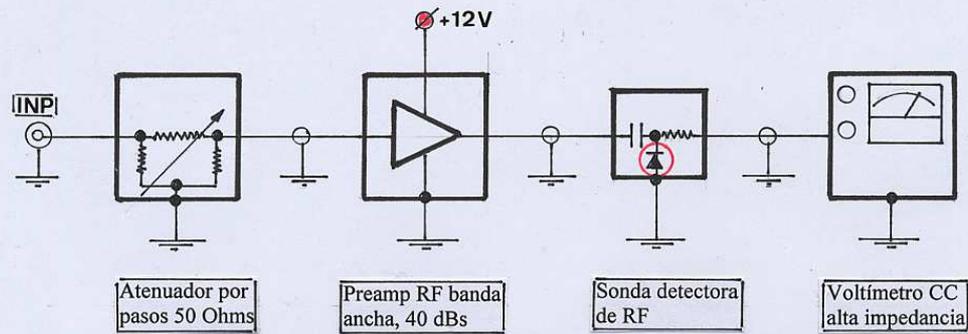
- Tipo de transistor utilizado.
- Conexión y retornos a masa.
- Blindaje y separación interetapa.
- Puesta en marcha y funcionamiento.

**Tipo de transistor utilizado:** El tipo de transistor utilizado en este montaje, es un transistor con una elevada frecuencia de transición ( $F_t$ ) del orden de 1 GHz, preferible con cápsula metálica y que sea referenciable a masa. Se pueden emplear otros transistores con una  $F_t$  inferior, pero seguramente, se verá afectada la frecuencia máxima con un recorte en la ganancia. También debe considerarse, la utilización de transistores con una  $F_t$  más elevada, pueden contribuir a generar autooscilación. Otra cuestión importante a destacar, al seleccionar el transistor, es que presente un factor de ruido (NF) lo más bajo posible. El transistor utilizado por el autor, es el 2N5179, NPN, 900 MHz y NF 4,5 a 200 MHz. Yo he utilizado, uno de características muy similares: El BFY90, NPN, 1 GHz y NF de 5,0 a 500 MHz, ambos montados en cápsula metálica.

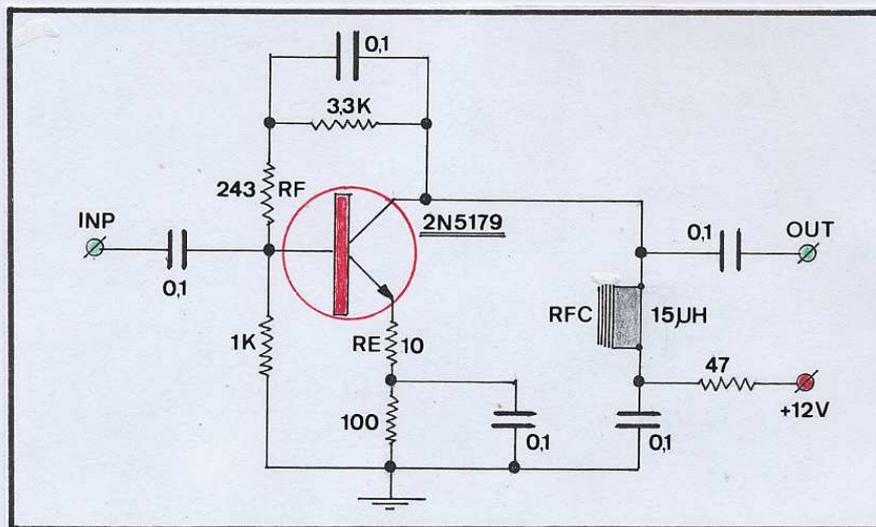
**Conexión y retornos a masa:** El montaje de todos los componentes, tanto activos como pasivos se han dispuesto en una plaqueta Repro-Circuit en fibra de vidrio de 40x90 m/m y procurando situarlos, con las conexiones lo más cortas posible. Para los retornos a masa, se han utilizado dos tiras de plancha de latón muy fino, soldadas a cada lado y a lo largo de la plaqueta, para conseguir una buena conexión a masa de todos los componentes que tienen esta referencia, tanto la conexión de señal de entrada como la de salida, se han hecho con conectores BNC.

**Blindaje y separación interetapa:** Todo el conjunto una vez montado, queda ubicado en una caja de aluminio Retex-Minibox, código RM07, medidas: 125x55x50m/m la cual, le da un buen acabado y le confiere un efecto de blindaje global. En cuanto a la separación entre etapas, por la vía de alimentación, queda resuelto mediante la utilización de condensadores de desacoplo a masa y por resistencias limitadoras. La separación electrostática entre etapas, se consigue con separadores de plancha de Cu referenciados a masa. Para detalles de montaje y acabado, ver Figura N°7.

**Puesta en marcha y funcionamiento:** La puesta en marcha de este preamplificador, no presenta ninguna dificultad, solamente requiere el disponer de una fuente de alimentación de +12V/60 mA, estabilizada, además de los elementos complementarios que ya se han expuesto. El ajuste de la ganancia total, se puede conseguir, variando el valor de las resistencias de emisor entre 90 a 150 Ohms, a mayor resistencia, menos ganancia o de manera contraria, para aumentar la ganancia. Poner de manifiesto, que la ganancia de 40dB, se mantiene prácticamente plana de 3 a 30 MHz con una variación de la señal de salida de 1Vrms, que está dentro del 1%; ver curva de respuesta, Figura N°4. La ganancia de 40 dB, es sin carga a la salida, solamente admite la conexión de una sonda de RF y un voltímetro de CC alta impedancia (10M) del tipo analógico o digital; véanse: Diagrama de un sistema específico para confeccionar la curva de respuesta y también del mismo sistema de medición real y operativo ambos en las Figuras N° 5 y 6 respectivamente. Una cuestión de orden funcional, es que este preamplificador, con una señal máxima de entrada de 10 mVrms y 50 Ohms de impedancia, es capaz de mantener la linealidad y una buena forma de onda a lo largo de toda la banda pasante. Para finalizar, quiero puntualizar alguna aplicación más de carácter reciente de dicho preamplificador de RF: La confección de curvas de respuesta en filtros paso de banda y también en filtros de cristal del tipo escalera, en este último caso, ha sido de una gran utilidad el poder contar con un elemento de estas características. Nada más, saludos de Joan, EA3-EIS.



**Figura N°1:** Sistema de medición para señal de RF. Consta, de un voltímetro CC alta impedancia, una sonda detectora de RF, preamplificador de RF banda ancha y un atenuador por pasos. Me permito apuntar, que el dispositivo más fácil sería, el contar con un voltímetro CC alta impedancia y sonda detectora de RF a diodo de germanio, cuya limitación ante las señales pequeñas (por debajo de 0,2 Vrms), es bien conocida. En este caso es de gran ayuda, un preamplificador de RF de banda ancha, con una respuesta en frecuencia lo más plana posible y también, de un atenuador por pasos el cual, a de acomodar el nivel de la señal a medir en la escala del voltímetro de CC. Una consideración a tener en cuenta, es la impedancia de entrada de este sistema de medición la cual, queda establecida en 50 Ohms por razón, del atenuador por pasos y la impedancia de entrada del preamplificador de RF. En otros trabajos próximos, se verá la aplicación de este dispositivo.

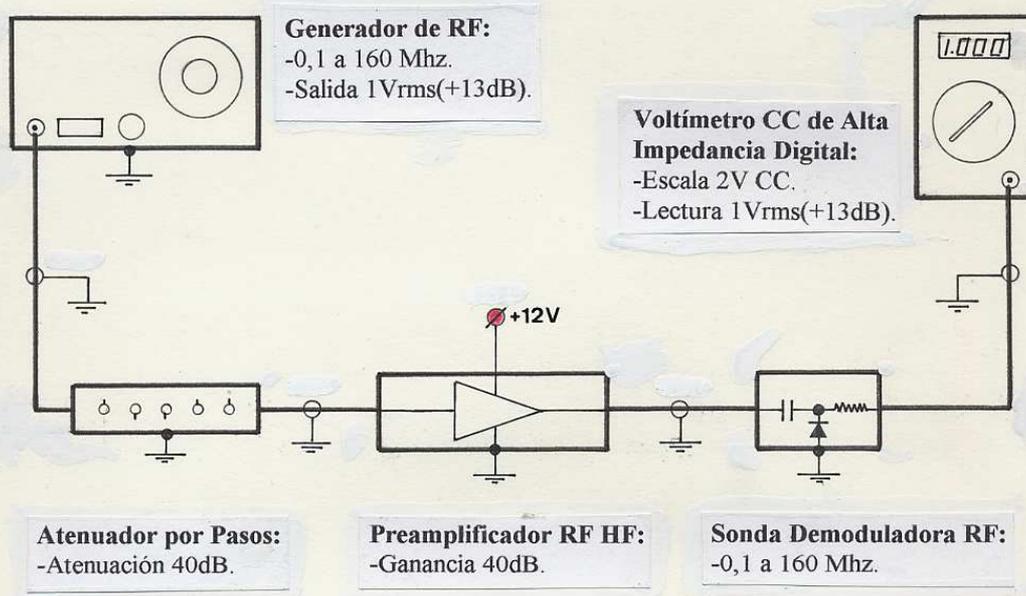


**Figura N°2:** Esquema eléctrico de una etapa amplificadora típica de RF en clase A. Véanse los dos tipos de realimentación, por degeneración de emisor RE y por acoplamiento colector – base RF y también, el acoplamiento interetapa por capacidad e inductancia RFC, para mejorar la respuesta en frecuencias bajas. Todo ello para obtener, una respuesta en frecuencia lo más plana posible.

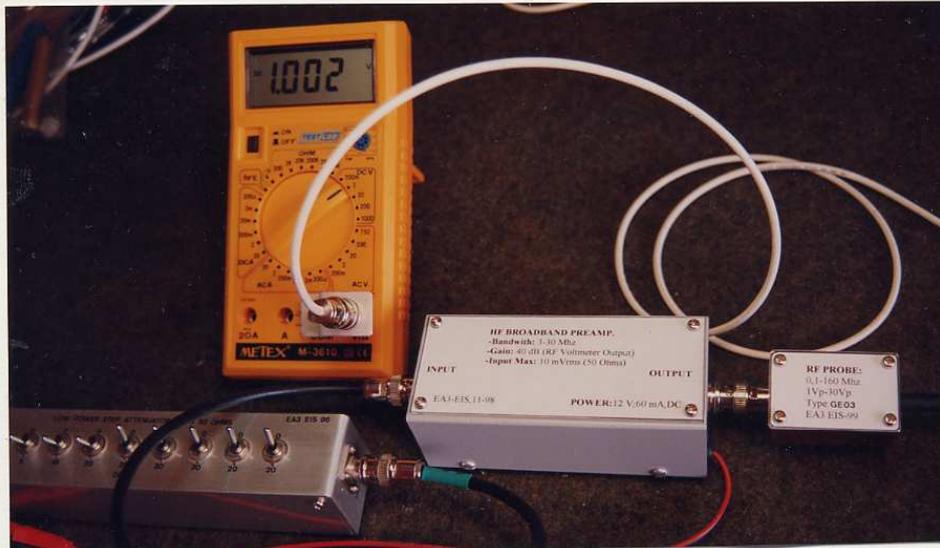


**DATOS DE LA MEDICION EN FUNCION DE LA FRECUENCIA  
DEL PREAMPLIFICADOR DE BANDA ANCHA PARA HF:**

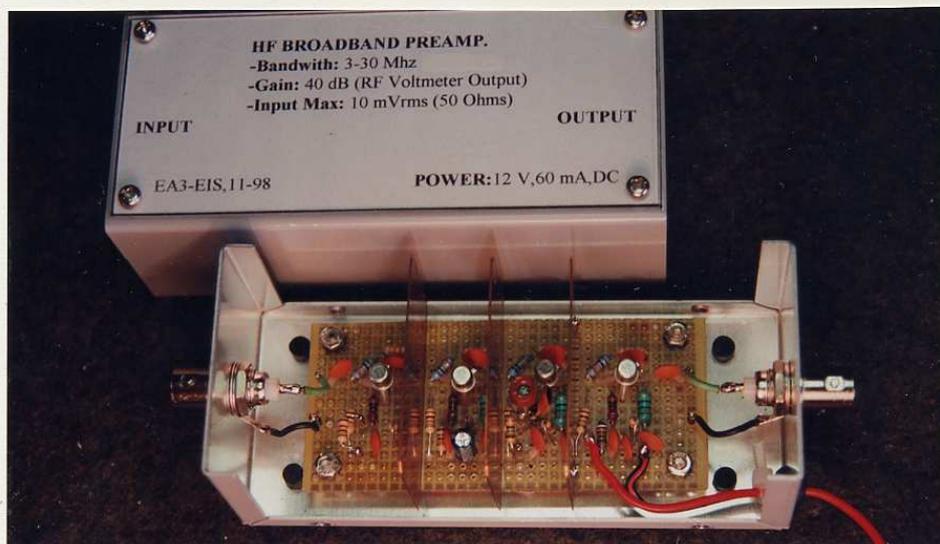
Mhz	Vrms	Mhz	Vrms	Mhz	Vrms	Mhz	Vrms
1	1,027	9	1,001	17	1,006	25	1,005
2	1,008	10	1,002	18	1,006	26	1,008
3	1,005	11	1,002	19	1,005	27	1,008
4	1,004	12	1,003	20	1,004	28	1,007
5	1,004	13	1,003	21	1,002	29	1,005
6	1,002	14	1,003	22	1,001	30	1,003
7	1,001	15	1,003	23	1,000	31	1,002
8	1,001	16	1,004	24	1,001	32	1,000



**Figura N°5:** Diagrama del sistema específico, utilizado para efectuar las mediciones y posterior confección de la Curva de Respuesta en Frecuencia, del Preamplificador de Banda Ancha para HF. Dicho sistema, comprende los siguientes elementos: Generador de RF de 0,1 a 160 Mhz, Impedancia de Salida 50 Ohms y Señal de Salida constante de 1Vrms máximo; Atenuador por Pasos de 40 dB y 50 Ohms de Impedancia; Preamplificador de 40dB de ganancia bajo prueba; Sonda Demoduladora de RF y Voltímetro de CC Alta Impedancia (10Mg) Digital. Anteriormente, utilicé un Voltímetro de CC del tipo Analógico que fué expuesto en el Boletín QRP N°14 con el cual, la precisión según la escala, es más bien de carácter subjetivo. Por lo tanto, para este tipo de mediciones, siempre es más recomendable un Instrumento Digital, que permite una lectura más cómoda y de una mayor precisión.



**Figura N°6:** Sistema de Medición real, que ha permitido confeccionar la Curva de Respuesta en función de la Frecuencia, del Preamplificador de Banda Ancha para HF. Dicho sistema comprende los siguientes elementos: Generador de RF de 0,1 a 160 Mhz, que no figura en la foto; Atenuador por Pasos de 40 dB; Preamplificador de HF bajo prueba; Sonda de RF y Voltímetro de Alta Impedancia, Digital.



**Figura N°7:** Preamplificador de Banda Ancha para HF, con la tapa desmontada. Pueden verse, las cuatro etapas Amplificadoras (BFY90), con sus separadores interetapa a título de blindaje electrostático; El trimer de ajuste en la etapa Q3 el cual, ha de permitir acomodar la respuesta en frecuencias altas; Los conectores BNC de Entrada y Salida y la fijación de la plaqueta mediante separadores y tornillos M3.