

## Nº51: AMPLIFICADOR LINEAL HF (10W)

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 30-04-08.  
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) [ea3eis@hotmail.com](mailto:ea3eis@hotmail.com)

### INTRODUCCION

También en este caso, la necesidad de llegar a disponer de una fuente de RF, con suficiente nivel de potencia y rango de frecuencia en HF al estar asociada a un generador, me ha de permitir de manera bastante fácil, el poder hacer mediciones en el ámbito de las antenas y amplificadores, esta situación me ha llevado a construir este pequeño amplificador de estado sólido.

La técnica utilizada en este montaje, es en parte bien conocida al tratarse de un amplificador lineal de banda ancha cuya circuiteria, ha sido aplicada en anteriores realizaciones con buenos resultados no obstante, hay una cuestión que siempre me ha preocupado cual es la confección de los circuitos impresos. Después de las experiencias con amplificadores de VHF montados sobre placas de fibra de vidrio con una sola cara de Cu y con los componentes activos y pasivos dispuestos en isletas de interconexión y los retornos a masa directamente soldados en la placa de Cu, he decidido aprovechar esta misma configuración en la versión que hoy se presenta.

### CARACTERISTICAS

Las características más importantes de este amplificador lineal HF de 10 W de potencia, son las que se indican a continuación:

<b>Margen de frecuencia</b>	: de 1,8 a 30 MHz.
<b>Potencia máx de salida</b>	: 10 W SSB y CW.
<b>Ganancia máxima</b>	: 56 dB (7075 KHz).
<b>Impedancia ent y sal</b>	: 50 Ohms.
<b>Alimentación</b>	: +13,5 V / 2 A max.

**Señal de entrada y ganancia, con potencia de salida 10 W (+40 dBm), modos: SSB y CW.**

<b>Banda met</b>	<b>Frecuencia KHz</b>	<b>Señal ent dBm</b>	<b>Ganancia dB</b>
160	1845	-07	47
80	3700	-14	54
40	7075	-16	56
30	10130	-12	52
20	14200	-09	49
17	18150	-08	48
15	21250	-07	47
12	24950	-06	46
10	29000	-05	45

### DESCRIPCION

Este amplificador lineal está compuesto por dos etapas amplificadoras; la primera a partir de la entrada de señal, consta de un transistor Q1 (2N4427), NPN, VHF, trabajando como amplificador en clase A ejerciendo la función de driver; la salida y alimentación de Q1 por colector, a través del

primario del transformador de banda ancha adaptador de impedancias T1 con secundario provisto de toma media hacia las bases de Q2 y Q3 (2SC1971), NPN, VHF, trabajando como etapa amplificadora en contratase clase AB, en esta función de amplificador lineal, es necesario fijar el punto de trabajo de ambos transistores de potencia y para ello, se polarizan las bases de Q2 y Q3 mediante un divisor de tensión a partir de los +13,5 V de la alimentación general, este dispositivo en serie está compuesto por una resistencia R de 100 Ohms 1 W y un transistor Q4 (BD136), PNP, trabajando este como diodo de Zener al estar conectados la base y el colector a masa, cuya tensión referencial constante con respecto al emisor, es la que condiciona las bases de los dos transistores de potencia a través de la toma media del secundario de T1; la salida y alimentación de Q2 y Q3 por colectores, hacia el primario con toma media de otro transformador de banda ancha adaptador de impedancias T2 el cual, dispone de un secundario cuya impedancia de 50 Ohms se corresponde con la de la línea de transmisión hacia la carga útil.

La alimentación general es a +13,5 V y se distribuye hacia Q1 y Q2 de manera separada, mediante células de desacoplo formadas por choques de RF, resistencias y condensadores de distinta capacidad con tal de evitar resonancias indeseables. El consumo máximo es de 2 A.

El valor en Ohms de la resistencia R, es el que determina el punto de trabajo de las bases de ambos transistores Q2 y Q3. De una manera grafica podríamos decir que en un amplificador lineal, dicho punto debe quedar situado en una zona de la curva de potencia de salida en función de la señal de entrada, donde no se aprecien recortes o saturación en la presentación de la potencia máxima de salida por un exceso de la señal de entrada ni tampoco, deformaciones en esta supuesta imagen por falta de corriente de polarización. Este comentario sería válido en el modo SSB, partiendo de una señal de entrada de doble tono AF para asegurar que dicha señal resultante y de manera periódica, parte de cero hasta un máximo; este ensayo, permite ver el comportamiento dinámico de un amplificador lineal con potencia máxima.

La solución de utilizar etapas de potencia en contrafase o push-pull, tiene alguna ventaja que merece el comentario, aparte de doblar la potencia de salida, la disposición eléctrica opuesta en estas etapas amplificadoras, contribuye de manera general a minimizar la presencia indeseable del segundo armónico sobre la señal de salida. Para esquema eléctrico, ver la Figura N°1.

## **CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA**

La construcción de este amplificador lineal para HF, no ha presentado ningún problema a destacar, sino más bien todo lo contrario al contar con la placa dotada de las isletas que se han habilitado en la cara de Cu y también, por la disposición de las patillas de los dos transistores de potencia Q2 y Q3 cuyos emisores, forman parte de la carcasa metálica de refrigeración y también, el condicionante del circuito al estar dichos emisores conectados directamente a masa, evitando el tener que utilizar separadores aislantes. En cuanto a la refrigeración de Q2 y Q3, se ha utilizado la propia caja de aluminio de fundición del comercio de medidas: 118x93x34 m/m y un refrigerador de la misma procedencia montado en la base de dicha caja la cual, es practicable mediante tapa del mismo tipo y tornillos M4. El espacio interior de la caja, permite situar la placa con todos los componentes soldados mediante cuatro separadores M3, los conectores de entrada y salida, BNC y PL respectivamente, un interruptor y led indicador de conexión y un portafusibles interior de protección con un fusible de 3 A.

Los componentes tanto activos como pasivos, se han situado tomando muy en consideración la longitud de sus conexiones con tal de minimizar las pérdidas por inserción, sobre todo en las frecuencias más altas, por ejemplo los transformadores T1 y T2, se han dispuesto ambos de manera horizontal sobre la plaqueta, con las conexiones de entrada y salida soldadas sobre las isletas donde confluyen de manera directa, las bases y colectores de Q2 y Q3 respectivamente; el montaje de estos dos elementos activos en posición simétrica, ha facilitado mucho las cosas. La plaqueta con todos los componentes, va montada a la base de la caja mediante cuatro separadores exagonales M3

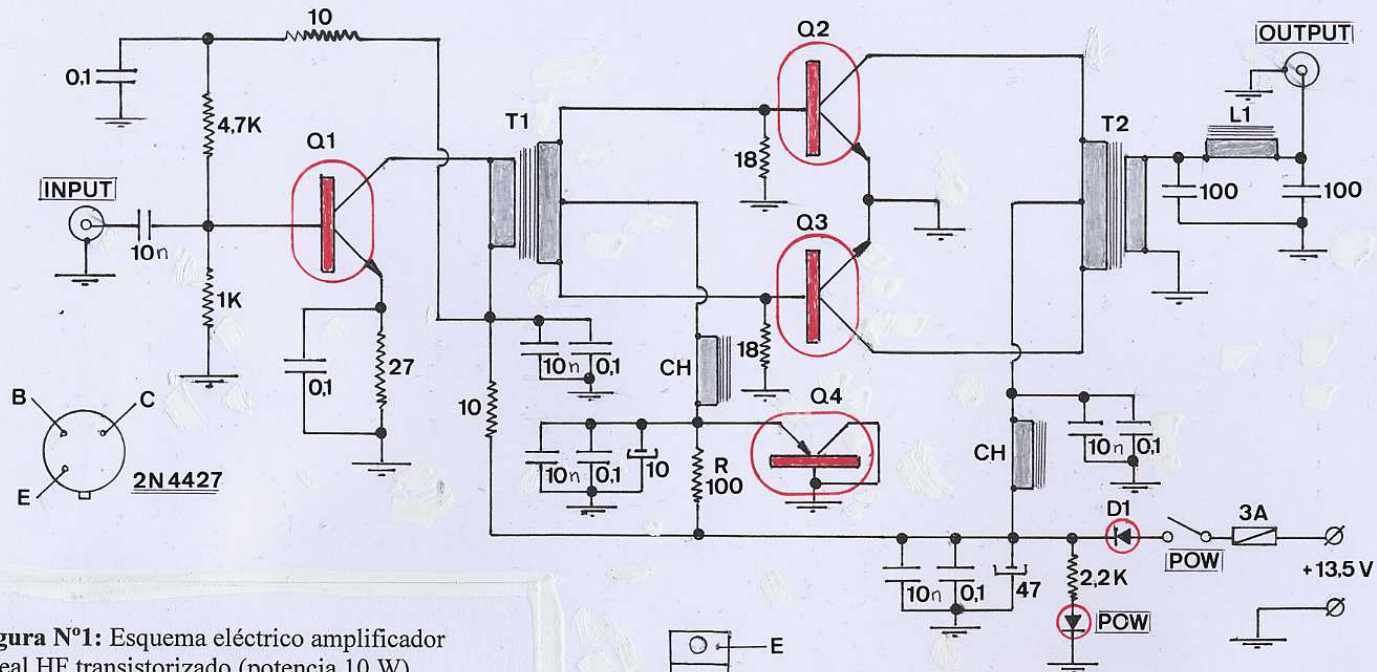
así como, los dos transistores de potencia sobre la misma base metálica con tornillos M3. El radiador exterior, en la parte exterior de la misma base de la caja sujetado con dos tornillos M4. Este es en síntesis, el sistema constructivo de este pequeño amplificador lineal para HF. Para más detalles de orden constructivo y distribución como pueden ser, la plaqueta para el soporte de todos los componentes, transistores, transformadores de banda ancha T1 y T2 con toda su disposición en el montaje, ver la Figura N°2. También de acabado, la Figura N°3.

La puesta en marcha, no ha de presentar ningún problema si todo el montaje se ha hecho con cierto cuidado en lo esencial, no hay ajustes a realizar pero si que requiere: de una fuente de señal conocida, en mi caso he utilizado un excitador SSB y CW con salida de 20 mW o +13 dBm, un atenuador por pasos, un generador de doble tono AF, un osciloscopio, una carga artificial de 50 Ohms y un vatímetro. Con todo este dispositivo interconectado, se ha verificado para una potencia de salida de unos 10 W que corresponden a +40 dBm, la señal necesaria de entrada en dBm y la ganancia correspondiente en dB para cada una de las bandas. Dado que es un amplificador lineal el que está bajo prueba, se hace necesario en el modo SSB, controlar la señal de doble tono a la salida sobre la carga de 50 Ohms, mediante osciloscopio en todas las bandas para una potencia de 10 W<sub>pep</sub> (W potencia de cresta de la envolvente); la imagen en pantalla del osciloscopio, toma la forma de una señal AM modulada al 100 % y esta prueba de apreciación visual, es la que definirá el comportamiento de dicho amplificador ante el problema de recorte por exceso de señal o de polarización incorrecta de las bases de Q2 y Q3, este ensayo permite optimizar por tanteo el ajuste de la polarización mediante la resistencia R que forma divisor con el transistor Q4 el cual, se encarga de fijar la tensión en 0,6 V y la resistencia R que ha quedado en 100 Ohms controla la intensidad de las bases de Q2 y Q3 fijando el punto de trabajo en la parte inferior de la curva característica de ambos transistores. La finalidad de esta verificación, es conseguir que los transistores trabajen en el punto más lineal de dicha curva con potencia máxima de salida. La intensidad de reposo del amplificador lineal HF, es de 200 mA en ausencia de señal a la entrada, esta corriente de reposo que correspondería a la clase AB, queda un poco elevada pero hay que considerar el buen comportamiento en SSB, para CW y al poder trabajar en clase C, la corriente de reposo sería mucho menor.

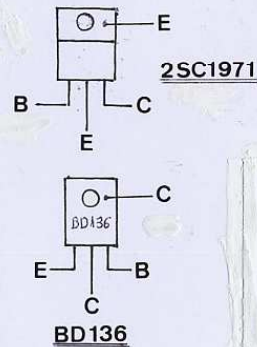
Es evidente que este amplificador lineal de RF, puede ser de aplicación en cualquier equipo pequeño (QRP) y conectado a una antena de ámbito exterior para lo cual, se hace necesario intercalar a la salida del amplificador, un filtro LPF (filtro paso bajo) para cada una de las bandas de radioaficionados con tal de minimizar los productos armónicos no deseables de orden superior y que están siempre presentes, a la salida de cualquier amplificador de RF. Hago constar que otro amplificador de las mismas características, ya incorpora dichos filtros LPF seleccionables mediante conmutador y relés, con un comportamiento en la respuesta armónica de -40 dB.

Confirmar que este método constructivo de plaqueta de una sola cara de Cu con isletas habilitadas, da buen resultado y aumenta la ganancia (2 dB en 15 metros) a nivel comparativo con otros montajes con circuito impreso, sobre todo en las frecuencias más altas como 15, 12 y 10 metros, al poder acortar las conexiones y disponer de una superficie común de retorno a masa mucho más amplia.

Hasta aquí la descripción de este amplificador el cual, considero que puede ser de utilidad en cualquiera de las aplicaciones que se han apuntado. Entre tanto, saludos de Joan, EA3-EIS.

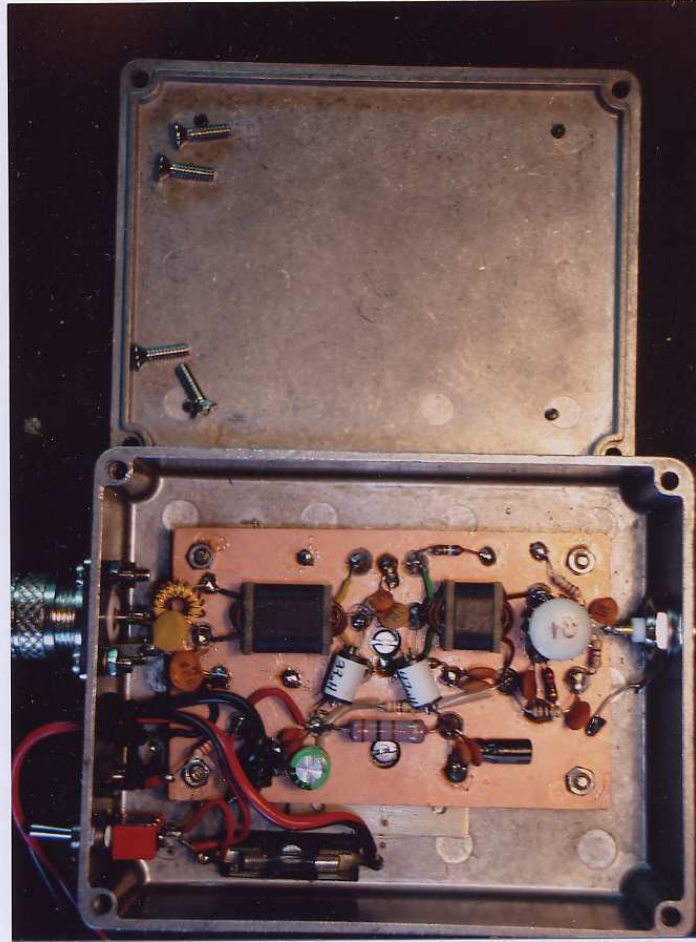


**Figura N°1:** Esquema eléctrico amplificador lineal HF transistorizado (potencia 10 W).  
**Q1:** transistor 2N4427, NPN, VHF.  
**Q2, Q3:** transistor 2SC1971, NPN, VHF.  
**Q4:** transistor BD136, PNP.  
**T1:** transf, nuc FB8, pri 4 e, sec 2 e con t/m.  
**T2:** transf, nuc FB14, pri 2 e con t/m, sec 4 e.  
**CH:** choque RF, VK200 de 33 uH.  
**L1:** induct nuc T37-6, 11 esp, hilo 0,6 di.  
**D1:** diodo BY252, 400 V / 3 Amp.  
**Nota:** El filtro LPF a la salida del amplificador, tiene efecto a partir de 50 MHz para arriba.

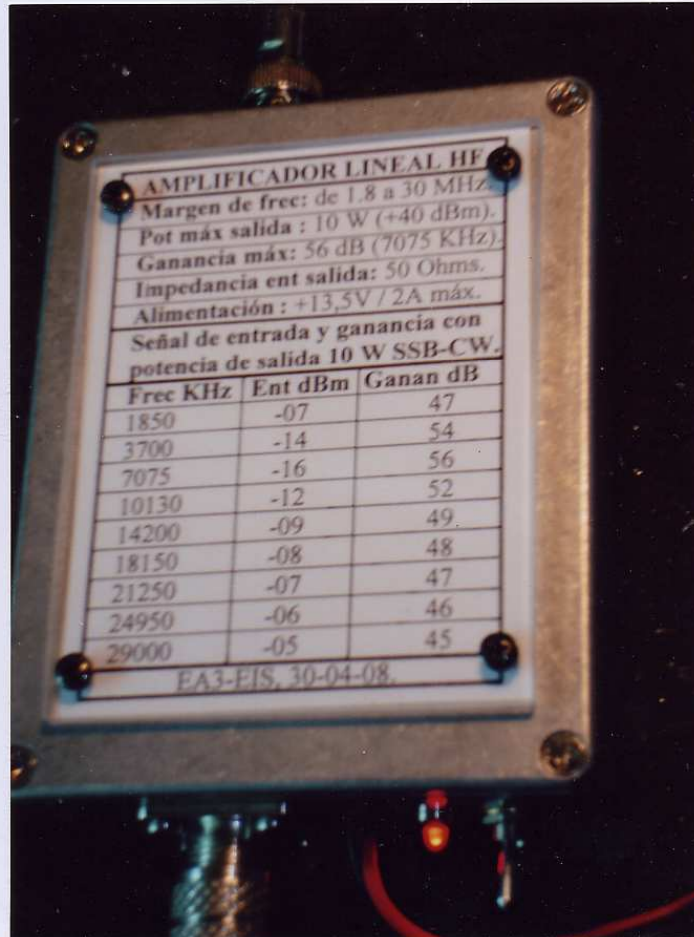


**AMPLIFICADOR LINEAL HF (10 W)**  
 Esquema eléctrico y detalles constructivos.  
 EA3-EIS, 30-04-08.





**Figura N°2:** Detalle interior del amplificador lineal para HF (10 W). En primer lugar destaca la caja de fundición de aluminio inyectado la cual, es una unidad de mercado con medidas: 118x93x34 m/m, esta caja junto con un refrigerador de aletas situado en la parte exterior de la base de la caja, sirven de refrigerador de los transistores de potencia. El conector BNC de entrada a la derecha y a la izquierda, otro conector PL de salida junto con el interruptor y led de control Power, en la parte de abajo y sobre la base de la caja, el portafusible y fusible de 3 A. La plaqueta con todos los componentes a la vista, de izquierda a derecha el filtro LPF, el transformador de banda ancha T2, los dos transistores de potencia Q2, Q3 y Q4 los cuales, no se ven por quedar debajo de la plaqueta y solo destacan los taladros y tornillos M3 de fijación. A continuación, el otro transistor Q1 provisto de un pequeño refrigerador y aislante en la parte superior, obsérvese que todos los componentes están soldados por la cara de Cu de la plaqueta y es que como en otros casos, se ha adoptado la solución de utilizar la cara de Cu, como conexión común de todos los retornos de masa, el resto de interconexiones activas, se han hecho mediante isletas circulares, habilitadas sobre la misma cara de Cu por medio de una broca especial tipo corona de 4 m/m de diámetro interior.



**Figura N°3:** Vista exterior del amplificador lineal para HF (10 W), este con la tapa montada y sobre la misma, aparecen impresas por columnas, además de las características principales, un listado puntual de frecuencias de las bandas de radioaficionado en HF, también las señales de entrada en dBm, para una potencia máxima a la salida de 10 W<sub>p</sub>ep en SSB sin distorsión ni recorte y la correspondiente ganancia en dB para cada una de las bandas. Téngase presente que todos estos datos, corresponden al amplificador trabajando a potencia máxima, con una tensión de +13,5 V / 2 Amp y con un filtro LPF único el cual, actúa a partir de 50 MHz. Recuérdese que este amplificador ha sido montado, para la comprobación de antenas, asociado a un generador de RF y un vatímetro direccional con el cual, comprobar la potencia directa y también la ROE, con tal de comprobar el punto de resonancia y ancho de banda de la antena en cuestión.