

Nº19: GENERADOR DE RF (FREC FIJAS) PARA LA EVALUACION DE RECPTORES HF

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 30-09-97.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

Dada la necesidad de disponer de dos generadores de RF, con el mismo principio de funcionamiento para esta finalidad, que es el poder efectuar las pruebas de evaluación en receptores de HF y también, al no poder utilizar un generador de RF del tipo sintetizado por el ruido de fondo inherente, me decidí a construir otro generador más simplificado pero, con buenas prestaciones en lo que respecta a ruido. La opción fue bastante fácil, al decidir hacerlo con frecuencias fijas y dentro de las bandas más clásicas de radioaficionado en QRP.

CARACTERISTICAS

Las características más importantes de este generador de RF (frecuencias fijas) para la evaluación de receptores de HF, son las que se indican a continuación:

Cobertura de frecuencias	:	80 Metros 3560 KHz. 40 .. 7030 KHz. 20 .. 14060 KHz. 15 .. 21060 KHz. 10 .. 28060 KHz.
Selector de bandas	:	por conmutador rot, reles y diodos.
Deslizamiento de frec	:	: 08 Hz después de 30 m (7030 KHz).
Señal de salida	:	: regulable de 0,2 a 1 Vrms (0 a +13 dBm).
Forma de señal	:	: senoidal en todas las bandas.
Control de señal	:	: por instrumento c/m, escalas en Vrms y dBm.
Impedancia de salida	:	: 50 Ohms.
Conexión de salida	:	: por conector BNC.
Alimentación	:	: 220 V / AC.
Dimensiones y peso	:	: 200x70x240 m/m y 2 Kg.
Atenuador independiente	:	: 100 dB, 50 Ohms, pasos: 1, 2, 5, 10 y 20 dB.

DESCRIPCION GENERAL

La circuitería de este generador de RF, es más bien clásica y básicamente la componen cinco osciladores a cristal seleccionables, uno para cada banda y con una frecuencia específica la cual, se corresponde con el segmento QRP en la modalidad de CW como ya se ha indicado anteriormente. A la salida de estos cinco osciladores, se toma la señal y se aplica a un separador o buffer el cual, lleva incorporado el mando de ganancia continua Level. Una vez la señal ha pasado por esta etapa amplificadora, va al amplificador lineal y filtros LPF seleccionables para cada banda los cuales, contribuyen en buena medida a la eliminación de armónicos y productos de orden superior. El amplificador lineal es un amplificador de banda ancha, con bajo nivel de ruido y baja impedancia tanto de entrada como de salida, ambas del orden de 50 Ohms, la ganancia total del amplificador es

de unos 28 dB. En el propio conector de salida Output, está dispuesta una resistencia de 50 Ohms como carga además de la sonda de captación de RF que permite muestrear la señal y enviarla al voltímetro de RF o indicador del nivel de señal a la salida.

Todos estos circuitos, se describen de forma detallada por módulos, según se relacionan a continuación: Osciladores a cristal y buffer, Amplificador lineal y filtros LPF, Voltímetro de RF, Fuente de alimentación y atenuador por pasos, como elemento independiente.

DESCRIPCION CONSTRUCCION Y AJUSTE POR MODULOS

Osciladores a cristal y buffer: Este módulo es el elemento básico del generador de RF, está compuesto por cinco osciladores a cristal tipo Hartley, son idénticos en cuanto a principio de funcionamiento. La parte activa de cada oscilador, es un transistor (2N2222) NPN ya conocido, el circuito oscilador lleva consigo, tres ajustes internos de: frecuencia, arranque y amplitud de señal, el acoplamiento de salida se hace mediante el transformador T1 con primario sintonizado por TC1 para establecer el punto de arranque, toma de realimentación hacia la base y secundario de baja impedancia con ajuste de la señal de salida por potenciómetro de 100 Ohms, el cristal forma parte de la conexión de emisor a masa y en serie con el trimer TC2 para el ajustar la frecuencia dentro de un pequeño margen. La selección de cada oscilador, se hace mediante el selector Frequency KHz que distribuye la alimentación de +10 V y la salida de señal se selecciona, mediante diodos direccionales (1N4148) hacia el buffer. La frecuencia de cada oscilador, está en correspondencia con cada una de las bandas según el listado siguiente:

Banda de 80 Metros	: 3560 KHz.
Banda de 40 Metros	: 7030 KHz.
Banda de 20 Metros	: 14060 KHz.
Banda de 15 Metros	: 21060 KHz.
Banda de 10 Metros	: 28060 KHz.

El ajuste de cada uno de los osciladores, consiste en situar el trimer TC1 en el punto óptimo de arranque y buena forma de onda senoidal, esta operación es necesario hacerla con un osciloscopio, a continuación se ajustará la frecuencia dentro de unos márgenes más bien restringidos con el trimer TC2, hasta situarla lo más cerca posible de la frecuencia nominal que indica el propio cristal de cuarzo, para ello será necesario utilizar un frecuencímetro. La amplitud, se ajustara a un nivel máximo en cada uno de los potenciómetros de 100 Ohms que ya lleva incorporado a la salida o secundario del transformador T1, este ajuste se volverá a repasar al final y se controlará con el voltímetro de RF que dispone el propio generador. El separador o buffer, consiste en un transistor (40841) N FET de doble puerta el cual, permite regular manualmente la ganancia y nivel de señal, al controlar la tensión sobre la puerta G2 mediante el mando exterior Level en el panel frontal, con una variación de más de 13 dB, la salida por drenador y transformador adaptador de impedancias T2 hacia el amplificador lineal, dado que la señal era excesiva, me vi obligado a intercalar una célula atenuadora en Pi de 5 dB 50 Ohms. Este módulo, se ha montado sobre una plaqueta Repra circuit sujeta con separadores exagonales M6 y por el mismo procedimiento, queda envuelto por un blindaje de plancha de Cu de 0,5 m/m, La alimentación, es a +10 V estabilizados. Para esquema eléctrico y detalles, ver la Figura N°1.

Amplificador lineal y filtros LPF: El amplificador lineal, es un amplificador de banda ancha para HF de dos etapas, un preamplificador cuyo elemento activo es el transistor (BF689K) NPN para UHF trabajando en clase A, en la etapa de salida tenemos otro transistor también muy indicado (2N5109) NPN para UHF en clase A dando como resultado, un buen comportamiento en cuanto a banda pasante y linealidad. Merece una especial atención, la realimentación negativa entre colector y base así como, la realimentación degenerativa de emisor que incorporan ambas etapas

amplificadoras, esta disposición contribuye en la respuesta y la estabilidad del sistema. La impedancia de entrada de cada etapa es de 50 Ohms y la de salida es de 200 Ohms con lo cual, es bastante fácil la adaptación, al hacer los acoplamientos mediante transformadores de banda ancha, con una señal de entrada de 40 mVrms, se consigue 1 Vrms a la salida en todas las bandas en las cuales trabaja el generador, o sea que la ganancia total de dicho amplificador es de unos 28 dB sobre una carga de 50 Ohms a la salida. En el transistor (2N5109) fue necesario añadir por precaución, un pequeño refrigerador pues se calienta un poco cuando trabaja a máxima potencia de salida (20 mW). En cuanto a los filtros paso bajo LPF, solamente añadir que son seleccionados mediante relés a partir del selector Frequency KHz por los +12 V que alimentan el amplificador lineal. El tipo de construcción de este módulo, es similar al anterior y el blindaje electrostático es fundamental, se ha hecho énfasis en el conexionado interno y los retornos a masa que deberán ser lo más cortos posibles así como, las conexiones blindadas de salida con cable coaxial de doble malla por las posibles fugas de RF hacia el exterior. Para esquema eléctrico y detalles, ver la Figura N°2.

Voltímetro de RF: Para poder efectuar mediciones o ensayos con un generador de RF, es imprescindible partir de una señal de valor conocido ya sea en Vrms o bien en dBm que es como están calibrados los generadores que comúnmente se vienen utilizando. La adopción de la unidad dBm, se la puede considerar válida y conveniente porque partimos de términos de potencia, téngase presente que en las mediciones de potencia, la unidad fundamental es el Watt sin embargo, la unidad que se utiliza para niveles bajos de RF es el mW y en este caso, la potencia puede venir especificada en dBm con respecto al nivel 0 de referencia de 1 mW sobre una resistencia de carga de 50 Ohms, por lo tanto 1 mW será igual a 0 dBm. La señal de salida de un generador de RF sobre una carga de 50 Ohms, también se puede expresar en Vrms por ejemplo, 0 dBm igual a 1 mW equivaldrá a 0,223 Vrms y +13 dBm, 20 mW, 1 Vrms. Es evidente que al efectuar mediciones de RF en términos de pequeñas potencias, es práctico hacer la valoración también en dBm.

Después de este comentario, queda manifiesta la necesidad de un control del nivel de salida de RF, el sistema que se ha utilizado en este generador, es bien conocido en cuanto a circuito y por lo tanto, no será necesario extenderse demasiado, solamente indicar que es un voltímetro de CC de alta impedancia (10 Mg), como elemento activo tenemos un doble amplificador operacional (LF353), el primer amplificador trabaja como seguidor, alta impedancia de entrada y ganancia cero y el segundo también como seguidor centrador de un instrumento de c/m de 100 uA, la ganancia en tensión de dicho circuito viene condicionada, por la sensibilidad a fondo de escala de dicho instrumento el cual, incorpora dos escalas de medición, una con lectura máxima de +13 dBm y otra de 1 Vrms. La fijación de los elementos activos y pasivos, sobre plaqueta Repro circuit y separadores exagonales M3. La lectura de la señal, se hace mediante una sonda detectora sobre la salida BNC de RF del generador, el circuito es un detector de cresta media onda a cargo de un diodo de germanio (1N34) y un divisor de tensión resistivo para ajustar la señal según las escalas del instrumento de c/m. La alimentación, es a +5 y -5 V estabilizados. También en este caso, se han blindado mediante compartimento de plancha de Cu de 0,5 m/m, la sonda detectora, conector BNC y resistencia de carga de 50 Ohms y el instrumento de c/m, con el fin de evitar la fuga de RF hacia fuera. Para esquema eléctrico y detalles constructivos, ver la Figura N°3.

Fuente de alimentación: La fuente de alimentación, consta de un transformador primario 220 V AC y dos secundarios de 15+15 V / 0,3 A, dos unidades rectificadoras de onda completa mediante diodos (1N4004), dos unidades rectificadoras de media onda por diodos (1N4004), unidades de filtro, reguladores de tensión: (7810), (7812), (78L05) y (79L05), para las tensiones de: +10 V, +12 V, +5 v y -5 V, las cuales permiten independizar de alguna forma, las funciones más importantes del generador y evitar interacciones por la vía de las alimentaciones, las tensiones estabilizadas y módulos que alimentan son los siguientes:

- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| +10 V, alimenta | : osciladores a cristal y buffer. |
| +12 V, alimenta | : amplificador lineal y filtros LPF. |

+5 V, alimenta : voltímetro de RF.
 -5 V, alimenta : voltímetro de RF.

La fuente de alimentación, queda situada en un compartimento posterior habilitado mediante tabique separador de aluminio, los componentes activos y pasivos, montados en una plaqueta Repra circuit con separadores M3; en la entrada de red de 220 V, se ha intercalado un filtro antiparasitario; la fuente está controlada, por un interruptor y led Power además de un fusible de 0,25 A. Para esquema eléctrico y detalles ver la Figura N°3.

Atenuador por pasos: El atenuador por pasos, es uno de los elementos más útiles e importantes de cualquier generador de RF. El atenuador que hoy se presenta, consiste en una red de células Pi de 50 Ohms seleccionables, con una atenuación total de 100 dB y resolución de 1 dB al disponer: de 1 celula de 1 dB, 2 de 2 dB, 1 de 5 dB, 1 de 10 dB y 4 de 20 dB, en total nueve unidades compartimentadas las cuales, se pueden conectar o desconectar a voluntad sobre esta red atenuadora, sin variar la impedancia de 50 Ohms tanto de entrada como de salida, al ser interconectado este atenuador entre la salida del generador y el receptor o carga. Este atenuador que fue descrito, por Shriner y Pagel en la revista QST Septiembre de 1982 y posteriormente, en el ARRL Handbook de 1994 capítulo 25-37, a sido diseñado para trabajar con potencias limitadas que no excedan de 0,25 W y esto lo condiciona, a ser utilizado solamente en los ensayos con niveles bajos de RF. La máxima atenuación por paso, está limitada a 20 dB por motivo de la degradación que se produciría ante las posibles fugas de RF, ello contribuiría al falseamiento de los resultados.

Las características más importantes de este atenuador por pasos, son las que se indican a continuación:

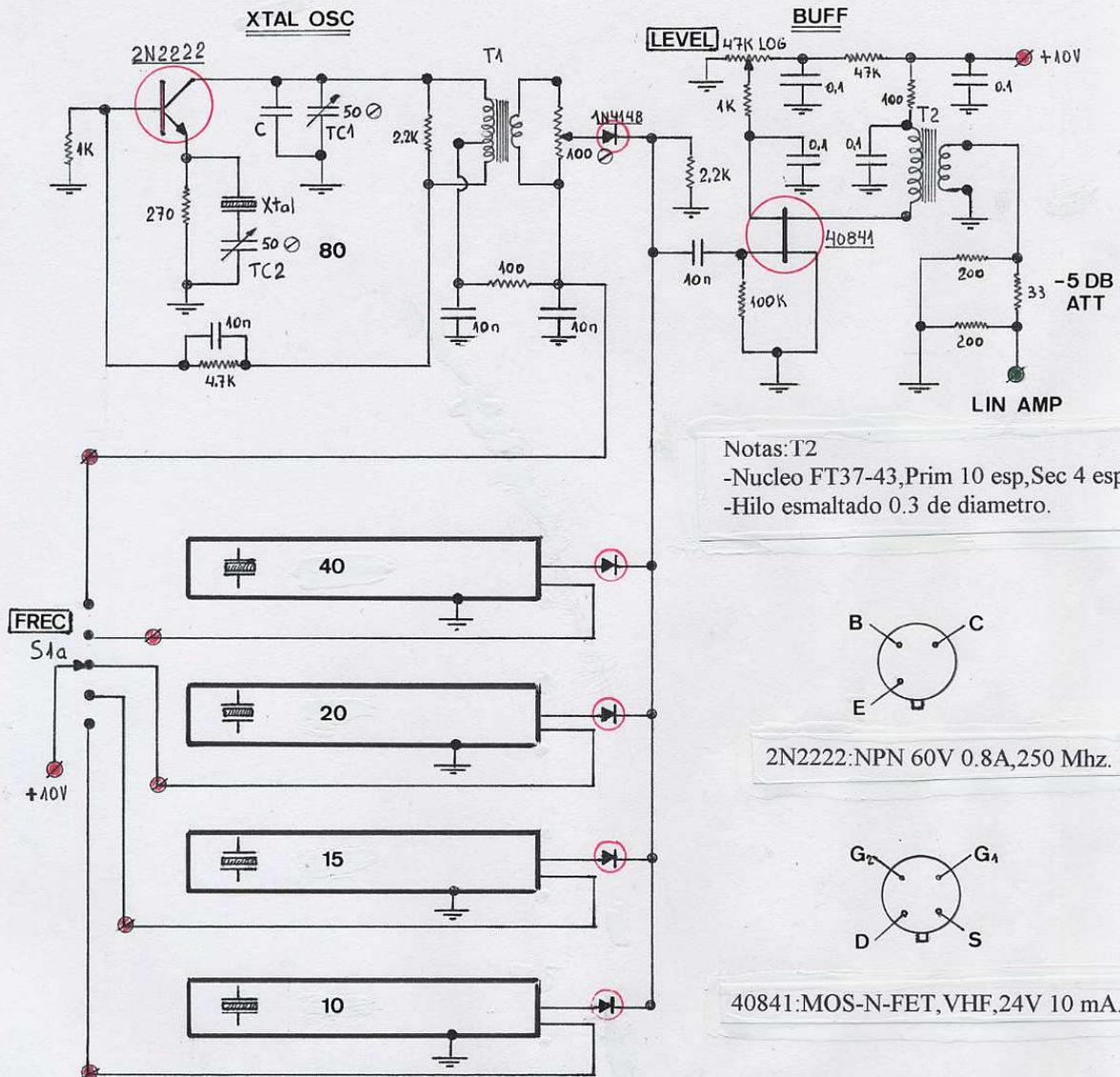
Atenuación total : 100 dB, variable a partir de 1 dB.
 Pasos de atenuación : 1-2-2-5-10-20-20-20 y 20 dB.
 Impedancia Inp-Out : 50 Ohms.
 Margen de frec : de 0 a 100 MHz, +/- 1 dB.
 Potencia máxima : 0,25 W por célula.
 Tipo de conexión : por conector BNC hembra.

La construcción del mismo no tiene ningún secreto, siguiendo las detalladas instrucciones que dan los autores de dicho trabajo, empezando por los componentes básicos, como son los conmutadores inversores de doble vía los cuales, condicionan bastante el dimensionado de todo el atenuador, yo opté por utilizar conmutadores de la marca CK serie 2200, 15 A, 250 V AC, de contactos plateados y el resultado es bueno aunque para esta función específica, sería preferible la versión en contactos dorados pero, la diferencia de precio también es importante así como, la posibilidad de conseguirlos en el mercado; las resistencias que forman toda la red atenuadora, son de 0,25 W y la tolerancia 1%; los conectores de entrada y salida del atenuador, son del tipo BNC y la sujeción, se hace por 4 tornillos y tuercas M 2,5 debido al poco espacio. La ubicación o caja, consiste en una serie de celdillas en plancha de Cu de 0,5 m/m, donde van montadas cada una de las células Pi, formada por las resistencias y conmutador de doble vía el cual, tiene la función On – Off o sea de conectar o cortocircuitar dicha célula sobre la red; la comunicación entre células, se hace mediante un puente de conexión a través de un pequeño agujero en el tabique separador de Cu. Es muy importante el conseguir la máxima estanquedad de todo el sistema pues de ello, dependerá el buen resultado, el procedimiento constructivo ha sido básicamente, el utilizar plancha de Cu de 0,5 m/m, los autores mencionados han empleado placa de fibra de vidrio con cobre por las dos caras, el resultado creo que podría ser el mismo que el utilizar plancha de Cu, lo hice por el dimensionado total como se verá al final; una vez cortadas todas las piezas y hecho el mecanizado consistente en taladrar y doblar, se ha procedido a soldarlas con un soldador de 100 W y estaño acompañado de un buen decapante para agilizar la soldadura, hay que decir que para efectuar esta operación, hace falta

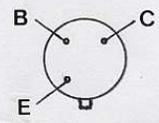
un poco de arte y paciencia, la tapadera de todo el conjunto de celdillas, es de plancha de aluminio de 3 m/m; todo este conjunto estanco, queda solidario o envuelto por otra caja de aluminio que por sus características, no tiene una función tan vital como blindaje pero si como acabado. Los valores de las resistencias que forman cada célula Pi, han sido tomados de un listado o tabla N°4 que aparece en el artículo del ARRL Handbook 1994 cap 25-39. Para esquema eléctrico y detalles, ver las Figuras: N°4 y N°5.

COMENTARIOS FINALES

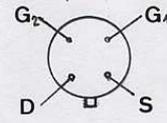
Solamente añadir en lo que se refiere a la caja de ubicación de este generador de RF, es necesario que esta sea de aluminio, con cierto grado de robustez y sobre todo lo más estanca posible. Téngase presente, que al hacer las mediciones de Ruido de fondo o Mínima señal discernible en un receptor, se está trabajando con unos niveles de señal muy bajos que pueden estar dentro del orden de -130 dBm, en este caso las posibles fugas de RF pueden alterar los resultados. Me permito ser insistente en esta cuestión del blindaje pues lo considero uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta, al diseñar y construir un generador de RF para HF y el atenuador por pasos. Al situar e interconectar mediante cable coaxial de bajas fugas de RF los distintos módulos, también ha contribuido optimizar la estanquedad del sistema. Para distribución tanto interior como exterior, ver las Figuras N°6, N°7 y N°8. Hasta el próximo reportaje. Saludos de Joan, EA3-EIS.



Notas: T2
 -Nucleo FT37-43, Prim 10 esp, Sec 4 esp.
 -Hilo esmaltado 0.3 de diametro.



2N2222: NPN 60V 0.8A, 250 Mhz.

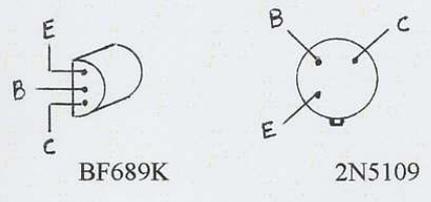
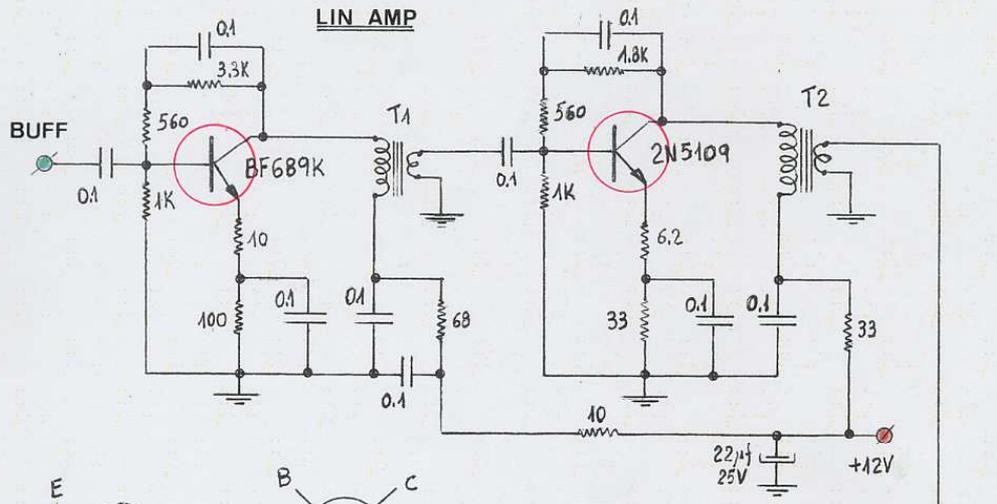


40841: MOS-N-FET, VHF, 24V 10 mA.

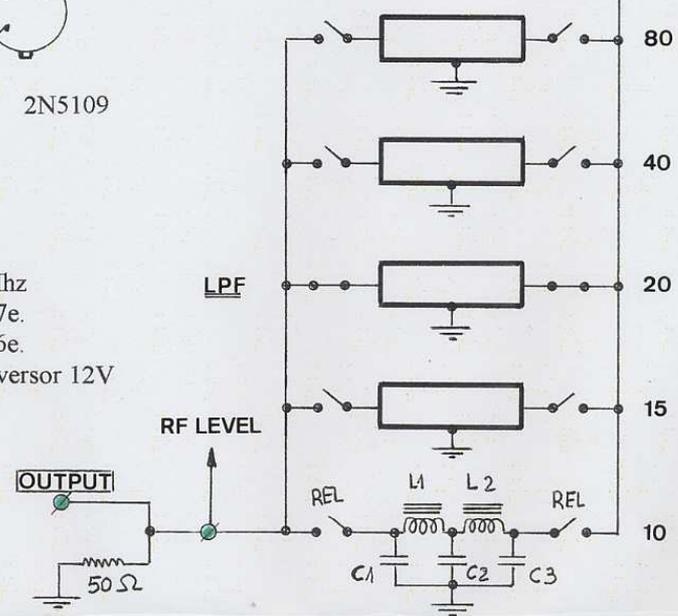
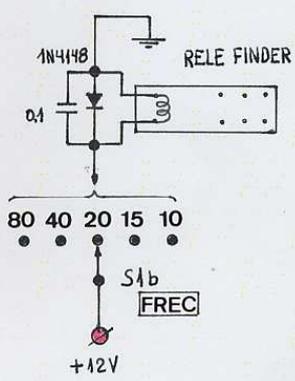
BANDA	Xtal	C	T1	Prim.	Sec.	Toma
80	3560 KHz	47 pF	T68-2	65 esp.	10 esp.	13 esp.
40	7030 ..	47 ..	T50-2	35 ..	6 ..	7 ..
20	14060 ..		T50-6	23 ..	4 ..	5 ..
15	21060 ..		T50-6	20 ..	4 ..	4 ..
10	28060 ..		T50-6	20 ..	4 ..	4 ..

Notas: T1
 -Hilo esmaltado de 0,3 m/m de diámetro.
 -La toma media, a partir del lado frio del bobinado.

Figura N°1
XTAL OSC - BUFF
GENERADOR DE RF (FREC. FIJAS) PARA LA
EVALUACION DE RECEPTORES HF
 EA3-EIS 30-09-97



BF689K: NPN 1800 Mhz
 2N5109: NPN 40V 0,4A 1200 Mhz
 T1: FT37-43, Prim 15e, Sec 7e.
 T2: FT50-43, Prim 12e, Sec 6e.
 REL: Relé FINDER Doble Inversor 12V



BANDA	C1 - C3	C2	L1 - L2
80	820 pF	1,5 nF	T37-2 23 esp. hilo 0,3 (2,70 uH)
40	470 ..	820 pF	T37-2 19 0,4 (1,80 uH)
20	220 ..	470 ..	T37-6 14 0,4 (0,82 uH)
15	150 ..	220 ..	T37-6 10 0,4 (0,47 uH)
10	100 ..	180 ..	T37-6 8 0,4 (0,33 uH)

Figura N°2 LIN AMP - LPF
GENERADOR DE RF (FREC.FIJAS) PARA LA
EVALUACION DE RECEPTORES HF
 EA3-EIS 30-09-97

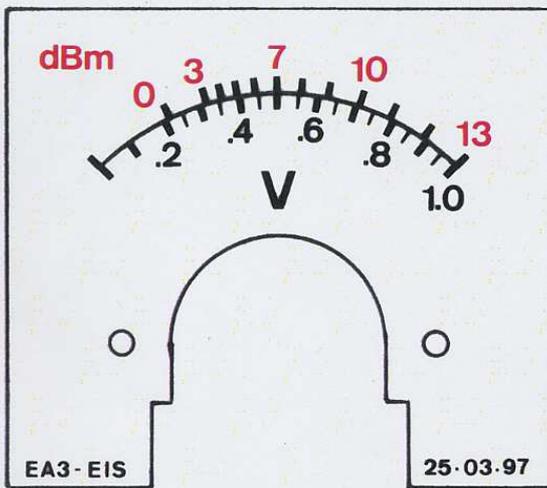
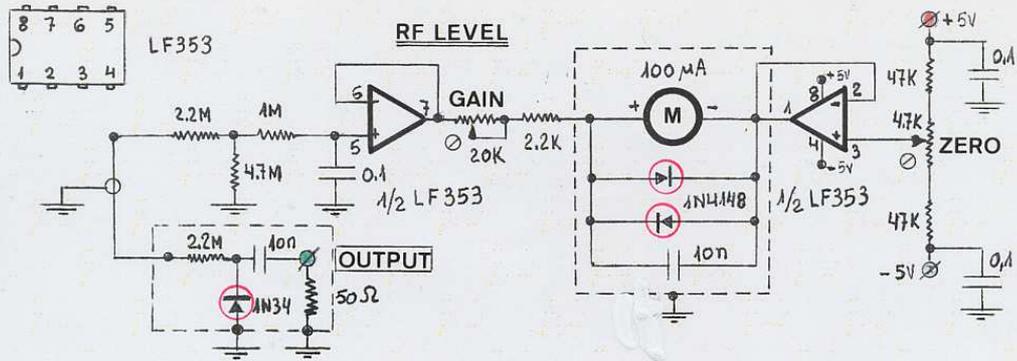


TABLA DE CONVERSION
dBm-V-mW, Z=50 Ohms

dBm	Vrms	Vpp	mW
0	0,223	0,632	1,00
3	0,315	0,893	1,99
4	0,353	1,001	2,51
5	0,396	1,123	3,16
6	0,444	1,260	3,98
7	0,499	1,415	5,01
8	0,560	1,587	6,31
9	0,628	1,780	7,94
10	0,705	1,998	10,00
11	0,791	2,242	12,59
12	0,887	2,515	15,85
13	0,996	2,823	19,95

POWER SUPPLY

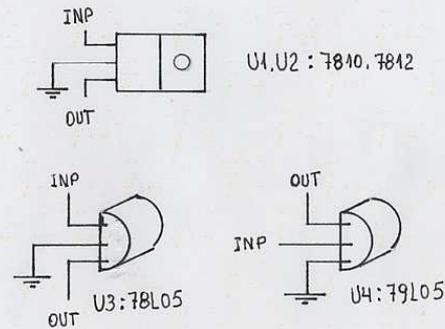
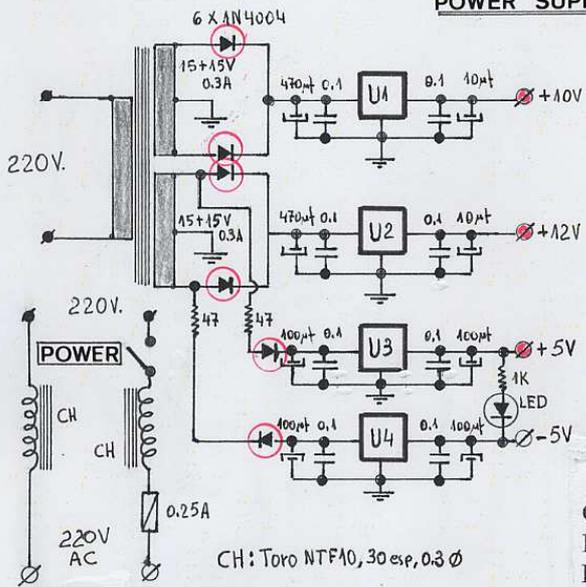
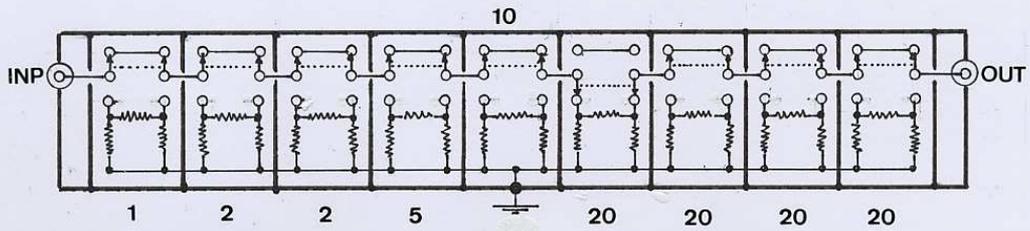
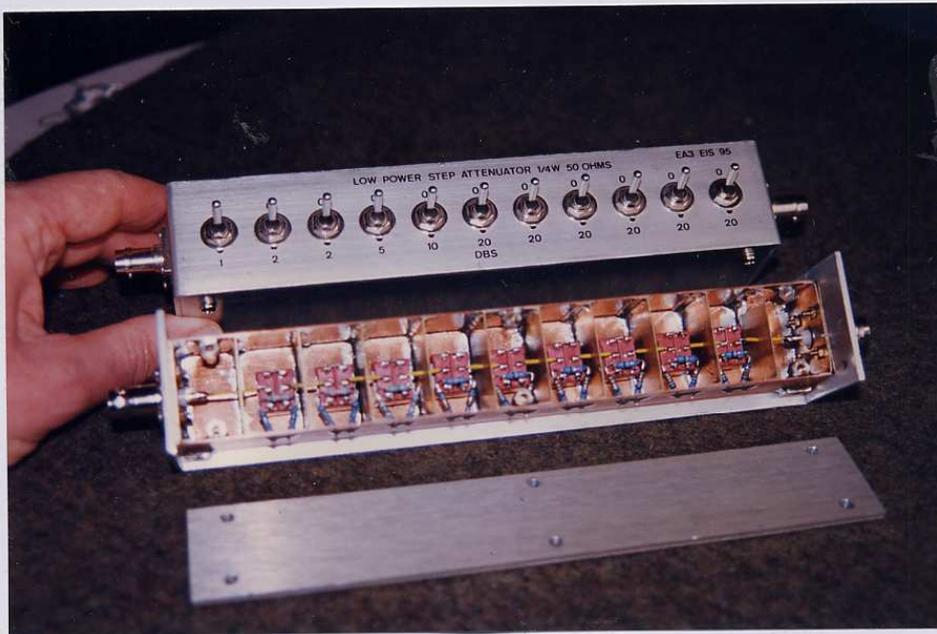
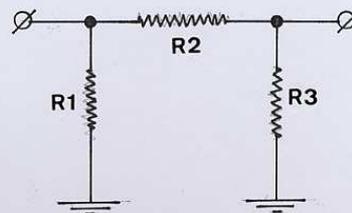


Figura N°3

RF LEVEL - POWER SUPPLY
GENERADOR DE RF (FREC. FIJAS) PARA LA
EVALUACION DE RECEPTORES HF
 EA3-EIS 30-09-97



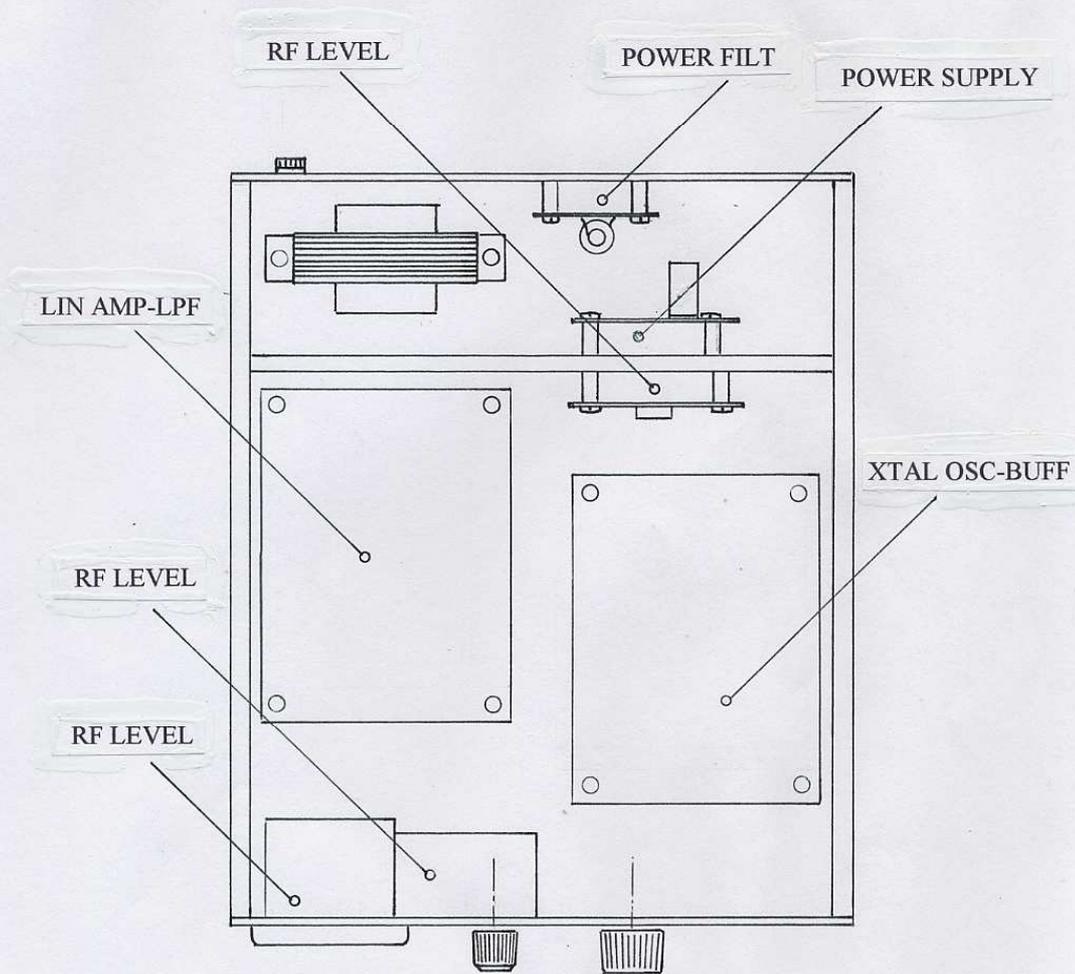
ATENUADOR POR PASOS		
Tabla de resistencias de las células Pi, disp 0,25 w, 1 %.		
dB	R1 - R3	R2
1	909	6,20
2	470	12,4
5	200	33,2
10	100	75,0
20	68,1	274



Figuras: N°4 y N°5: En la parte superior Fig 5, el esquema eléctrico del atenuador por pasos, véase la disposición de las celdillas que integran cada uno de los conmutadores de doble vía y sus correspondientes resistencias las cuales, conforman cada célula de atenuación según el orden establecido en dB; debajo del esquema, figura una tabla con los valores de dichas resistencias y el esquema unitario. En la parte inferior Fig 6, una doble vista de acabado y distribución real, el atenuador de encima es una unidad de 10 pasos y el de abajo, es el de nueve pasos de referencia, las resistencias por el lado de masa, se han soldado directamente a la caja de Cu de 0,5 m/m y la tapa de aluminio de 3 m/m, queda sujeta mediante seis tornillos M3.

(MDS) se está trabajando con un nivel de señal muy bajo y las fugas de RF pueden afectar los resultados. Me permito ser insistente en esta cuestión del espacio pues lo considero uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta al diseñar y construir un Generador de RF y Atenuador para RF. Será hasta el próximo reportaje. Saludos de Juan EA3-EIS.

Figura N°6



**LOCALIZACION DE LOS MODULOS
GENERADOR DE RF (FREC.FIJAS) PARA LA
EVALUACION DE RECEPTORES HF
EA3-EIS 30-09-97**

GENERADOR DE RF (FREC.FIJAS) PARA LA EVALUACION DE RECEPTORES HF

Figura N°7



Figura N°8

