Nº47: GENERADOR DE BF BAJA DISTORSIÓN

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 10-12-07.
Sant Cugat del Vallès (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Un generador de baja frecuencia no es una novedad, es un instrumento que también se ha hecho popular y asequible, a partir de distintos proyectos que han ido apareciendo en los manuales y en publicaciones, todos del mundo de la radioafición por supuesto. Yo por mi parte que soy amante de la instrumentación, no he podido evitar el pasar por estas experiencias al montar alguno de estos generadores de BF y he de decir de buen principio, que en los resultados ha habido de todo, éxitos y fracasos. Los éxitos me han permitido aparte de la satisfacción, el llevar a buen término otros proyectos y los fracasos de los cuales he ido tomando buena nota, me han servido para mejorar las prestaciones en trabajos posteriores, como es el de esta ocasión.

El generador de BF que hoy se presenta, esta fundamentado en un artículo publicado en la revista FunkAmateur, 04-04, autor Manfred Scholl, OE1MSA. Cuando tuve en mis manos una fotocopia de la descripción de dicho instrumento, me di cuenta de que era un trabajo digno de ser tomado en consideración, que merecía la pena analizar todo el proyecto, arriesgarse y proceder a su montaje, para ello consideré los aspectos más problemáticos de su posible realización práctica y puse manos a la obra. Empecé por la circuitería activa de las partes principales como son, el oscilador y amplificador de señal integrados ambos, por transistores bipolares, que todavía son fáciles de localizar ya sean originales o similares. Dado que el circuito del oscilador es un puente de Wien-Brücke, era necesario el disponer de un potenciómetro doble en tándem de buena calidad tal como lo había resuelto el autor, este fue el único problema serio que debería de resolver, la solución fue ensamblar mecánicamente dos potenciómetros multivuelta como se vera en la construcción. Otra cuestión a considerar en todo generador, es el disponer a la salida de un buen atenuador, aspecto que a quedado plenamente resuelto, mediante atenuadores por pasos de 20 dB. La presentación de la frecuencia, el autor lo hace digitalmente, es una buena solución por la precisión y comodidad, en esta ocasión pude solucionarlo con un contador de frecuencia PIC adaptado.

CARACTERISTICAS

Las características más importantes de este generador de BF baja distorsión, son las que se indican a continuación:

Señales de salida	**:** Onda sinusoidal y cuadrada.
Margen de frecuencia	**:** De 10 Hz a 100 KHz.
Control de frecuencia	**:** 4 décadas y continuo de 1 a 10.
Sistema indicador	**:** digital (6 dígitos LCD).
Precisión en la lectura	**:** +/- 1 Hz.
Amplitud de salida	**:** 15 Vpp máximo a 50 Ohms.
Control de amplitud	**:** Continuo de 1 a 15 Vpp.
Atenuador	**:** Por pasos 3x20 dB, 50 Ohms.
Impedancia de salida	**:** 50 Ohms.
Distorsión sinusoidal	**:** 0,05 % aproximadamente.
Alimentación	**:** Red 220 V CA, 20 W.
Dimensiones y peso	**:** 210x160x115 m/m y 2,5 Kg

DESCRIPCIÓN

Tal y como indica el título, este generador de baja frecuencia es de baja distorsión, dato importante en estos instrumentos. Hace unos años, estaban de moda los circuitos integrados para asumir varias funciones a nivel de generador de BF, uno de ellos era el 8038 de Intersil, este CI capaz de generar interiormente señales rectangulares y triangulares, partiendo de esta segunda función se las puede convertir a sinusoidales pasándolas por un conformador o matriz de resistencias y transistores que forman parte del mismo CI los cuales, por umbral de conducción progresiva no lineal del diodo base-emisor, tienden a redondear la pendiente de la rampa triangular a medida que esta, aumenta o disminuye con el tiempo de manera alternativa. He querido hacer esta pequeña descripción, para indicar que la onda sinusoidal resultante después de todo el proceso, comporta una distorsión armónica importante, como pude comprobar en un montaje realizado por mi de un generador de funciones de esta naturaleza. El autor de este trabajo original, pone de manifiesto que en los circuitos integrados actuales, como el generador de funciones Maxim XR2206, el contenido de armónicos es superior al 1,5 %.

Oscilador de BF: Después de este comentario anterior sobre la posible distorsión en una onda de naturaleza sinusoidal, queda claro que hay soluciones asequibles para mejorar este aspecto importante, una de ellas es el oscilador puente de Wien el cual, da una señal sinusoidal de amplitud constante y bajo contenido de armónicos dentro de un amplio margen de frecuencias. Para que se produzca la oscilación, es necesario que el giro de fase entre la salida y la entrada positiva no inversora del amplificador operacional sea de 0º o de 360º. Además es imprescindible que los condensadores C1, C2 y las resistencias R1, R2 del circuito puente, tengan el mismo valor entre si. La variación de frecuencia escalonada por décadas por ejemplo, se obtiene mediante la selección de los valores adecuados de C1 y C2 y el ajuste continuo de frecuencia de 1 a 10, mediante los dos potenciómetros lineales en tándem que representan las resistencias R1 y R2. Podría invertirse el sistema, usando condensadores variables y resistencias fijas, pero los potenciómetros permiten un mejor ajuste. Para conseguir una amplitud constante en todo el margen de frecuencias a la salida del amplificador, hay que considerar la relación del bucle resistivo R3/R4 entre la salida y la entrada negativa, con un factor de amplificación de 3 aproximadamente y la amplitud constante, se asegura mediante R4, elemento termodinámico cual puede ser el filamento de una lamparita incandescente la cual, actúa como un regulador de intensidad, a mayor intensidad mayor resistencia ohmica y en consecuencia, varia el divisor de tensión bajando la ganancia y ocurriendo lo contrario cuando disminuye la señal, hay que decir que la dinámica del sistema, genera un poco de parpadeo de la imagen vista en el osciloscopio cada vez que se varían las constantes R-C de equilibrio del puente. Ver el esquema de principio de este ejemplo, en la Figura Nº 1.

Después de explicar el porque, un oscilador en puente de Wien, puede ser una buena opción como elemento principal en un generador de BF de baja distorsión, pasemos a describir la solución practica que nos brinda el autor.

El amplificador realimentado que forma el circuito oscilador en puente de Wien, comprende básicamente, tres transistores en acoplamiento directo: Q1, Q2, (BC549) NPN y Q3 (BC140) NPN, con un factor aproximado de ganancia de 3, apuntar que el acoplamiento directo interetapa, facilita el paso de las frecuencias más bajas. El bucle de realimentación en fase (360º) entre la base de Q1 y emisor de Q3, es de naturaleza reactiva y esta formado por un filtro R-C, a cargo de la conexión en serie de RV1, C1 como paso alto y la conexión en paralelo de RV2, C2 como paso bajo, la combinación de ambos da como resultado un filtro paso de banda sintonizable. C1 y C2 son dos grupos de cuatro condensadores, cuyos valores de: 1,5 uF, 150 nF, 15 nF y 1,5 nF, permiten saltos de frecuencia de una década con máximos de: 100 Hz, 1 KHz, 10 KHz y 100 KHz, respectivamente al ser seleccionados por un conmutador rotativo S1 de 4 posiciones 2 circuitos; las resistencias variables RV1 y RV2, permiten el ajuste de frecuencia en cada una de las décadas seleccionadas, estas resistencias variables son parte importante del generador y consisten, en dos potenciómetros

bobinados en tándem de 10 K lineales multivuelta con mando manual exterior. El bucle de realimentación en contrafase (180º) entre emisor de Q1 y emisor de Q3, es de naturaleza resistiva, lo forman el potenciómetro de ajuste R3 de 100 Ohms y la lamparita incandescente LP1; esta realimentación variable, permite ajustar el nivel de amplificación total a la salida de colector de Q3, con respecto a la señal de base de Q1 aumentando unas tres veces la amplitud de señal, también hace que esta se mantenga constante dicha amplitud y se optimice la baja distorsión armónica del sistema, digamos que el efecto termodinámico de LP1 ejerce de regulador de intensidad. La salida de señal sinusoidal que es por colector de Q3, se distribuye hacia el contador de frecuencia por capacidad de 0,47 uF más una resistencia en serie de 2,2 K para no sobrecargar el oscilador y también hacia el relé RL1 el cual, se encarga de seleccionar dicha señal sinusoidal hacia el preamplificador o hacia el configurador de onda cuadrada. La alimentación del oscilador, es a +24 V / 32 mA regulados. Hasta aquí la descripción del módulo oscilador de señal. Para esquema eléctrico, ver la Figura Nº 2.

Preamplificador y configurador de onda cuadrada: El preamplificador lo constituye el amplificador operacional U1 (TL081), trabajando como amplificador inversor de ganancia variable por potenciómetro de realimentación R4 de 4,7 K entre la salida y la entrada negativa 2 con tal de permitir el ajuste del nivel de salida. La señal sinusoidal que viene del relé de conmutación RL1, se aplica sobre la entrada 2 del operacional a través de un condensador de bloqueo de 22 uF y una resistencia en serie de 2,2 K con la misma finalidad de no sobrecargar el oscilador, la salida de señal por el pin 6 va al relé conmutador RL2. La alimentación del preamplificador, es a +15 y -15 V regulados. Para esquema eléctrico, ver la figura Nº3.

El configurador esta formado en principio, por un amplificador operacional que trabaja como comparador flotante de señales analógicas, dicho amplificador al excitarse y por estar sin ninguna realimentación exterior, es capaz de amplificar la señal hasta la saturación comportándose como un interruptor, constatar que esta etapa no requiere ninguna compensación de frecuencia y la salida, puede ser acoplada directamente a circuitos integrados digitales de conmutación CMOS. La señal sinusoidal de entrada, parte del relé RL1 mediante condensador de paso de 0,47 uF y resistencia en serie de 2,2 K hacia las entradas 2 y 3 del operacional U2 (TL081) dichas entradas están desequilibradas mediante divisores resistivos y una de ellas, la negativa que corresponde al pin 2, está referenciada a masa por el condensador de 1 uF en lo que respecta a la señal de BF, por lo tanto a la salida de U2, tendremos una señal recortada de amplitud cercana a la alimentación y cuya frecuencia, tiene que ver con la señal aplicada a la entrada positiva pin 3. Para que los flancos de subida y bajada de esta señal sean más cortos en el tiempo, es necesario someterla a dos puertas interconectadas NAND U3a y U3b (4093) Schmitt trigger las cuales, acaban de convertir la señal sinusoidal en una onda cuadrada aceptable. La salida por el pin 4 de U3b, pasa por un potenciómetro de ajuste R6 de 2,2 K para regular la amplitud y posteriormente hacia el relé conmutador de salida RL2. La alimentación, es a +12 V regulados. Para esquema eléctrico, ver la Figura Nº 3.

Amplificador: El amplificador de potencia de este generador de BF, requiere de un buen comportamiento en cuanto a suministro de señal con baja distorsión e impedancia de salida de 50 Ohms. A la salida del relé RL2 mediante 2 condensadores en serie de 47 uf, llevan la señal a un potenciómetro de 10 K lineal Level que nos ha de permitir, un ajuste manual continuo de 1 a 15 Vpp en la salida Output; esta señal de entrada controlable, es aplicada a la base de Q4 (BC547) NPN el cual como amplificador, está acoplado directamente por emisor con otro transistor gemelo Q5 (BC547) NPN conectado como seguidor y este segundo transistor por la base, ejerce de centrador offset con ajuste interno por un potenciómetro R5 de 10 K y por la misma vía de entrada, también es receptor de la realimentación negativa que proviene de la salida de señal de 50 Ohms, esta realimentación consiste en una resistencia de 10 K en paralelo con un trimer de 10 pf para compensar las frecuencias más altas; la salida por colector de Q4, se aplica de forma directa a la base de otra etapa amplificadora Q6 (BC557) PNP que ejerce de driver de la ultima etapa

complementaria de potencia, compuesta por los dos transistores: Q7 (BD137 y Q8 (BD138) NPN y PNP respectivamente, esta etapa de potencia la cual actúa como seguidor de emisor push-pull complementario, recibe la señal siempre por interconexión directa entre colector de su predecesor Q6 y la base de Q7; los diodos D1 y D2 (1N4148) en serie y entre las bases de Q7 y Q8, evitan la distorsión de forma de onda al compensar por polarización, la caída de tensión emisor base ante las señales de poca amplitud. Añadir que esta disposición hecha con transistores complementarios, es simple y efectiva en cuanto a resultados; los colectores de Q7 y Q8, están limitados por resistencias de 10 Ohms 2W y desacoplados a masa por condensadores de filtro; la salida de potencia, es por el punto de unión de las dos resistencias limitadoras de 10 Ohms 2W de emisor, a través de dos condensadores en serie de 470 uF contrapuestos y hacia los tres atenuadores por pasos de 20 dB con salida mediante conector Output. Estos tres atenuadores de 20 dB cada uno, son de una gran utilidad pues la inserción de cada uno de ellos, representa ir atenuando la señal en Vpp a 1/10 parte en cada paso de manera voluntaria y conocida de antemano. La alimentación de este amplificador, es a +15 y -15 V regulados con un consumo por rama de 94 mA con máxima señal. Para esquema eléctrico y detalles, ver la Figura Nº 4.

Contador de frecuencia: El contador de frecuencia controlado por PIC, es parte destacable de este generador de BF. Como ya se ha indicado al principio, la señal que permite tener un control constante de la frecuencia, es de naturaleza sinusoidal y parte de la salida del oscilador, esta señal de suficiente amplitud es aplicada a la entrada protegida por diodos D3 y D4 (1N4148) contrapuestos para el recorte de la señal e impedancia de 1 Mg del preamplificador el cual, consta de dos etapas la primera Q9 (2N3819) FET N y la segunda etapa Q10 (2N4403) PNP, esta disposición en acoplamiento directo, aporta una ganancia de 12 dB; el comportamiento en frecuencia es bastante plano, permitiendo el paso de frecuencias muy bajas. Esta señal de amplitud adecuada, se aplica al convertidor analógico digital U4 (74HC132) cuatro puertas NAND de lógica TTL el cual, distribuye el sincronismo y muestra de señal útil para el conteo hacia las patillas 1, 2 y 3 respectivamente del PIC U5 (16FC849) el cual, trabaja con una frecuencia de reloj de 4 MHz ajustable mediante trimer de 20 pF; por las patillas de salida del PIC, se transfieren todos los datos ya procesados para ser presentados en la pantalla del display LCD, añadir que con la circuiteria SMD que incorpora, hace que estos visualizadores tengan un tamaño muy reducido y unas prestaciones muy estimables; un potenciómetro de ajuste de 10 K, permite regular el contraste de la pantalla. La alimentación es a +5 V regulados. Para esquema eléctrico, ver la Figura Nº 5.

Fuente de alimentación: La fuente de alimentación que aporta varias tensiones reguladas, parte de dos transformadores T1 y T2 con primarios de 220 V y secundarios de 24 V / 0,15 A y 18 V / 0,6 A. Los 24 V de T1, alimentan un puente rectificador, filtro de 470 uF y regulador de tensión U7 ((7824) a cuya salida filtrada, tenemos +24 V estabilizados para alimentar el oscilador. Los 18 V de T2, alimentan tres diodos: D7, D8 y D9 (1N4004), filtros generosos de 1000 uF y reguladores de tensión: U8 (7815) con salida filtrada de +15 V estabilizados, U9 (7915) con salida filtrada de -15 V estabilizados, U10 (7812) con salida filtrada de +12 V estabilizados, con estas tres tensiones estabilizadas se alimentan el preamplificador, el configurador de onda cuadrada y el amplificador, U11 (7805) conectado sobre los +12 V y con salida filtrada de +5 V estabilizados alimenta el contador de frecuencia. Esta fuente de alimentación a nivel de transformadores, se ha blindado con plancha de hierro de 1,5 m/m grueso, para evitar la posible dispersión del campo magnético de los mismos. El nivel de rizado con carga y a la salida de cada tensión, es del orden de 1 mVpp. Para esquema eléctrico, ver la Figura Nº 6.

CONSTRUCCIÓN

La construcción de este generador de BF, se ha hecho de forma modular por tratarse de un prototipo, de manera genérica este estilo de montaje aporta algunas ventajas a considerar, como pueden ser: el funcionamiento correcto y puesta a punto de todas las partes por separado, el

ensamblado posterior a nivel de conjunto, la distribución y el dimensionado. Se podría decir que en la mayoría de montajes, he seguido este planteamiento con buenos resultados.

Toda la circuiteria se ha repartido en cuatro módulos separados e interconectados. El primero y más importante es el oscilador de BF, este se a montado en una plaqueta Repro-circuit en fibra de vidrio, donde van montados todos los componentes activos y pasivos; los condensadores que conforman los cuatro márgenes de frecuencia, son todos de poliéster y estiroflex e igual valor por década; el relé RL1 de entrada se ha montado en esta plaqueta; la lamparita LP1 es de 6 V y 50 mA; los dos potenciómetros en tándem de 10 K bobinados lineales multivuelta (10 vueltas), se han montado axialmente mediante un manguito de fe sujeto con tornillos M3 y sobre este manguito, se ha fijado un botón grafilado tipo rueda el cual, sirve de mando de accionamiento manual y simultáneo de los dos potenciómetros los cuales están sujetos a la bandeja por una "U" de aluminio de 2 m/m. El segundo módulo que está formado, por el preamplificador sinusoidal, el configurador de onda cuadrada y amplificador, los tres en una misma plaqueta Repro-circuit en fibra de vidrio; los circuitos integrados, montados en zócalos con contactos torneados; el relé RL2 de salida se ha montado en esta plaqueta; los transistores complementarios de potencia, se les ha añadido un pequeño refrigerador de plancha de aluminio y respectivos aislantes. El contador de frecuencia es el tercer módulo, con una plaqueta repro-circuit que ampara un CI y el PIC montados en zócalos con contactos torneados también y el display LCD conectado, mediante conector tipo poste y cable de cinta plana. La fuente de alimentación cuarto módulo, con los dos transformadores T1 y T2 dispuestos en compartimento de plancha de hierro para evitar la dispersión magnética; una plaqueta Repro-circuit con los rectificadores, filtros y reguladores para las tensiones estabilizadas: +5V, +12V, -15V, +15V y +24V. Todas estas plaquetas van sujetas con separadores exagonales M3 x 7 m/m, a ambos lados opuestos de la bandeja horizontal; entre el oscilador de señal y el modulo preamplificador-configurador-amplificador, hay un separador de plancha de aluminio de 1 m/m; los tres atenuadores de 20 dB, constan de tres conmutadores subminiatura tipo palanca de dos posiciones dos circuitos con sus respectivas células resistivas atenuadoras en "Pi" y también de forma contigua, el conector BNC de salida con carga de 50 Ohms, todos ubicados en compartimentos estancos electrostáticamente. La caja utilizada, es de aluminio de 1 m/m de construcción propia y según las medidas que ya se han indicado; para construir los dos paneles frontal y posterior así como, la bandeja horizontal de separación, se ha utilizado plancha de aluminio de 2 m/m. Para detalles de construcción y acabado, ver las Figuras Nº 7 y Nº 8.

PUESTA EN MARCHA Y COMENTARIOS FINALES

La puesta en marcha de este generador de BF, no ha presentado ningún problema una vez ensamblados e interconectados los distintos módulos, dado que previamente se había verificado cada uno de ellos por separado. En el oscilador por ejemplo, hay que considerar la amplificación de la señal que a la salida de Q3 por colector, debe de ser aproximadamente tres veces la señal de entrada para una resistencia de carga de 100 Ohms, al mismo tiempo que se verifica la amplitud, se hará lo mismo con la forma de onda, ambas mediante osciloscopio y ajustando el potenciómetro R3. En el módulo preamplificador-configurador de onda cuadrada y amplificador, hay que ajustar la amplitud máxima en el preamplificador de onda sinusoidal mediante el potenciómetro R4, hasta obtener los 15 Vpp a la salida Output, al mismo tiempo se verificara por el mismo procedimiento visual, el centrado Offset, ajustando R5 para evitar el posible recorte de la señal. En el configurador de onda cuadrada hay también, un ajuste de amplitud R6 que permite igualar la señal máxima de la onda cuadrada a la salida del generador, con respecto a la señal sinusoidal. En el amplificador de potencia, no hay ajustes salvo el trimer de 10 pF que permite amortiguar el pico (damping) de la onda cuadrada dentro de los márgenes de frecuencia más alta. En la Figura Nº 9, pueden verse unas imágenes de formas de onda sinusoidal y cuadrada a la salida Output mediante un osciloscopio, ellas pretenden ser un testimonio, del funcionamiento de este instrumento ya operativo.

Como comentarios finales, solo me resta expresar, mi reconocimiento y gratitud hacia mis amigos: Miquel Martorell EB3-CBS, quien me facilitó la primera información de la revista FunkAmateur y Ernest Heimann EA3-GH, que tuvo la gentileza de traducir del alemán al castellano el mencionado trabajo, ambos han contribuido a poder llevar a feliz término este proyecto.

Si alguien puede sentir interés por este montaje que no desista de ello pues el éxito está garantizado, yo al principio y sobre el papel, tuve unas ciertas dudas que se fueron disipando a medida que ponía en marcha los módulos principales. Nada más, saludos de Joan, EA3-EIS.

7

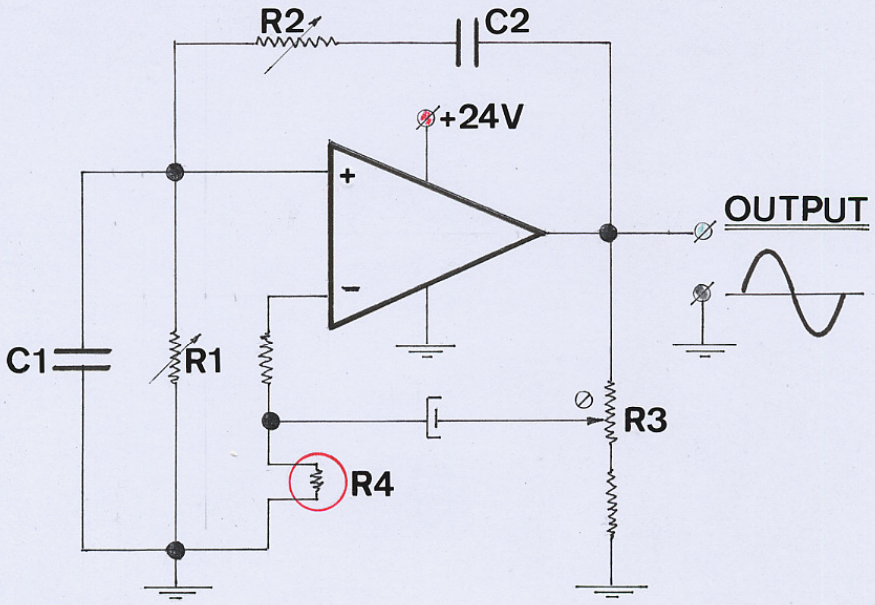


Figura Nº 1: De manera genérica, el oscilador en puente de Wien es una buena solución, cuando se quiere disponer de un generador de BF senoidal y de baja distorsión. Tal como ya se ha indicado, para que se produzca la oscilación, es necesario que el giro de fase entre la salida y la entrada positiva no inversora del amplificador, sea de 0º o de 360º, además es imprescindible que los valores de los condensadores C1, C2 y de las resistencias R1, R2, que forman los brazos reactivos R-C del puente y que condicionan los segmentos de la frecuencia, sean iguales entre si. Por ejemplo, la variación de la frecuencia por décadas, se consigue seleccionando los condensadores C1 y C2, mediante selector y la variación continua de 1 a 10 para cada década, mediante los dos potenciometros lineales en tandem, representados por las resistencias R1 y R2. Para conseguir una amplitud constante, en todo el margen de frecuencias a la salida del amplificador, tenemos el bucle resistivo R3 y R4, entre la salida del amplificador y su entrada negativa, con un factor de amplificación de 3 aproximadamente, la amplitud constante se consigue, mediante la lamparita incandescente R4, cuyo filamento de propiedades termodinámicas, actúa de regulador de intensidad, a mayor intensidad mayor resistencia ohmica y en consecuencia varia el divisor de tensión bajando la ganancia, ocurriendo lo contrario, cuando disminuye la señal. El parpadeo en la amplitud de la señal, vista en un osciloscopio, al variar las constantes R-C del puente, sigue existiendo pero de menor amplitud, si se compara con los resultados del circuito anterior cuyo elemento activo, era el amplificador operacional LM318.

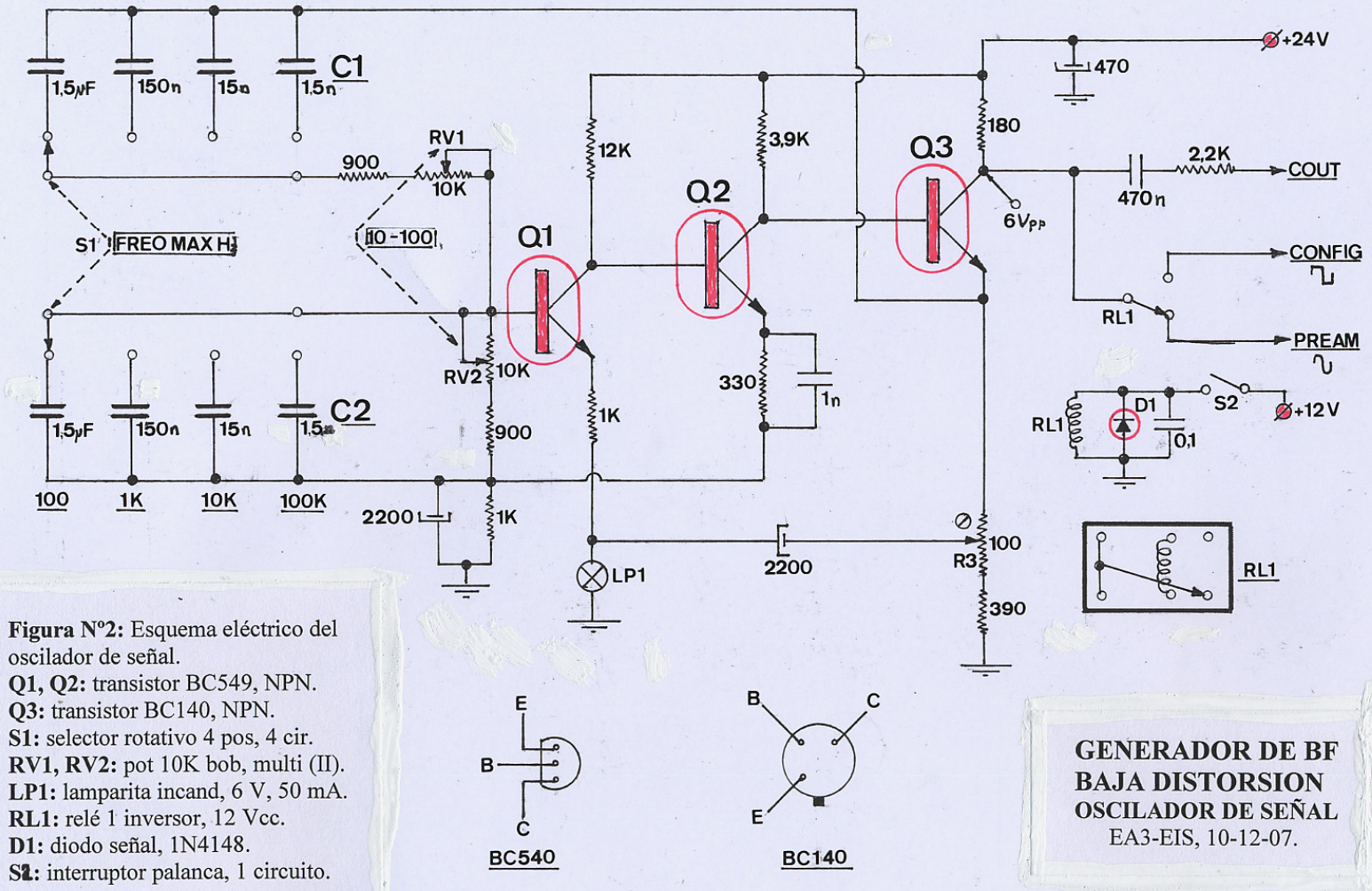


Figura Nº2: Esquema eléctrico del oscilador de señal.
Q1, Q2: transistor BC549, NPN.
Q3: transistor BC140, NPN.
S1: selector rotativo 4 pos, 4 cir.
RV1, RV2: pot 10K bob, multi (II).
LP1: lamparita incand, 6 V, 50 mA.
RL1: relé 1 inversor, 12 Vcc.
D1: diodo señal, 1N4148.
S2: interruptor palanca, 1 circuito.

GENERADOR DE BF
BAJA DISTORSION
OSCILADOR DE SEÑAL
EA3-EIS, 10-12-07.

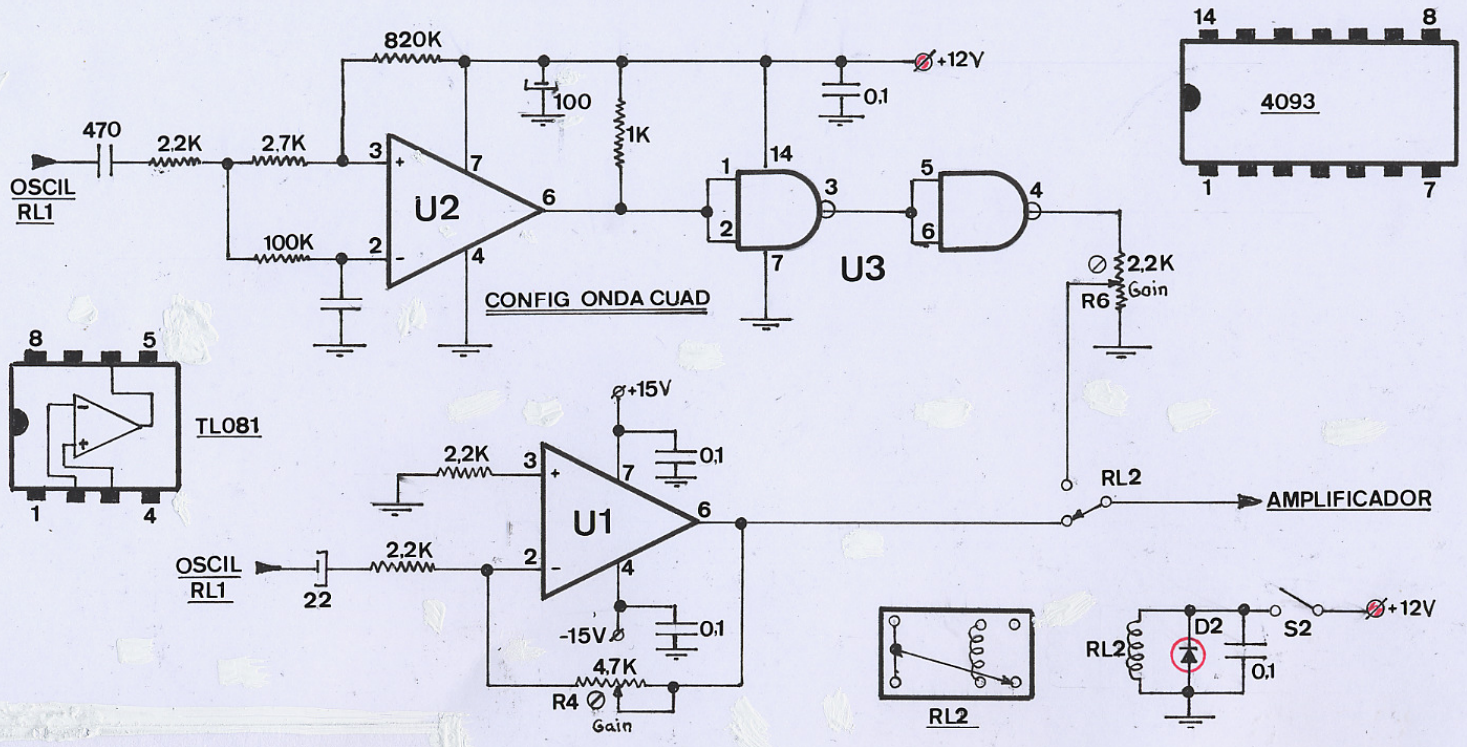


Figura Nº3: Esquema eléctrico del preamplif senoidal y configurador de onda cuadrada.
U1, U2: amp operacional TL081.
U3: 4093, 4 NAND, Schmitt trig.
RL2: relé 1 inversor, 12 Vcc.
D2: diodo señal 1N4148.
S2: interruptor palanca, 1 circuito.

GENERADOR DE BF BAJA DISTORSION
PREAMPLIFICADOR SENOIDAL Y CONFIG ONDA CUADRADA
EA3-EIS, 10-12-07.

9

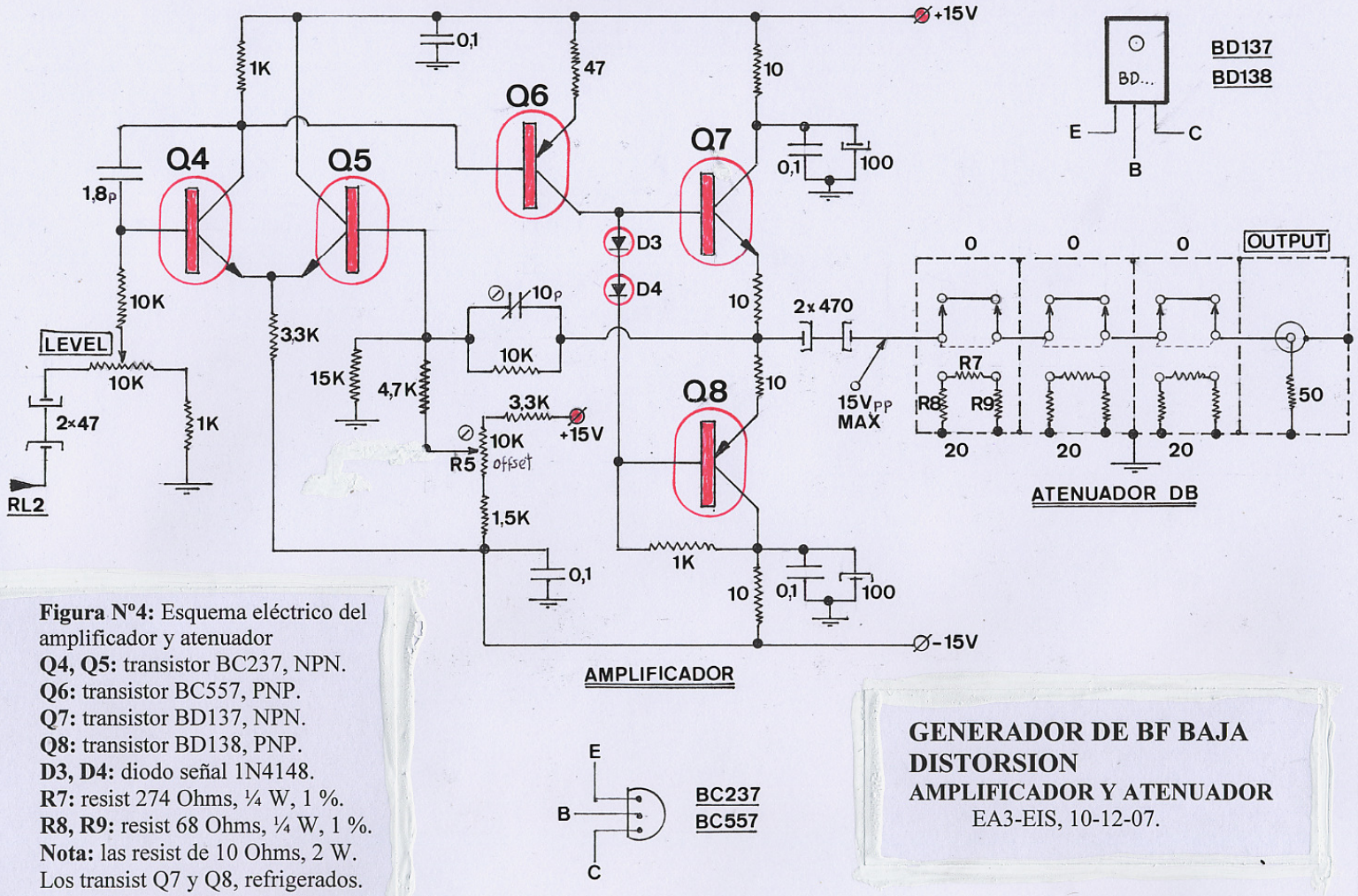


Figura Nº4: Esquema eléctrico del amplificador y atenuador
Q4, Q5: transistor BC237, NPN.
Q6: transistor BC557, PNP.
Q7: transistor BD137, NPN.
Q8: transistor BD138, PNP.
D3, D4: diodo señal 1N4148.
R7: resist 274 Ohms, ¼ W, 1 %.
R8, R9: resist 68 Ohms, ¼ W, 1 %.
Nota: las resist de 10 Ohms, 2 W.
Los transist Q7 y Q8, refrigerados.

GENERADOR DE BF BAJA DISTORSION
AMPLIFICADOR Y ATENUADOR
EA3-EIS, 10-12-07.

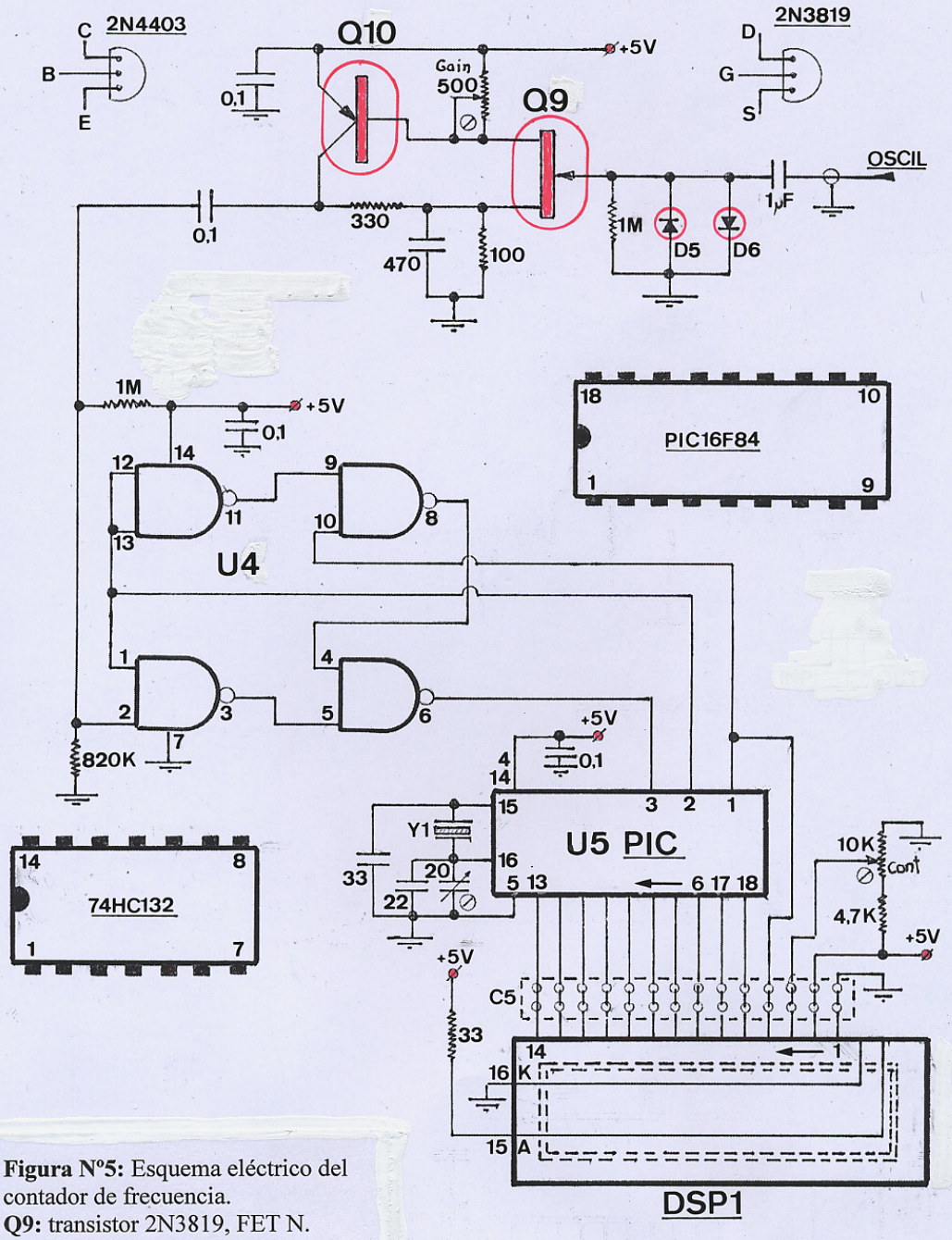


Figura Nº5: Esquema eléctrico del contador de frecuencia.
Q9: transistor 2N3819, FET N.
Q10: transistor 2N4403, PNP.
U4: 74HC132, 4 puert NAND.
U5: PIC 16FC84 microcontrolador.
D5, D6: diodos señal 1N4148.
Y1: cristal de cuarzo 4 MHz.
DSP1: display LCD, PC1602L.
C5: conect poste m/h, 3040/3090.

GENERADOR BF BAJA DISTORSION
CONTADOR DE FRECUENCIA
EA3-EIS, 10-12-07.

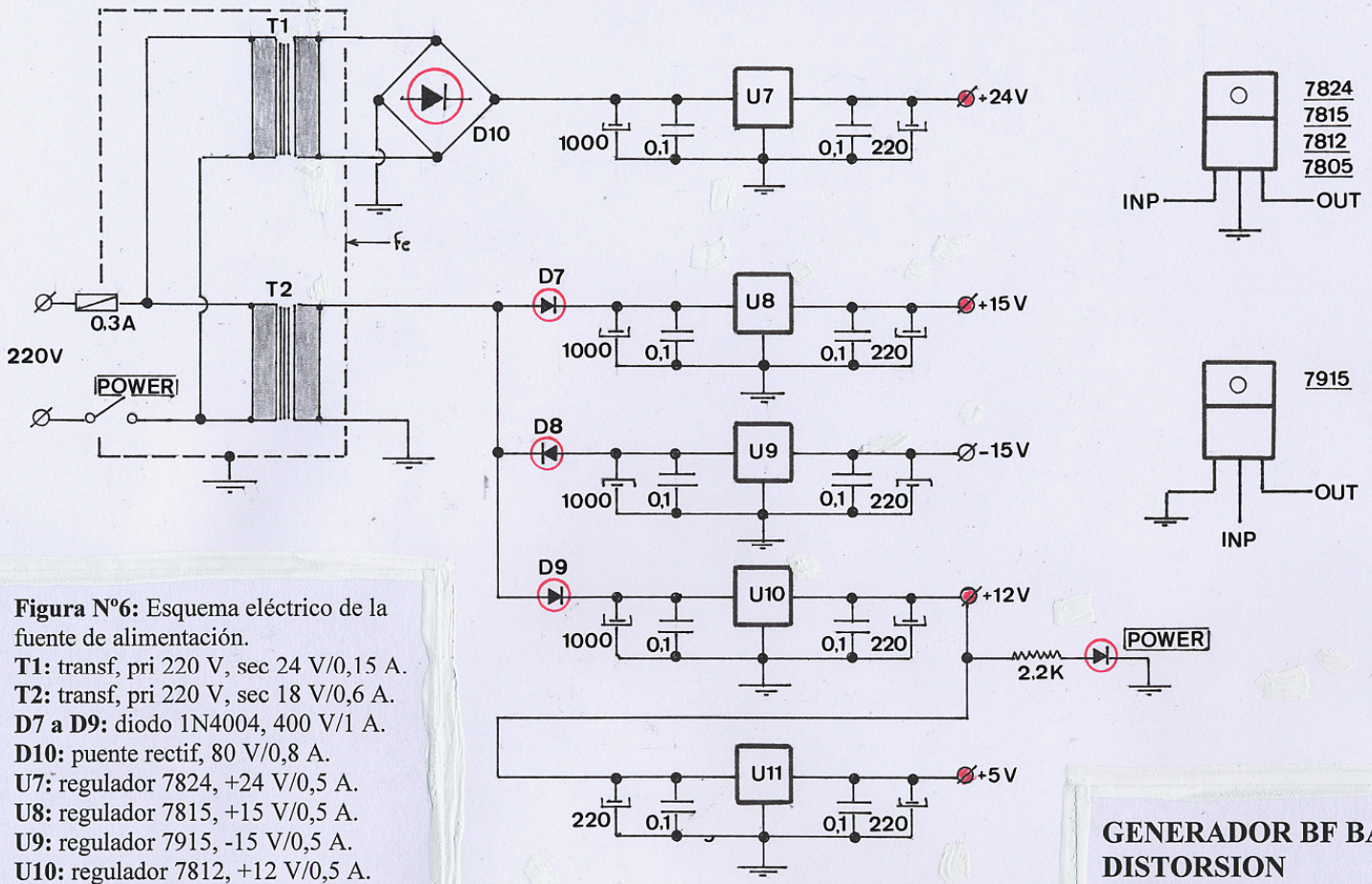


Figura Nº6: Esquema eléctrico de la fuente de alimentación.
T1: transf, pri 220 V, sec 24 V/0,15 A.
T2: transf, pri 220 V, sec 18 V/0,6 A.
D7 a D9: diodo 1N4004, 400 V/1 A.
D10: puente rectif, 80 V/0,8 A.
U7: regulador 7824, +24 V/0,5 A.
U8: regulador 7815, +15 V/0,5 A.
U9: regulador 7915, -15 V/0,5 A.
U10: regulador 7812, +12 V/0,5 A.
U11: regulador 7805, +5 V/0,5 A.
Nota: el rizado a la salida de: U8, U9 y U10, es de 1 mV con carga.

GENERADOR BF BAJA DISTORSION
FUENTE ALIMENTACION
EA3-EIS, 10-12-07.

13

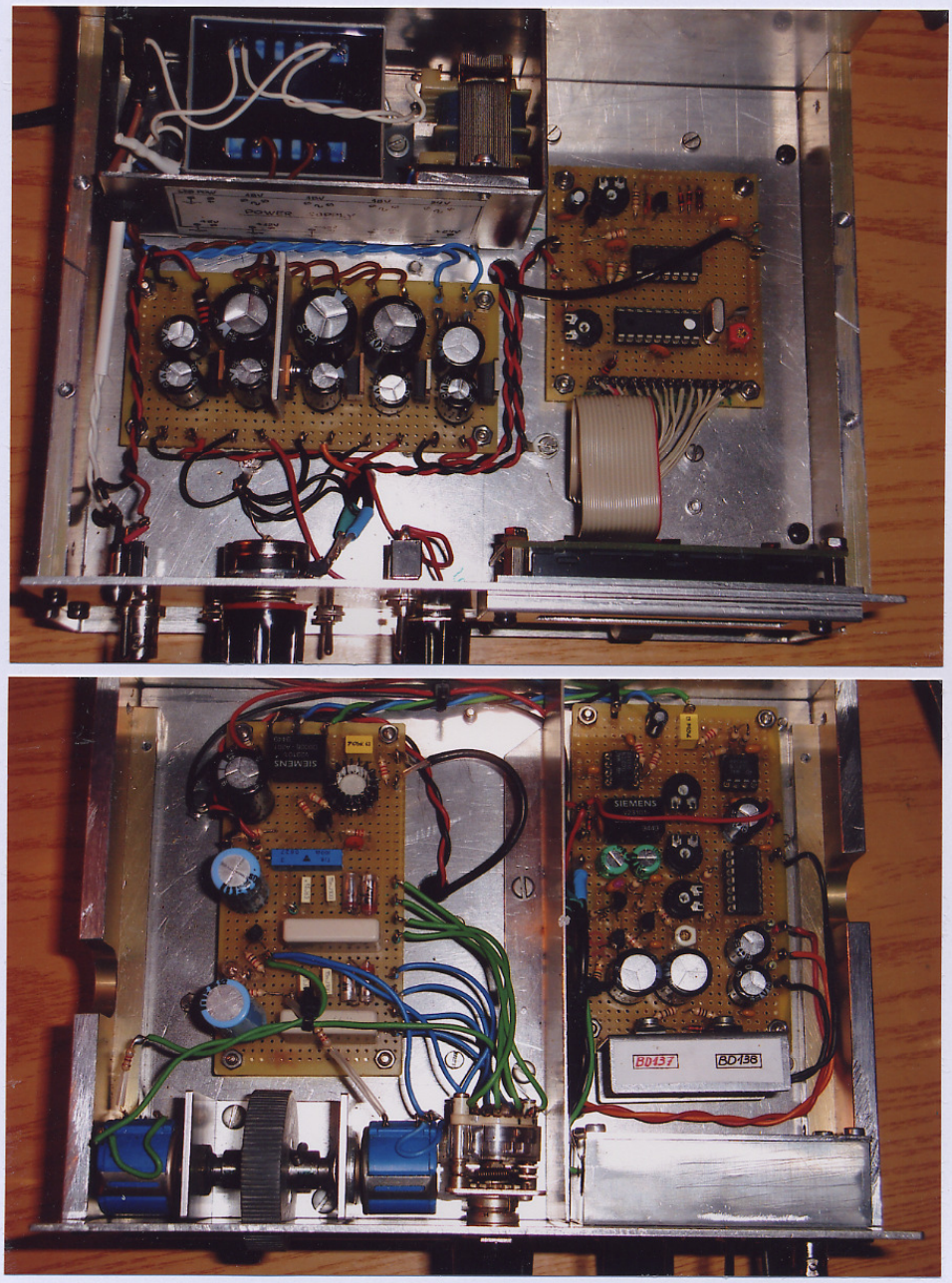
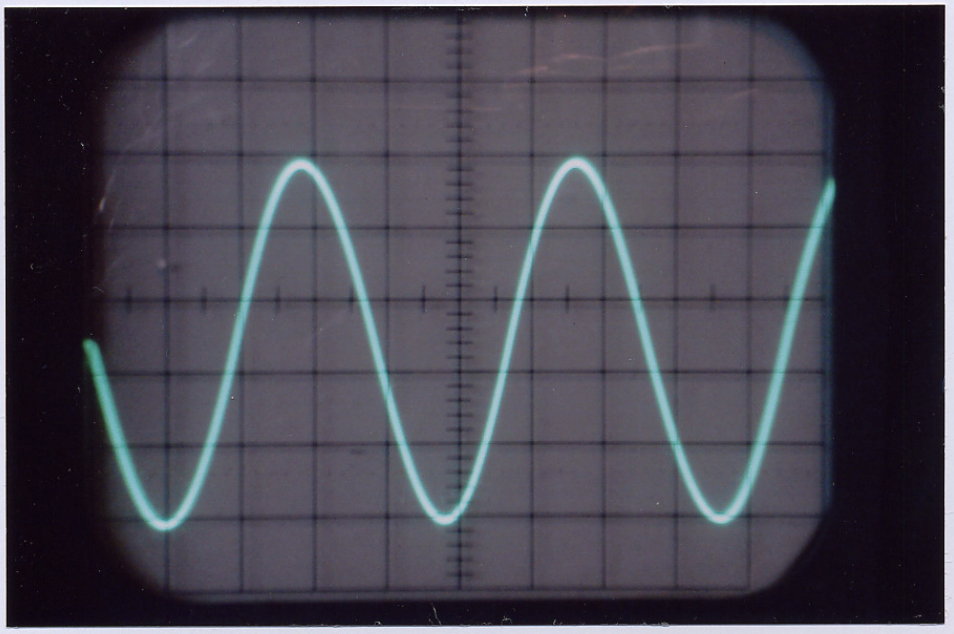


Figura Nº7: Vistas interiores del generador de de BF baja distorsión. En la foto de arriba tenemos la parte superior de la bandeja, donde aparece la fuente de alimentación con los transformadores T1 y T2, compartimentados por un blindaje de plancha de Fe, en frente la placa con los rectificadores, reguladores de tensión y filtros. À la derecha, el contador de frecuencia. En la foto de abajo parte inferior de la bandeja, el oscilador de BF, potenciometro en tándem RV1 - RV2 y selector S1. A la derecha, la placa con el preamplificador senoidal, configurador de onda cuadrada y amplificador con los dos transistores de potencia Q7 y Q8. En primer término la caja del atenuador por pasos.

14

Figura Nº8: Vista exterior del generador de BF baja distorsión. En la foto de arriba, se puede ver la distribución del panel frontal, obsérvese el mando deslizante de la variación continua de frecuencia de 10 a 100, el selector por décadas, el atenuador por pasos de 20 dB y la salida BNC de señal sobre impedancia de 50 Ohms. En la foto de abajo, vemos el generador ya operativo, frecuencia de 100 KHz onda senoidal y una amplitud aproximada de 10 Vpp.

15



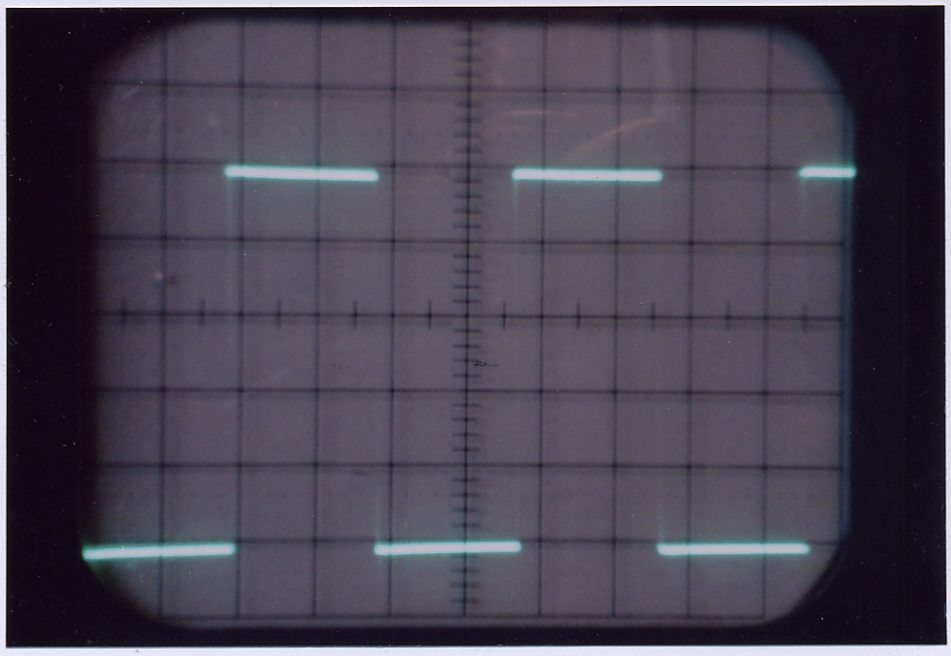


Figura Nº9: Fotos de señales senoidal y cuadrada, del generador de BF baja distorsión, a una frecuencia de 2,5 KHz y amplitud de 10 Vpp. Ambas imágenes presentes en la pantalla de un osciloscopio, con señal de barrido de 0,1 mS / div y amplitud de 0,2 V / div, con una sonda reductora 10:1. Se pueden apreciar visualmente, la buena forma de la onda senoidal y también, los flancos de subida y bajada muy rápidos en la onda cuadrada.