

Nº53: OSCILADORES DE RF CONTROLADOS POR CUARZO

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 10-02-09.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

A veces es necesario el disponer de una fuente de señal de RF, cuyas características como la frecuencia y amplitud sean conocidas, además de un comportamiento lo más estable posible y un ruido de fase mínimo. Podríamos decir de manera genérica que estos parámetros, podrían formar parte de las especificaciones de un hipotético generador de RF de precio elevado y que la tal fuente de señal, nos permitiría ser utilizada como patrón para comprobar antenas y receptores por ejemplo, se entiende de primera intención y sin un gran dispendio económico, como el que podría ser el de un buen generador de RF.

En las frecuencias de HF (1,84 a 29,7 MHz), ya se ha conseguido montar algún generador de RF con buenos resultados. Pero en VHF y UHF, es más complejo el conseguir un generador de RF económico, que presente un buen comportamiento en cuanto a estabilidad de la frecuencia y ruido de fase aceptables. Después de múltiples ensayos, con diversos circuitos osciladores VCO, he llegado a la conclusión, de que también se pueden utilizar, osciladores de RF de cuarzo integrados TTL y osciladores a cristal combinados con un mezclador, los cuales permiten obtener en el puerto de salida, los productos de orden superior y armónicos impares de amplitud adecuada, siempre como señales de referencia vía inalámbrica.

Para poder tener este control en la banda de 6 metros, se han construido dos osciladores de RF, uno de cuarzo integrado de 50,00 y otro TTL de 1,000 MHz, además de un mezclador pasivo doblemente balanceado, una vez aplicadas las señales de RF sobre los dos puertos de entrada de dicho mezclador, nos quedamos con la suma útil de ambas señales que estarán presentes en el puerto de salida, además de otros productos y subproductos no deseados, esta suma de 51,00 MHz se corresponde con el centro de la banda de 6 metros lo cual, asegura el disponer de una señal fiable de buena amplitud para efectuar las pruebas pertinentes. Para la banda de 2 metros, contamos con un oscilador de RF de cuarzo integrado de 100,0 MHz y otro oscilador de RF de cuarzo triplicador de 45,00 MHz, también ambos asociados a las entradas del mismo mezclador pasivo doblemente balanceado y en cuyo puerto de salida, tenemos la suma útil de las dos frecuencias de entrada 145,0 MHz, que corresponde con el centro de la banda de 2 metros y donde la señal, es de características óptimas. En la banda de 0,7 metros, se utiliza la misma disposición anterior de los 2 metros, pero aprovechando el tercer armónico impar de 145,0 MHz de salida que corresponde a 435,0 MHz, esta frecuencia queda situada también en el centro de la banda de 0,7 metros, la amplitud y comportamiento de la señal por vía inalámbrica, se mantienen muy aceptables.

CARACTERISTICAS

Las características más destacables de estos osciladores de cuarzo y mezclador, son las que se indican a continuación:

Oscilador RF de cuarzo integrado de 50,00 MHz

Frecuencia	: 50,0000 MHz.
Pot de salida	: 15 mW, carga 50 Ohms.
Estabilidad	: -160 Hz, pasados 15 min.
Alimentación	: +12 V / 17 mA.

Oscilador RF de cuarzo TTL de 1,000 MHz

Frecuencia	: 1,0000 MHz.
Pot de salida	: 20 mW, carga 50 Ohms.
Estabilidad	: -12 Hz, pasados 15 min.
Alimentación	: +12 V / 30 mA.

Oscilador RF de cuarzo integrado de 100.0 MHz

Frecuencia	: 100,0000 MHz.
Pot de salida	: 10 mW, carga 50 Ohms.
Estabilidad	: -130 Hz, pasados 15 min.
Alimentación	: +12 V / 22 mA.

Oscilador RF de cuarzo triplicador de 45,00 MHz

Frecuencia	: 45,0000 MHz.
Pot de salida	: 20 mW, carga 50 Ohms.
Estabilidad	: -270 Hz, pasados 15 min.
Alimentación	: +12 V / 15 mA.

Mezclador pasivo doblemente balanceado

Tipo de mezclador	: SBL1.
Frecuencia	: de 1 a 500 MHz.
Impedancia	: 50 Ohms en cada puerto.
Señal de entrada	: máximo 50 mW.
Perd por inserción	: 6 dB.

DESCRIPCION Y CONSTRUCCION

Oscilador RF de cuarzo integrado de 50,00 MHz: Este oscilador de RF es de una gran simplicidad, el elemento activo principal U1 es un pequeño módulo el cual, contiene todos los microelementos tanto activos como pasivos en configuración integrada dentro del mismo chip. Además de la facilidad de aplicación y montaje, U1 es capaz de entregar una señal de salida estable en frecuencia de 50,00 MHz, de amplitud suficiente, ruido de fase aceptable y con un bajo consumo de corriente al ser alimentado a +5 V estabilizados mediante un regulador U2 (78L05).

La construcción, se ha resuelto situando el pequeño módulo oscilador de RF U1, en una plaqueta de fibra de vidrio Rebro circuit mediante zócalo de 8 pines, también el regulador U2 y los condensadores de filtro de 0,1 uF precedidos por un diodo direccional D1 (1N4148), hacia la entrada exterior de +12 V que se hace, través de un condensador pasamuros de 1,5 nF. La alimentación del oscilador de RF sobre el pin 8, es a través de una resistencia limitadora de 100 Ohms y condensador de desacoplo de 10 nF y la salida de señal de RF por el pin 5, mediante un condensador de 10 nF, la señal de salida es de 0,8 Vrms o 15 mW sobre 50 Ohms, hacia un conector BNC hembra, la masa corresponde al pin 4. La plaqueta queda sujeta mediante dos separadores hexagonales M3 a la caja de mercado de aluminio anodizado Multi N0, medidas: 30x90x60 m/m. Para esquema eléctrico y detalles constructivos, ver las Figuras: N°1 y N°4.

Oscilador RF de cuarzo TTL de 1,000 MHz: Este oscilador de principio similar, esta constituido por un elemento activo U3 (7400) cuatro puertas NAND, utilizadas dos como amplificador realimentado por un cristal de cuarzo Y1 de 1,000 MHz, forman un oscilador de RF

con buenas características de señal y de estabilidad en la frecuencia, una tercera puerta de U3 actúa como elemento separador de la salida patilla 11, donde tenemos intercalada una célula atenuadora en Pi de 1 dB la cual, actúa de adaptador de impedancia de 50 Ohms con una señal de 1 Vrms o 20 mW sobre 50 Ohms, hacia el conector de salida BNC, en serie con Y1 hay un trimer de ajuste de la frecuencia. La alimentación, es a +5 V regulados por U4 (78L05) y precedido por un diodo direccional D2 (1N4004) hacia la toma exterior de +12 V.

En la construcción, se ha seguido el mismo sistema de plaqueta *Repro circuit*, separadores de sujeción M3, pasamuros de 1,5 nF para la alimentación exterior de +12 V, conector BNC hembra para la señal de salida y la ubicación, en una caja de mercado de aluminio anodizado según medidas anteriores. Para esquema eléctrico y detalles constructivos, ver las figuras N°1 y N°5.

Oscilador RF de cuarzo integrado de 100,0 MHz: Este oscilador, es idéntico al primero al constar de un solo elemento activo U5 como oscilador integrado de 100,0 MHz, a parte de la frecuencia las características principales son muy similares, la señal de salida a través de un condensador cerámico de paso de 10 nF, queda en 0,7 Vrms o 10 mW sobre 50 Ohms, hacia el conector BNC. La alimentación es a +5 V regulados por U6 (78L05), partiendo a través de un diodo direccional D3 (1N4148) de los +12 V exteriores.

La construcción también es idéntica, la plaqueta que contiene los pocos componentes, separadores M3 de sujeción, el pasamuros de 1,5 nF de alimentación exterior, el conector BNC hembra para la señal de salida y ubicado en una caja de mercado de las mismas características y medidas. Para esquema eléctrico y detalles constructivos, ver las figuras N°2 y N°6.

Oscilador RF de cuarzo triplicador de 45,00 MHz: Este oscilador es quizá el más elaborado en el sentido de poder conseguir la frecuencia específica que permite el resultado final. Parte de un oscilador de RF de cuarzo de 15,00 MHz en fundamental tipo Pierce, como elemento activo tenemos el transistor Q1 (BF256) FET N, donde el cristal Y2 de 15 MHz, en serie con la inductancia L1, el trimer de ajuste de 15 pF y el condensador C1 de 33 pF, forman el divisor de tensión que actúa de realimentación positiva, entre el drenador y la puerta de Q1 el cual, tiene la salida de señal por drenador a través de una pequeña capacidad de acoplamiento de 33 pF, hacia la base de Q2 (BFR96) transistor NPN, este actúa de separador y amplificador selectivo mediante el circuito tanque L2 y C2 de colector, este circuito sintonizado tiene la particularidad, de adaptar la impedancia y de dar paso a la frecuencia de 45,00 MHz, que corresponde al tercer armónico de la frecuencia fundamental, por esta razón toma el nombre de triplicador de frecuencia, una vez hecho el ajuste de C2 a máxima amplitud, la señal queda en 1 Vrms o 20 mW sobre 50 Ohms de carga. La alimentación exterior por diodo direccional D5 (1N4004), es a +12 V estabilizados.

La construcción de este oscilador de RF, ha seguido el mismo procedimiento, situando los componentes en una plaqueta *Repro circuit*, separadores exagonales M3 de sujeción, el pasamuros de 1,5 nF para dar paso a la alimentación exterior de los +12 V, el conector BNC hembra para la señal de salida hacia el mezclador y la caja de mercado del mismo tipo y dimensiones. Para esquema eléctrico y detalles constructivos, ver las Figuras N°2 y N°7.

Mezclador pasivo doblemente balanceado: Este mezclador pasivo doblemente balanceado U2 (SBL1), es un clásico de los montajes de RF y no obstante, merece algún comentario a título de recordatorio, cave destacar alguna de las ventajas como son: la simplicidad tanto de su arquitectura como de la aplicación, tal como indica su definición es pasivo y no requiere de alimentación exterior, tiene un aislamiento entre puertos del orden de 60 dB, la impedancia es de 50 Ohms lo cual tiene sus ventajas de adaptación y admite señales cuya potencia no sobrepase los 50 mW. El único inconveniente, es la pérdida por inserción de unos 6 dB lo cual, obliga a disponer de señales de RF en los puertos de entrada, de una determinada amplitud con el fin, de disponer en el puerto de salida de una señal de amplitud suficiente, tal y como se ha podido apreciar en las pruebas efectuadas.

En la construcción de este pequeño módulo mezclador, se ha utilizado también el mismo tipo de plaqueta de sujeción; para la conexión de U2, se ha improvisado un conector de doble hilera mediante conectores tipo poste hembra, nunca me ha gustado soldar este elemento directamente, la

finalidad es evitar los efectos del calentamiento en las uniones del conexionado interno; las entradas y salida de señal, mediante conectores BNC hembra y todo ubicado en una caja de mercado del mismo tipo y medidas. Para esquema eléctrico y detalles constructivos, ver las figuras N°3 y N°8.

COMENTARIOS FINALES

Una vez efectuadas las pruebas de dichos osciladores, he podido comprobar que las señales resultantes recibidas en receptores de VHF y UHF y en la modalidad CW, son de amplitud suficiente, buena estabilidad en la frecuencia y con un ruido de fase muy aceptable, En todos las pruebas preliminares, se ha utilizado como antena transmisora desde la salida del mezclador, una pequeña varilla de 17,5 cm montada en un conector BNC macho y en la recepción, se ha utilizado el elemento activo del propio conector PL macho al aire sin conectar y a unos dos metros de distancia; se entiende el conector que lleva incorporado el latiguillo de cable coaxial de 50 Ohms, entre el conector de la pared hacia la antena exterior y el receptor correspondiente, las señales controladas en el Smeter eran de S7 a S9+, esta segunda señal en la modalidad FM.

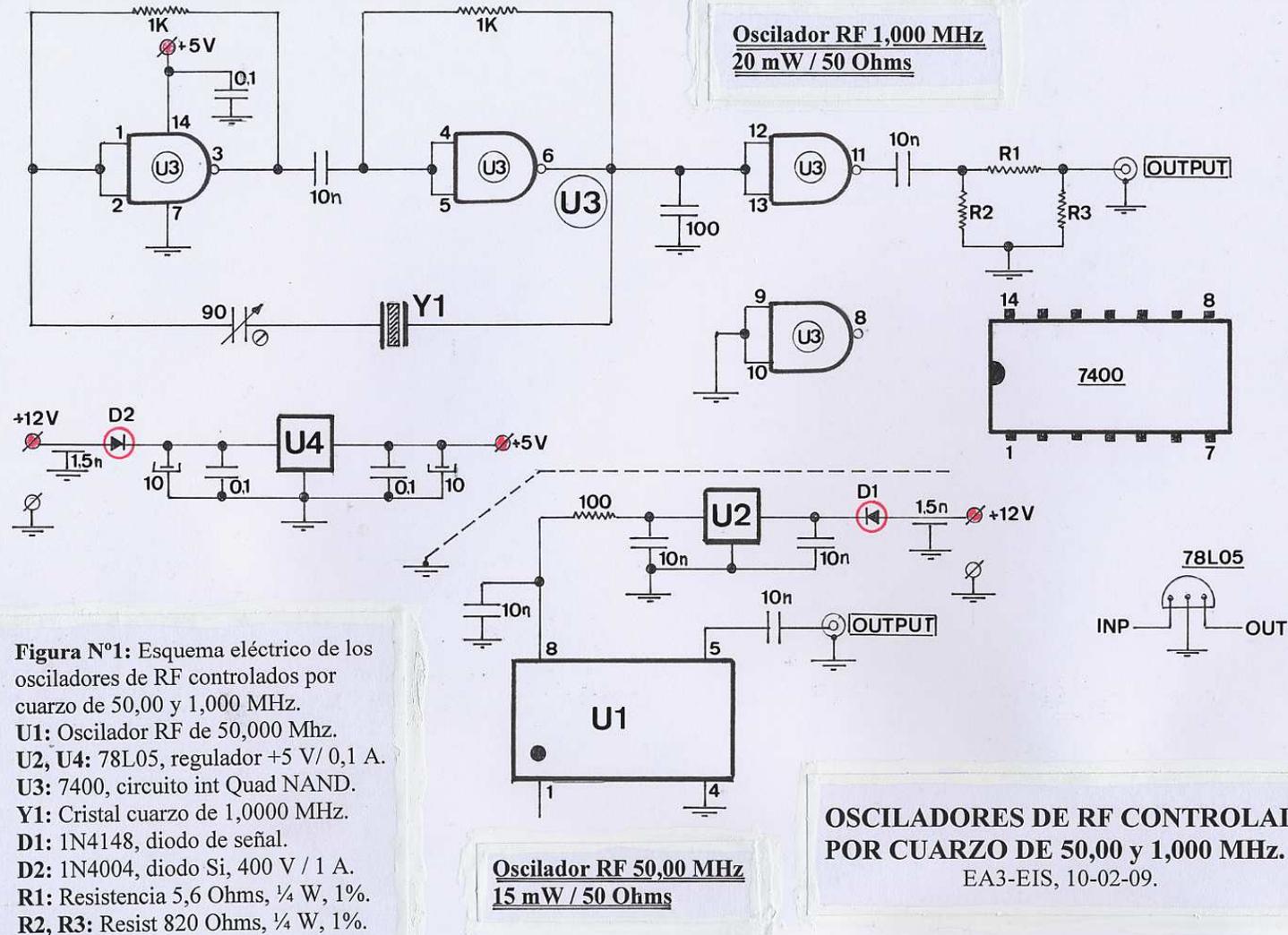
Con respecto a la estabilidad de frecuencia de los osciladores, según se indica en las características, debo remarcar que este desplazamiento inicial en la frecuencia, es normal en este tipo de osciladores, pues transcurridos los primeros 15 minutos después de la puesta en marcha, el deslizamiento se hace mínimo y se le puede considerar de aceptable en términos prácticos.

Esta versión modular de osciladores de RF controlados por cuarzo, interconectados mediante cables coaxiales de 50 Ohms y conectores BNC macho, con el mezclador pasivo según se presenta en este trabajo, también es factible el llevar a término una realización más compacta y sin necesidad de conexionado exterior por ejemplo, en dos únicos receptáculos con sus osciladores y mezclador pasivo correspondiente. La idea de esta disposición, ha sido la de tener más versatilidad en cuanto a frecuencias y posibilidades de combinación, mediante la interconexión externa.

Como decía al principio de este trabajo, queda claro que en una fuente de señal referencial para las bandas de VHF y UHF, deben de prevalecer los parámetros enunciados los cuales, han sido el motivo principal de estos montajes. Aprovecho la oportunidad, para dejar constancia de la bibliografía consultada. Un saludo de Joan, EA3-EIS.

BIBLIOGRAFIA

*WIFB's DESIGN NOTEBOOK By Doug DeMaw, WIFB
THE ARRL ELECTRONICS DATA BOOK*



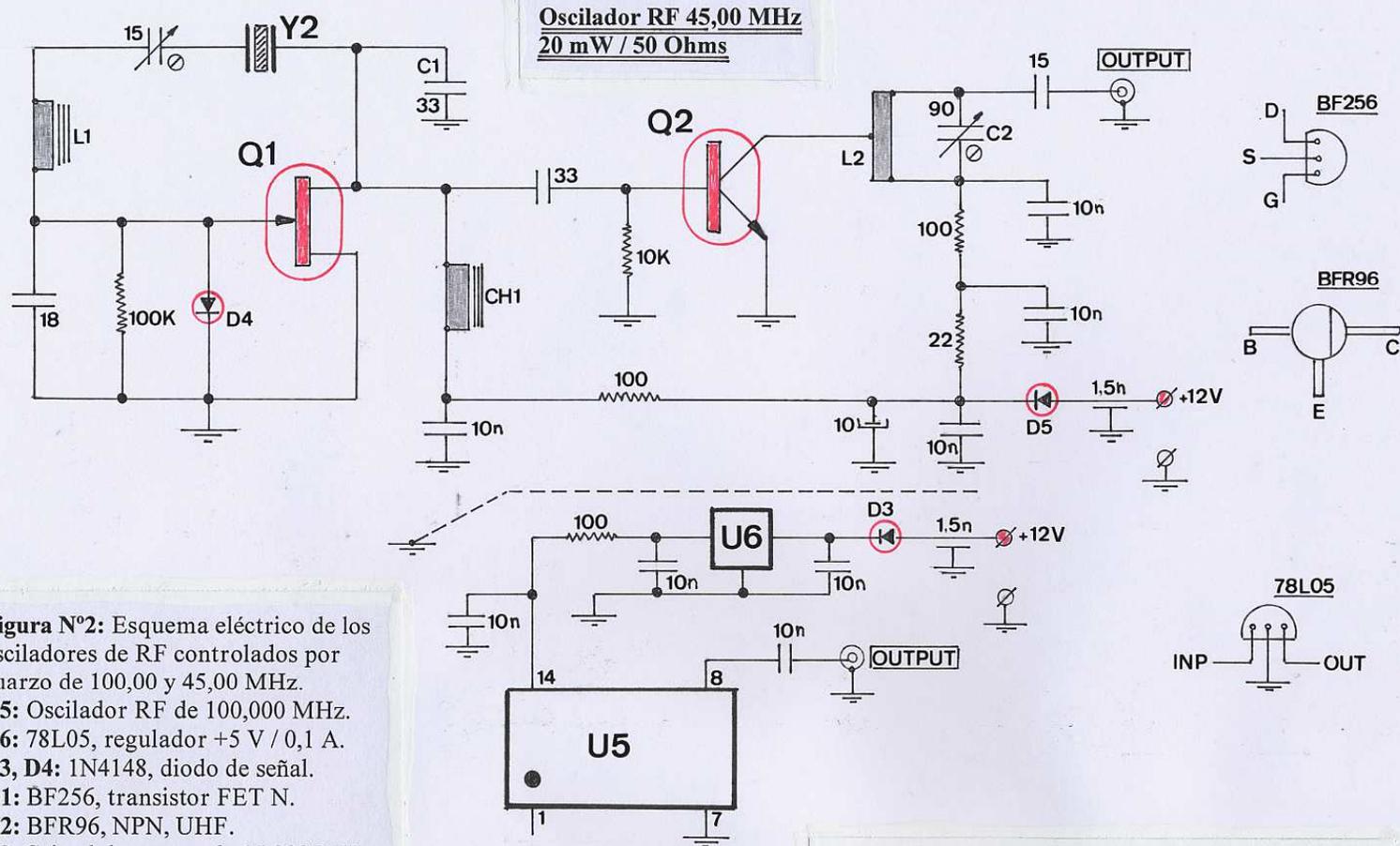


Figura N°2: Esquema eléctrico de los osciladores de RF controlados por cuarzo de 100,00 y 45,00 MHz.
U5: Oscilador RF de 100,000 MHz.
U6: 78L05, regulador +5 V / 0,1 A.
D3, D4: 1N4148, diodo de señal.
Q1: BF256, transistor FET N.
Q2: BFR96, NPN, UHF.
Y2, Cristal de cuarzo de 15,000 MHz.
L1: Inductancia de 15 uH.
L2: Bobina 5 esp, di 8, c/ toma media.
CH1: Inductancia de 50 uH.
D5: 1N4004, diodo Si, 400 V / 1 A.

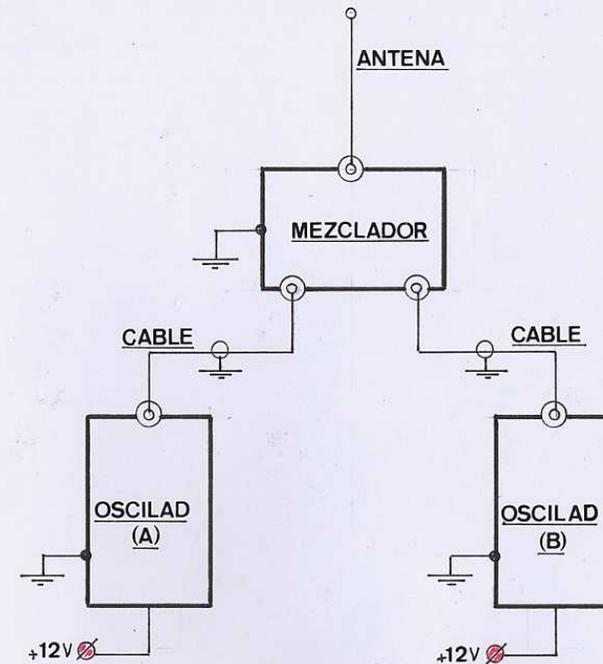
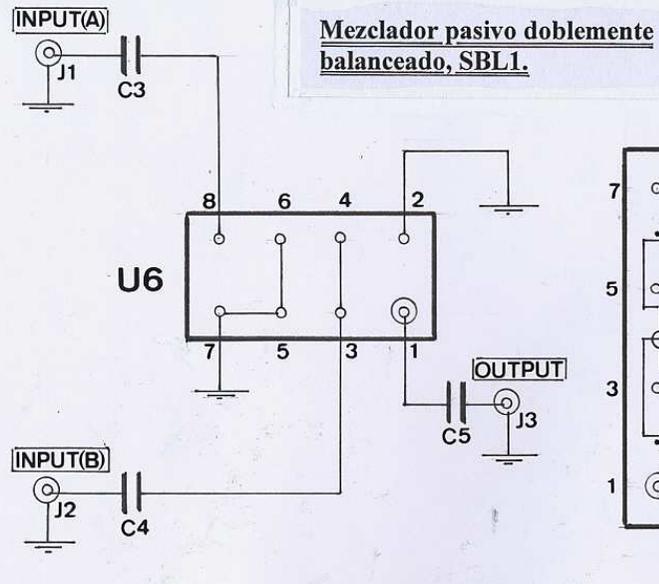


Figura N°3: Esquema eléctrico del mezclador pasivo doblemente balanceado e interconexión.
U6: SBL1, Mezclador pasivo doblemente bal.
C3 a C5: Condens de 10 nF, 500 V, cerámicos.
J1 a J3: Conector BNC hembra.
Cable: Coax 50 Ohms, BNC macho, 0,5 met.
Antena: Varilla de Cu, de 17,5 cm, BNC.
Oscil (A): Oscil cuarzo de 50,00 y 1,000 MHz.
Oscil (B): Oscil cuarzo de 100,0 y 45,00 MHz.
Mezclador: Mezclador pasivo.

**OSCILADORES DE RF CONTROLADOS
 POR CUARZO Y MEZCLADOR**

EA3-EIS, 10-02-09.

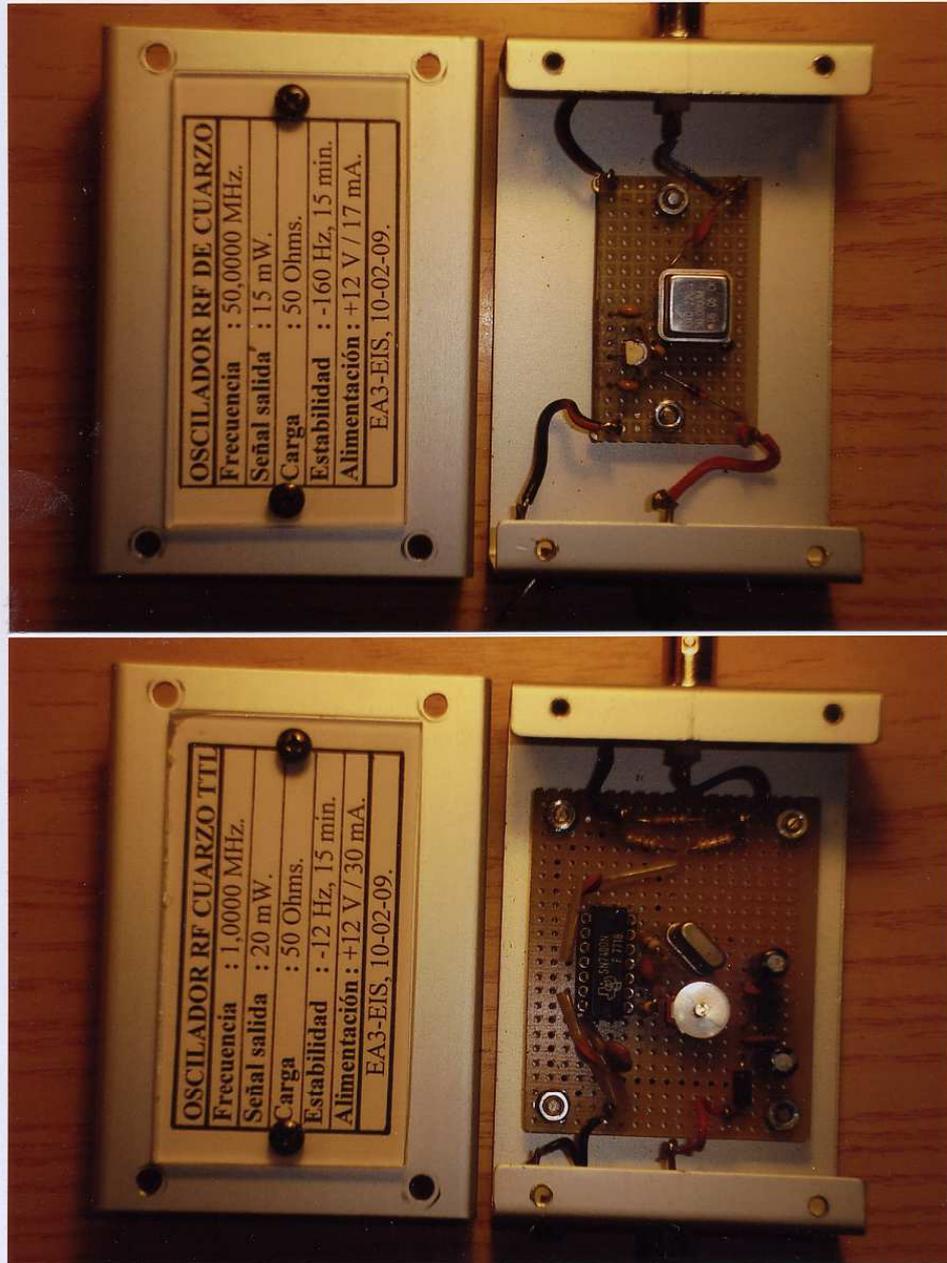


Figura N° 4: Oscilador de RF de cuarzo integrado de 50 Mhz. Foto superior por la izquierda, la tapa con las características y a continuación, la parte interior en la cual, destacan los pocos componentes que requiere este tipo de oscilador, solamente U1 oscilador de 50,000 MHz y el regulador de tensión U2 (78L05) de +5 V.

Figura N° 5: Oscilador de RF de cuarzo TTL de 1 MHz. Foto inferior también por la izquierda, aquí además de tapa con las características, aparece el interior del oscilador, con el circuito integrado TTL U3 (7400), el cristal de 1,000 Mhz, el trimer de ajuste de frecuencia y el regulador de tensión U4 (78L05).

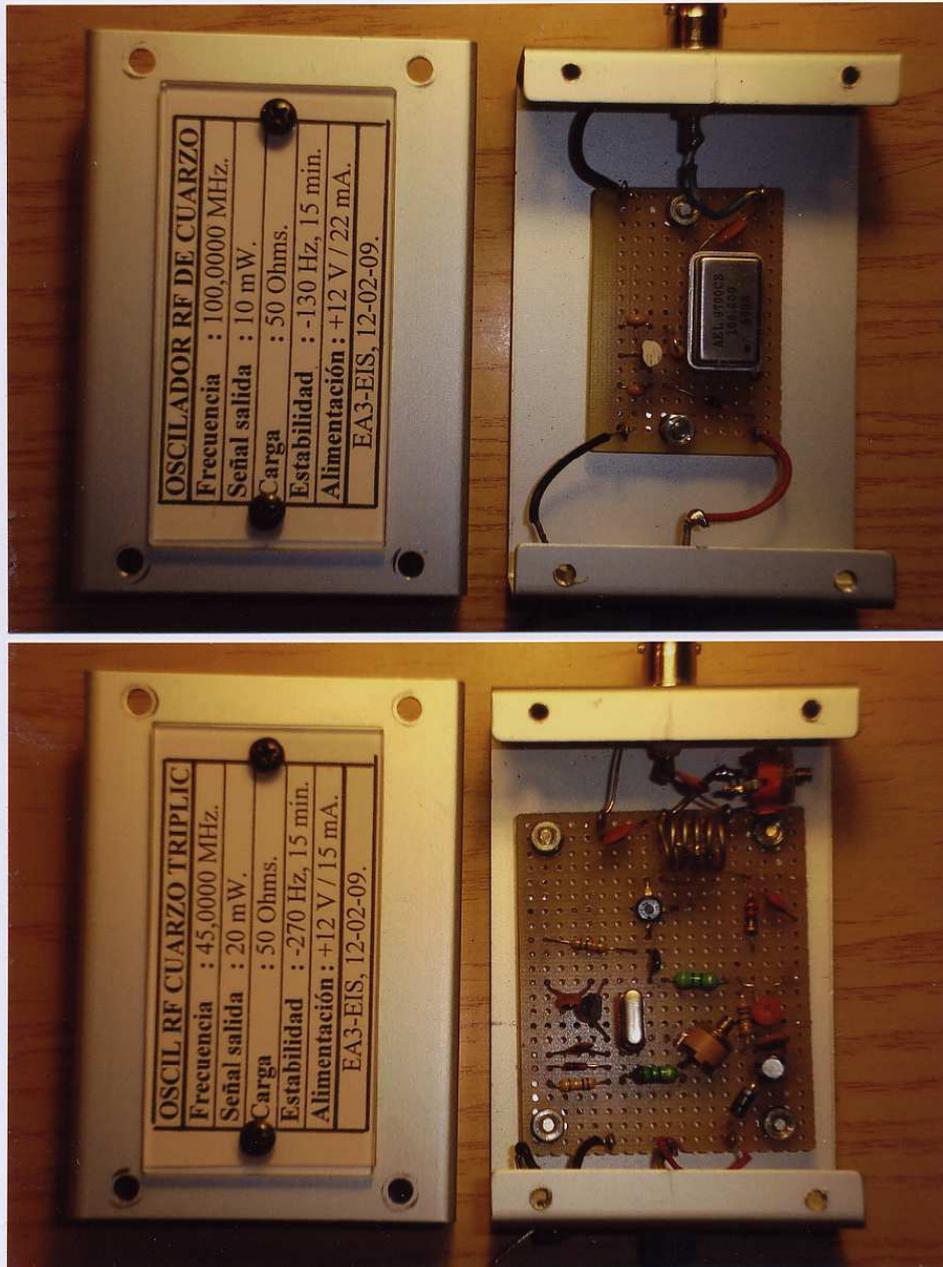


Figura N° 6: Oscilador de RF de cuarzo integrado de 100 MHz. Foto superior por la izquierda, la tapa con las características y a continuación, la parte interior en la cual cabe destacar solamente, U5 oscilador integrado de 100,000 MHz y U6 (78L05) regulador de tensión +5 V.

Figura N° 7: Oscilador de RF de cuarzo triplicador de 45 MHz. Foto inferior también por la izquierda, además de la tapa con las características, tenemos un oscilador de RF con dos etapas transistorizadas, una como oscilador a cristal de cuarzo de 15,000 MHz y otra, como amplificador de RF a 45 MHz, ambas etapas con sintonía ajustable L-C por trimers. Alimentación a +12 V.

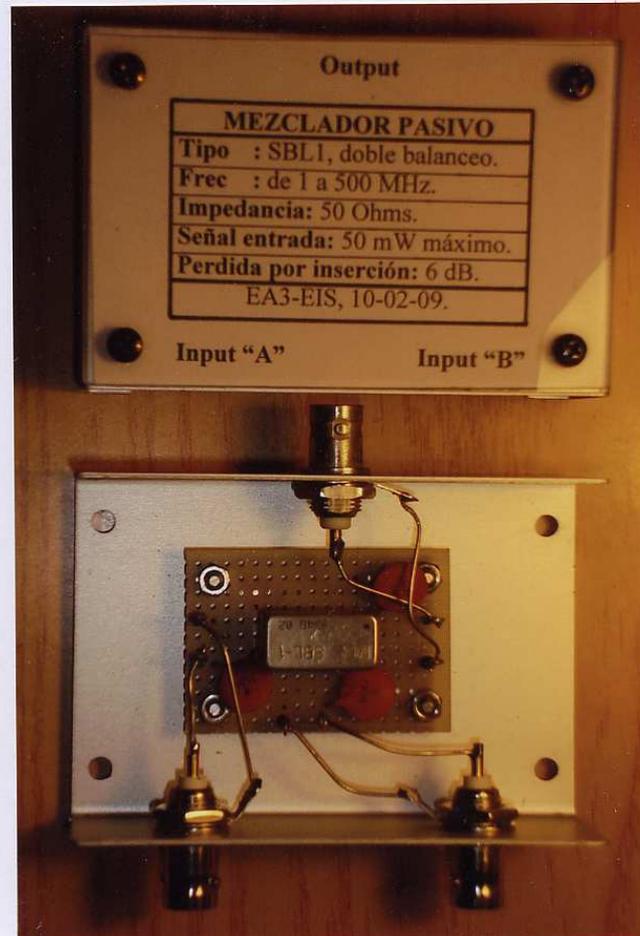


Figura N° 8: Mezclador pasivo doblemente balanceado (SBL-1). En la parte superior de la foto, tenemos la tapa con las características y además, la indicación de los puertos de entrada y salida del mezclador. En la parte inferior, una vista interior del mezclador pasivo U6 (SBL-1), se trata de una unidad monolítica de Mini-Circuits de altas prestaciones: Frecuencia de 1 a 500 MHz, aislamiento entre puertos del orden de 40 dB, impedancia 50 Ohms, señal máxima de entrada 50 mW +17 dBm y una pérdida por inserción de 6 dB. En la foto se puede apreciar, el mezclador montado sobre zócalo de 14 pins; los tres condensadores de 10 nF / 500 V, bloquean las entradas BNC ante alguna posible componente continua, dando paso solamente a la RF. Alguna de las aplicaciones de este mezclador, asociado a los osciladores que se han descrito, pueden ser, el conseguir señales en VHF y UHF, mediante la suma de las mezclas siguientes: 1 MHz + 50 MHz = 51 MHz y 45 MHz + 100 MHz = 145 MHz, si contamos con el tercer armónico de 145 MHz, tendríamos 435 MHz, estas dos ultimas frecuencias, corresponden al centro de las bandas de 2 metros y 70 centímetros las cuales, con una amplitud de señal y estabilidad de frecuencia aceptables, pueden asumir la función de señales de referencia, al tener que efectuar pruebas en recepción, sirva como ejemplo.