

Nº30: SINTETIZADORES DE 5 A 5,5 MHz (III)

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 01-11-04.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

Este sintetizador de dimensiones más reducidas, es de filosofía muy similar a los anteriores en cuanto a principio de funcionamiento y prestaciones, solamente presenta una variante operativa a destacar, la sintonía es por pulsadores Up – Down en lugar de un codificador óptico y esto le da un aire más actual. En realidad este sistema de una mayor simplicidad, es mucho más asequible a la hora de emprender, tanto el proyecto como el posterior montaje. El resultado de saltos en la frecuencia, es exactamente el mismo la única diferencia, es que en lugar de accionar un mando rotativo en un sentido u otro, se pulsan dos botones de modo alternativo para subir o bajar la frecuencia, como es habitual en los equipos comerciales contemporáneos.

Aprovecho también para indicar, que este proyecto que he podido llevar a la práctica, ha sido posible a razón de un artículo que fue publicado en el boletín QU-R-PE, Nº42, Primavera del 2004, con el título Sintetizador PLL, autor Angel Pelaez, EA4-DUT, a quien quiero felicitar y darle las gracias por un trabajo tan didáctico, hay que decir que este tipo de información, nos permite a los amantes de la radio, el poder profundizar y disfrutar más de la experimentación.

CARACTERISTICAS

Las características más destacables de este sintetizador de 5 a 5,5 Mhz (III), son las que se indican a continuación:

Margen de frecuencia	: de 5 a 5,5 MHz.
Sistema de sintonía	: por pulsadores Up – Down.
Salto programado	: 1 KHz.
Enclavamiento frec.	: 5250 KHz.
Deriva en la frecuencia	: 5 Hz, después de 30 min.
Ajuste fino (RIT)	: 2,2 KHz.
Señal de salida	: máximo 2 Vpp, senoidal.
Impedancia de salida	: 50 Ohms.
Alimentación	: 12 Volts / 0,07 Amp. CC.
Dimensiones y peso	: 125x 175x45 m/m y 0,6 Kg.

DESCRIPCION

Como en las versiones anteriores, también se ha utilizado como elemento base, el divisor PLL programable MC145151 cuyas entradas binarias N0 a N10, son activadas o desactivadas en tiempo real, a partir de un contador adelante - atrás binario y programable; este contador, es excitado por un circuito generador de impulsos conformados y accionados a voluntad por dos pulsadores Up – Down de manera alternativa que permiten subir o bajar la frecuencia del sintetizador en saltos de 1 KHz

Esta ha podido ser, una descripción general muy resumida la cual, será ampliada al hacer la presentación por módulos, que son los siguientes: PLL y control, VCO y Oscilador de referencia.

PLL y Control: Aquí también se pasará por alto el PLL y su funcionamiento centrándonos solamente, en el control sobre las entradas binarias N0 a N10 de U1 (MC145151), este control digital se hace mediante un contador binario el cual, está formado por: U2, U3 y U4 (4029), contadores adelante / atrás, binarios sincronos programables de 4 bits; la programación y conteo es a partir de la interconexión entre N0 a N10 de U1 y las salidas de datos de U2, U3 y U4, patillas: 2, 14, 11 y 6. Para conseguir el enclavamiento a la frecuencia de 5250 KHz, al poner en marcha el sintetizador, las entradas de preselección de U2, U3 y U4, patillas: 3, 13, 12 y 4, se han programado (1), según el código binario de N0 a N10 y en correspondencia con dicha frecuencia: $4096 + 1024 + 128 + 2 = 5250$; la entrada N12 (4096), está permanentemente activada sobre U1 patilla 22. Esta programación inicial, se ha previsto para una mejor comodidad operativa del sintetizador al cambiar la frecuencia, partiendo desde el centro del margen de 5 a 5,5 MHz. Hay que matizar, que toda esta simplicidad tanto de la programación como operativa, se debe siempre al salto de 1 KHz. El desplazamiento de la frecuencia en sentido ascendente o descendente (Up / Down) al sintonizar el VCO, se hace al aplicar los impulsos de reloj de manera simultánea, sobre las patillas 15 (Clock) de U2, U3 y U4, al mismo tiempo los impulsos de sentido, estarán o no presentes de manera simultánea también, en las patillas 10 (U/D) de las tres décadas contadoras, estos impulsos condicionan el conteo adelante - atrás por estar U2, U3 y U4 conectados en cascada patillas de acarreo: 5 y 7 entrada y salida respectivamente; cave remarcar, que al iniciar el conteo hacia delante (Up), si que hay impulsos en las patillas 10 y no los hay en la situación de conteo atrás (Down).

El circuito de reloj, consiste en dos osciladores idénticos de onda cuadrada y un circuito antirrebote a cargo de U5 (4093) cuatro disparadores de Schmitt NAND con dos entradas; los osciladores en cuestión, son activados unitariamente de tal forma, que al pulsar uno de los dos pulsadores, Up / Down durante un espacio de tiempo largo, se generará un tren de impulsos de 7 V y cuya frecuencia, dependerá de la constante de tiempo RC, en mi caso lo dejé en 10 Hz / seg y al hacer una pulsación breve, tendremos un solo impulso de reloj. Dichos pulsos Up / Down a la salida de ambos osciladores patillas. 3 y 4 de U5, son enviados a través de 2 puertas NAND de 2 entradas U6 (4011) con función combinadora, hacia las patillas 15 (Clock) de: U2, U3 y U4; al mismo tiempo, la salida de pulsos de reloj, se aplica también a un circuito antirrebote formado por un flip-flop, que además de procurar este efecto, condiciona el sentido de conteo al aparecer pulsos de 7 V a la salida patilla 11 de U5, estos pulsos que solamente estarán presentes en el sentido ascendente (Up), se aplican a todas las patillas 10 (U/D) de U2, U3 y U4 y este es el funcionamiento del control del PLL. La separación por la vía de alimentación, es a + 8 V y se hace por dos reguladores de tensión U7 y U8 (78L08). Para esquema eléctrico, ver la figura N°1.

VCO: El VCO es un circuito oscilador en versión Colpitts y como elemento activo, tenemos el transistor Q2 (BF494) con salida por emisor, la señal de RF (2Vpp) se aplica a la patilla 1 de U1 PLL, para efectuar el proceso de división programada y de comparación con la señal de referencia. La salida útil de RF, se hace partiendo del propio tanque LC del oscilador a través de una pequeña capacidad de 4,7pF, acoplamiento de alta impedancia hacia la base del transistor Q3 (BC546), la salida de señal de RF por emisor, se aplica a un filtro LPF con el fin, de obtener una señal senoidal de 2Vpp exenta de productos de orden superior. La sintonía de L1, corre a cargo del diodo varicap D2 (BB112) cuya capacidad, varía en función de la tensión continua proveniente del PLL patilla 4 de U1 la cual, ha sido filtrada por un filtro RC de 1 KHz; esta tensión varía de tal manera, que a la frecuencia de 5 MHz corresponde una tensión sobre D1 de +4V y a 5,5 MHz sería de +5,6V. La separación por la vía de alimentación a +8V, se hace por un regulador U9 (78L08) y la electrostática, por un blindaje de Zinc. Para esquema eléctrico, ver la Figura N°2.

Oscilador de Referencia: El oscilador de referencia, ha sido necesario por no disponer de un cristal de 1024 KHz y para ello, se ha partido de un oscilador TTL muy simple U11 (7400) con un cristal de 10240 KHz y a continuación, una década contadora TTL U12 (7490) que divide por diez, obteniéndose a su salida los 1024 KHz necesarios que se aplican a la patilla 27 de U1; esta solución, permite el salto mínimo de 1 KHz al programar la sintonía en tiempo real. Para conseguir

el ajuste fino de frecuencia o RIT (Receiver incremental tuning), tanto en recepción como en transmisión, se ha dispuesto en serie con el cristal de cuarzo de 10240 KHz, un pequeño condensador variable de 2x15 pF con las dos secciones conectadas en serie y el cual, accionado por un mando exterior en el panel frontal, permite una variación continua en la frecuencia útil resultante de salida de 2,2 KHz.; el pequeño condensador de 3,3 pF, es el que establece la capacidad mínima en serie que ha de permitir, un buen arranque y amplitud de la señal en todas las condiciones de trabajo. La prestación de 2,2 KHz, es importante para poder solapar de manera holgada el salto de 1 KHz. La alimentación, es a +5V por un regulador de tensión U10 (78L05). Para esquema eléctrico, ver la Figura N°2.

CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA

Este sintetizador, queda ubicado en una caja de mercado Retex, Minibox de color gris y medidas según ya se han indicado. Todos los módulos, han sido confeccionados con placa Repro Circuit; los circuitos integrados, van montados sobre zócalos del tipo contacto torneado y cada placa, queda sujeta mediante separadores exagonales M3. La salida de señal útil de RF, se hace por un conector BNC situado en la parte posterior. Todos los detalles de montaje, pueden verse en las fotos de vista interior y exterior, Figuras: N° 3 y N°4.

La alimentación a nivel de conjunto, es a +12V / 0,07 Amp, con diodo de polaridad D3 y fusible de protección. Esta solución, permite conectar el sintetizador como VFO exterior en un transceptor de características afines y cuya alimentación común, no sobrepase los 13,5 Volts.

En lo que respecta a la puesta en marcha, hay que tener en cuenta el funcionamiento previo y correcto, del VCO y oscilador de referencia. El VCO requiere que este, pueda funcionar de manera independiente y para ello, es necesario alimentar provisionalmente el diodo varicap D2 con una tensión de +5V con el fin, de tener una capacidad asociada que permita el ajuste del núcleo y trimer de L1 a la frecuencia central de 5250 KHz y de esta manera, el margen de captura del PLL es mínimo, una vez esté en marcha el VCO según lo especificado, se comprobaran además de los extremos de frecuencia, la forma de onda, el arranque y las amplitudes en las dos salidas del VCO que deberá ser de unos 2 Vpp. La puesta en marcha del oscilador de referencia, no debe presentar ningún problema dado que su funcionamiento, no es crítico y no requiere ajustes previos al depender su frecuencia de oscilación del cristal de 10240 KHz el cual, queda en serie con el condensador de 2x15 pF que permite un pequeño margen de sintonía, las únicas comprobaciones que hay que efectuar, son las frecuencias del oscilador a cristal de 10240 KHz, la de 1024 KHz a la salida del divisor por diez y su amplitud de unos 2 Vpp también, la variación de la frecuencia en este punto de salida es de 450 Hz, que se convierten una vez pasados por el PLL y a la salida útil de RF, en unos 2,2 KHz siendo este, el margen de ajuste manual resultante. Una vez disponemos de estos dos módulos funcionando correctamente, ya se pueden interconectar con el PLL pues este, no requiere de ningún ajuste para efectuar la prueba definitiva.

En cuanto a la cuestión del ruido de fase, dado que la filosofía y principio de funcionamiento se han mantenido, con la excepción de la variante en el control del PLL, quiero comentar, que después de las pruebas a nivel comparativo, considero que la magnitud de dicho parámetro es aceptable. Con respecto a la operatividad, es también remarcable la comodidad al variar la frecuencia mediante los pulsadores Up / Down de manera alternativa dentro del margen de 500 KHz, además de la estabilidad de frecuencia y por lo tanto, si recomendaría este montaje sencillo sobre todo, para complementar aquellos equipos que resultan un tanto desfasados por incorporar un VFO analógico, pero que al valorar otras cualidades del equipo, pueden ser verdaderas joyas merecedoras de nuestro interés y porque no, de su actualización. Saludos de Joan, EA3-EIS.

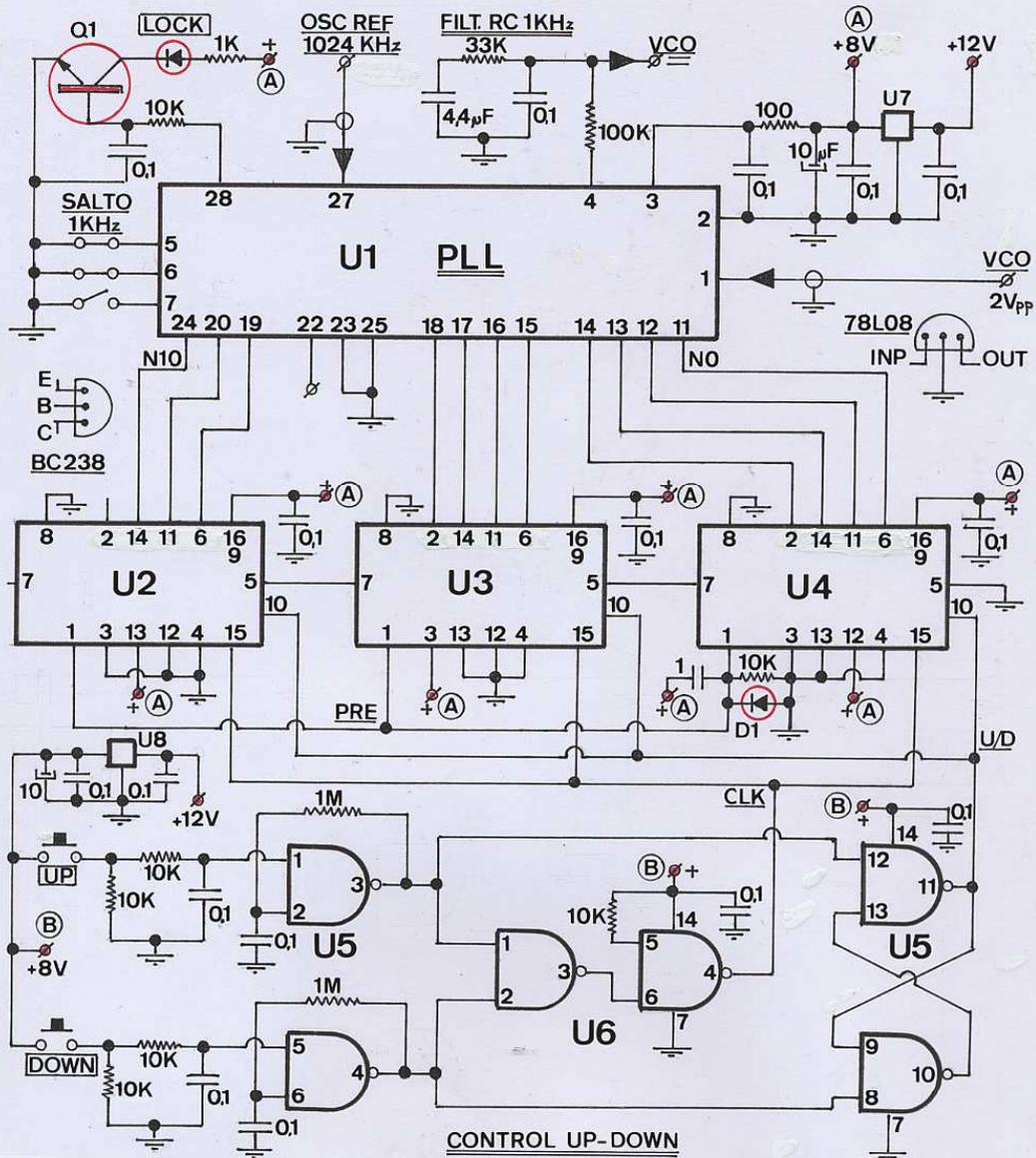
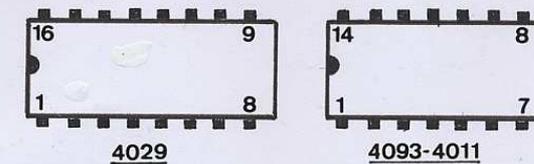


Figura N°1: Esquema eléctrico del PLL y Control Up – Down.
 - Q1: BC238, NPN, 30V, 250 MHz.
 - D1: 1N4148, diodo Si, señal.
 - U1: MC145151, div program PLL.
 - U2, U3 y U4: 4029, cont adelante-atrás, binario sincrono, programable.
 - U5: 4093, 4 disp Schmitt, NAND.
 - U6: 4011, 4 puertas NAND.
 - U7, U8: 78L08, reg +8 V / 0,1 A.
Nota: El cond de 4,4 μ F, son 2 de 2,2 μ F en paralelo, tipo pequeño.



SINTETIZADOR DE 5 A 5,5 MHz (III)
PLL Y CONTROL UP – DOWN
 EA3- EIS, 01-11-04.

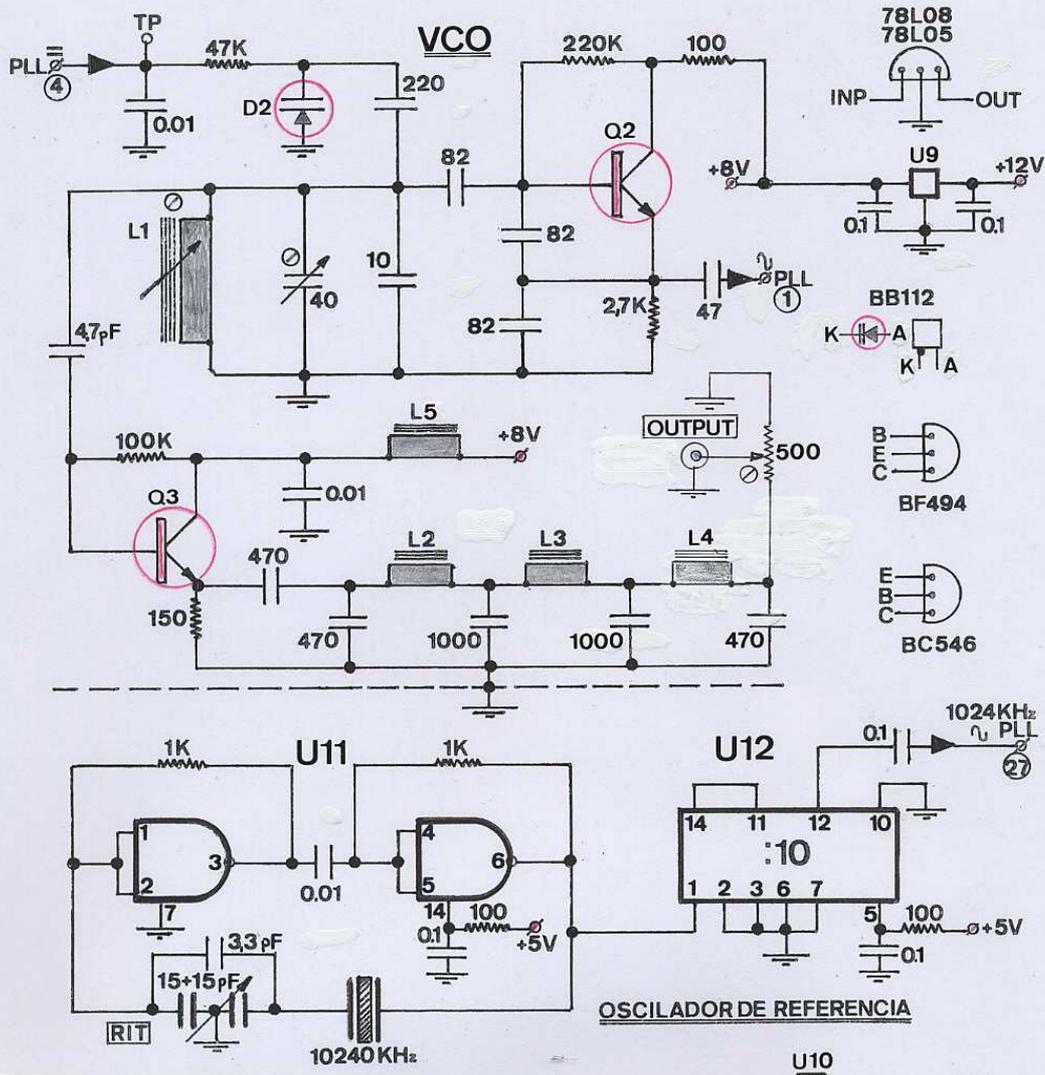
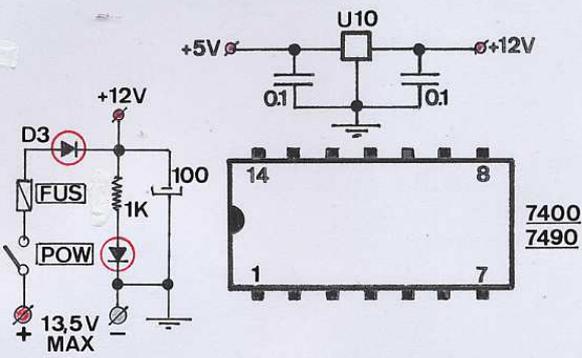


Figura N°2: VCO y Oscilador de referencia a 1024 KHz.

- Q2: BF494, NPN, 30V, 250MHz.
- Q3: BC546, NPN, 50V, 300MHz.
- D2: BB112, diodo varicap.
- D3: 1N4004, diodo Si, 1 Amp.
- L1: Bob, FO10NA, 5,5 μH, 18 e.
- L2 a L4: Inductancias de 1,8 μH.
- L5: Inductancia de 270 μH.
- U9: 78L08, regulador +8V/0,1 A.
- U10: 78L05, regulador +5V/0,1 A.
- U11: 7400, quad, 2 entradas.
- U12: 7490, década contadora.

Nota: La tensión del varicap en TP, es 4V a 5,0MHz y 5,6V a 5,5MHz.



**SINTETIZADOR DE 5 A 5,5 MHz (III)
VCO Y OSCILADOR DE REFERENCIA
EA3-EIS, 01-11-04.**

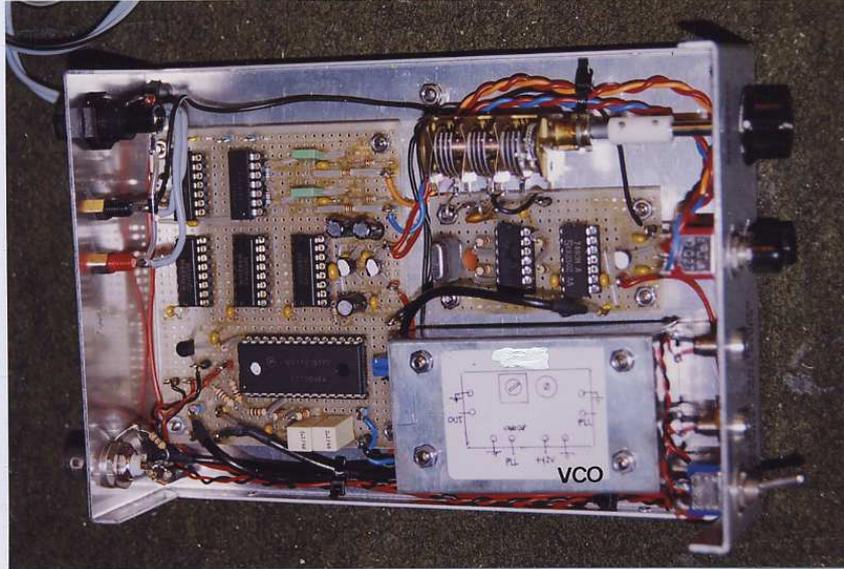
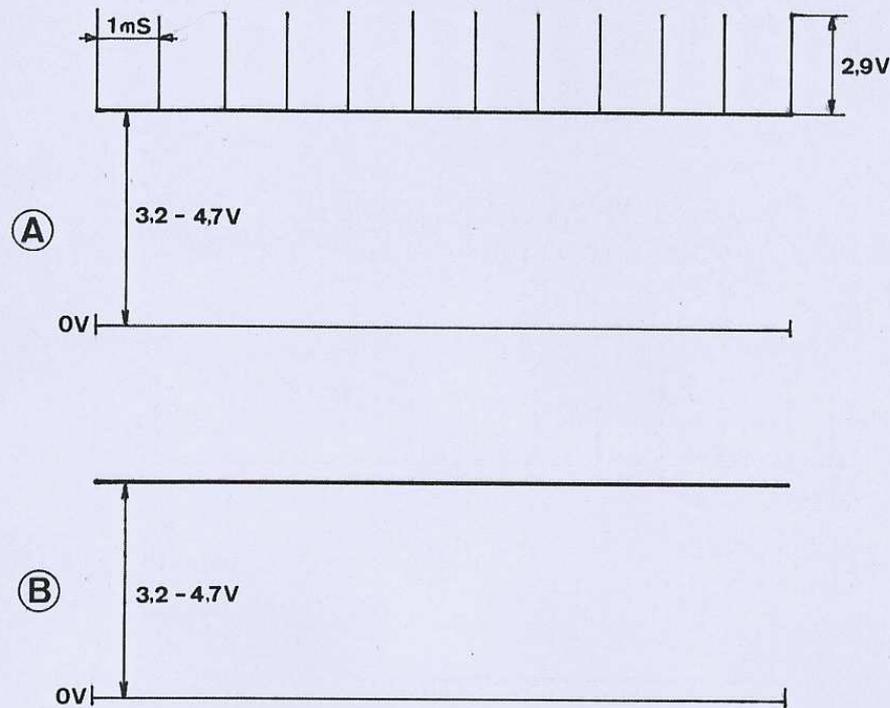


Figura N°3: Vista interior del sintetizador de 5 a 5,5 MHz (III). De izquierda a derecha, el PLL (145151) contador Up – Down, oscilador de referencia con el condensador de 15+15 pF y VCO.



Figura N°4: Vista interior del sintetizador. Detalle del panel frontal, de izquierda a derecha, el interruptor e indicador POWER, led indicador LOCK, pulsadores Up – Down de sintonía por saltos de 1 KHz y ajuste de frecuencia o RIT de 2,2 KHz.

SINTETIZADOR DE 5 A 5,5 MHz PLL Señales a la salida del detector de fase



Sintetizador de 5 a 5,5 MHz PLL (MC145151): Representación gráfica demostrativa de señales, tal como se verían en la pantalla de un osciloscopio las cuales, estarían presentes a la salida patilla N°4 del detector de fase integrado dentro del mismo elemento (MC145151). La figura (A) de la parte superior y partiendo del nivel cero, nos indica una tensión continua que es producto de la detección de fase cuya amplitud, varía en función de la frecuencia de salida del VCO de tal manera, que a 5,000 MHz tenemos 3,2 V y a 5,500 MHz 4,7 V; las espículas que aparecen sobre dicho nivel, corresponden a la frecuencia de comparación de fase o de salto de 1 KHz con un espacio de 1 mS y una amplitud de 2,9 Vp . En la Figura (B) se puede apreciar el resultado y es que la señal precedente, no es aplicable al VCO para controlar la sintonía mediante el diodo varicap (BB112) y por lo tanto es necesario, el proceder a un filtrado mediante la intercalación de un filtro pasivo RC paso bajos, con una frecuencia de corte F_c muy baja (1 a 15 Hz), con tal de eliminar totalmente, la presencia de los picos de comparación sobre el nivel de señal continua variable la cual, presenta la misma amplitud indicada en función de la frecuencia del VCO. El comportamiento del sintetizador como generador de RF, en cuanto a ruido de fase se ha verificado de manera unitaria, mediante un receptor de comunicaciones de forma auditiva en la modalidad CW, el resultado ha sido aceptable al ser una comprobación de tipo subjetivo que no es posible cuantificar. También hay que añadir que uno de estos sintetizadores, desde hace tiempo ha entrado a formar parte externa, de un transceptor multibanda, todo modo, QRP de construcción propia, con buenos resultados en comunicados casi a diario en la banda de 80 metros LSB.