

Nº32: FRECUENCIMETRO HF PROGRAMABLE

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 30-06-04.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

El frecuencímetro para HF que se presenta en este artículo, era necesario para complementar algunos de los sintetizadores que fueron expuestos anteriormente y tiene la particularidad, de poder ser programado e indicar la frecuencia real de trabajo a partir de cualquier tipo de VFO ya sea: Analógico, sintetizado o heterodino, independientemente de la frecuencia de FI. Este hecho que le da un aire más versátil, se debe a la posibilidad, de poder utilizar contadores adelante – atrás programables mediante preselectores digitales BCD los cuales, forman parte integrante del sistema contador y además, estos conmutadores rotativos binarios con lector decimal, pueden ser accionados y controlados fácilmente de manera previa, por el propio usuario.

El circuito que utiliza componentes discretos y no es del tipo multiplexado, resulta muy fiable en el aspecto funcional. Para llevar a término, tanto el proyecto como la realización práctica, se partió de un artículo que fue publicado en el boletín QU-R-PE, Nº24, Septiembre de 1999, autor Roberto García, EA2-EIE; indudablemente es un trabajo excelente, capaz de despertar el interés de los montadores y también el reconocimiento, después de poder comprobar las prestaciones del mencionado aparato.

CARACTERISTICAS

Las características más importantes de este Frecuencímetro HF programable, son las que se indican a continuación:

Margen de frecuencia	: de 1 a 40 MHz.
Resolución	: 10 Hz.
Sensibilidad	: 100 mVpp.
Impedancia de entrada	: 50 Ohms.
Presentación frecuencia	: 7 dígitos.
Programación	: por preselectores digitales.
Alimentación CC	: 13,5 V y 350 mA máx.
Dimensiones y peso	: 120x75x165 y 1 Kg.

DESCRIPCION

La señal de RF desconocida, se aplica a un amplificador de banda ancha y configurador a cuya salida, ya se dispone de una onda cuadrada y frecuencia aptas para el conteo. Este tipo de medida que requiere de una cierta precisión, exige el disponer, de unos impulsos de reloj o tiempos de ejecución y también de una circuitería de control, ambos son los que rigen las funciones de conteo, codificación y presentación de la frecuencia por medios luminescentes. No se ha hecho mención, de la programación manual de la frecuencia y esta función, se verá en la descripción correspondiente por módulos los cuales, se detallan a continuación: Amplificador de RF, reloj y control, contadores y programación, decodificadores - excitadores y presentación visual. Para una mayor claridad de todo lo expuesto, ver diagrama de bloques en la Figura Nº1.

Amplificador de RF: Después de haber probado algunas versiones de amplificadores a transistores, con alta impedancia de entrada y resultados de ancho de banda, no satisfactorios, me

decidí por los amplificadores monolíticos los cuales, cumplen muy bien con este requisito de respuesta plana dentro del margen de frecuencia, aunque tienen un condicionante cual es, una impedancia de 50 Ohms tanto a la entrada como a la salida de señal.

Este amplificador de RF de banda ancha, consta de dos etapas amplificadoras que son: U1 y U2 (MSA06), amplificadores monolíticos de bajo ruido conectados en cascada, con una ganancia total constante de 30 dB y señal mínima de entrada de 100 mVpp, el comportamiento es excelente en todo el margen de 1 a 40 MHz; a la salida de U2, tenemos el transistor Q1 (BFY90), NPN para UHF, dispuesto como seguidor y adaptador TTL. La impedancia de entrada del amplificador, es de 50 Ohms y queda protegida contra sobrecargas, por dos diodos de Si en oposición. La alimentación de U1 y U2, es a +10 V mediante un regulador de tensión U3 (78L10) y de Q1, a +5 V de la alimentación general. Ver esquema eléctrico en la Figura N°2.

Reloj y Control: El reloj es el dispositivo que establece, los tiempos de ejecución de todas las funciones internas que afectan al frecuencímetro. Como elemento activo, tenemos a U4 (4060), oscilador y contador binario integrados en el mismo encapsulado, este oscilador interno patillas: 10 y 11, está controlado por un cristal de cuarzo Y1 de 6553600 Hz ajustables por un trimer, esta frecuencia muy estable y precisa, es sometida a una división interna programable de 16384 y en la salida patilla 3 del mismo circuito integrado, tenemos 400 Hz aplicables sobre U5 (4040), contador binario como divisor por 8, entrada patilla 10 y salida patilla 6 con un resultado de 50 Hz. Esta señal, se lleva a la entrada de reloj patilla 14 de U6 (4018), divisor contador programable el cual, además de dividir por 10, distribuye en sus salidas, patillas: 4, 5, 6, 11, 13 y 1, los pulsos de control que se imparten, a través de puertas disparadoras de Schmitt NAND: U7 y U8 (74HC132), hacia los contadores y decodificadores - excitadores. Dos puertas de U7, se utilizan para generar los pequeños pulsos de reposición RESET que deberán poner a cero de manera cíclica los contadores, las otras dos quedan anuladas y por lo tanto, se conectan sus entradas a masa. Otras dos puertas de las cuatro que dispone U8 sirven, una para conformar la frecuencia desconocida que parte de Q1 de tal manera, que a la salida de dicha puerta patilla 3, tenemos una señal apta y aplicable a una de las dos entradas patilla 4 de la otra puerta, al mismo tiempo y de manera constante, en la otra entrada patilla 5, tenemos los pulsos de reloj (5 Hz) procedentes de U6 con el resultado, de tener a la salida de dicha puerta patilla 6, trenes de impulsos de 0,1 segundo de duración los cuales, representan muestras fraccionadas de la frecuencia desconocida y estas son enviadas, a la entrada de reloj CLK de la década contadora menos significativa; las dos puertas restantes de U8, son las que canalizan los pulsos de transferencia SET los cuales, controlan el tiempo de representación visual y borrado de los decodificadores - excitadores. Todo este proceso de control, se hace de una manera muy sincronizada y secuenciada según este orden: Puesta a cero, conteo y representación visual que es el espacio más largo en el tiempo. La alimentación, de U4, U5, U6, U7 y U8, es a +5 V de la alimentación general. Ver esquema eléctrico, en la Figura N°2.

Contadores y Programación: El sistema contador de la frecuencia desconocida, se efectúa mediante siete contadores adelante-atrás decimal con preset, dispuestos en cascada: U9, U10, U11, U12, U13, U14 y U15, (74HC190); la señal CLK cuya frecuencia se ha de medir, se aplica a la patilla 14 entrada de reloj de U9 contador de decenas en este caso y después de efectuado el conteo hasta diez, un pulso de acarreo estará presente en la patilla 13 de la misma década contadora y así de forma sucesiva, sobre el resto de contadores, esta disposición, permitirá un control de la frecuencia de 1 a 40 MHz, con una resolución de 10 Hz. Al mismo tiempo y con la misma cadencia, se aplican los pulsos de Reset a todas las patillas 11 de los contadores, para su puesta a cero de forma repetitiva. Como es sabido este tipo de contadores, permiten contar adelante o atrás, simplemente desactivando (0) o activando (1) de manera respectiva, todas las patillas 5 de las décadas contadoras de tal manera, que mediante accionamiento por un interruptor externo, podemos seleccionar la cuenta ascendente (Up) o descendente (Down) del frecuencímetro. La programación manual externa sobre las entradas de preselección, afecta también a todas las décadas, patillas: 15, 1, 10 y 9, se hace mediante preselectores digitales rotativos BCD, uno para cada década contadora,

estos selectores con ventana de presentación decimal, resultan muy funcionales al hacer la conversión a código binario, de forma mecánica y partiendo de cada una de sus posiciones del 0 al 9; de esta manera se puede programar el frecuencímetro, con una lectura de inicio predeterminada, ya sea en un sentido u otro de cuenta. Con respecto a la manera de programar de forma manual, se verá más adelante en la puesta en marcha. Las salidas de datos en código binario, partiendo de cada década contadora, patillas: 3, 2, 6 y 7, se envían hacia los decodificadores – excitadores y memorias. La alimentación del sistema contador por décadas, es a +5 V de la alimentación general. Ver esquema eléctrico, en la Figura N°3.

Decodificadores – Excitadores y Presentación Visual: En la función de decodificación - excitación y memorización de la señal, procedente de cada uno de los contadores, intervienen siete circuitos integrados: U16, U17, U18, U19, U20, U21 y U22 (4511), decodificadores de siete segmentos con excitador y memoria; las entradas: A, B, C y D, de cada integrado, corresponden a las patillas: 7, 1, 2, y 6, después de efectuada la conversión de digital a lenguaje memorizable de siete segmentos y con un nivel adecuado para excitar los leds o segmentos de la presentación visual, estas señales están presentes en las salidas patillas: 13, 12, 11, 10, 9, 15 y 14, las cuales se corresponderán con los segmentos luminescentes de cada display por el mismo orden: a, b, c, d, e, f, y g; la interconexión entre dichas salidas y los ánodos de todos los leds, se hace a través resistencias limitadoras (R) de 330 Ohms y así mismo de manera permanente, los puntos (S) que fraccionan la lectura de la frecuencia en MHz. Aquí también es necesario, el proceder a la puesta a cero de las memorias y apagado de los leds durante los períodos de conteo y para ello, se aplican de manera simultánea a todas las patillas 5 de los decodificadores – excitadores, los pulsos de control SET. La presentación visual, es por siete displays: DS1, DS2, DS3, DS4, DS5, DS6 y DS7 (LC4341-11), cátodo común y color rojo. La alimentación de los decodificadores – excitadores y presentación visual, es a +5 V de la alimentación general. Para esquema eléctrico, ver la Figura N°4.

CONSTRUCCION PUESTA EN MARCHA Y PROGRAMACION

Construcción: Este frecuencímetro, queda ubicado dentro de una caja de aluminio de construcción casera según, las medidas que se han indicado al principio; los módulos se han montado en placa Repro Circuit, donde se han dispuesto, todos los componentes activos y pasivos; tanto los circuitos integrados como los displays, van todos en zócalos del tipo contacto torneado; cada módulo queda sujeto a la base de la caja, mediante separadores exagonales M3; los preselectores digitales BCD e interruptor Up – Down, quedan situados en la parte superior y sujetos por un soporte en forma de “U”; en el panel frontal, tenemos los displays con filtro de PVC rojo y en el panel posterior, la entrada de RF, fusible de protección y cable de alimentación +12 V. Para más detalles de orden constructivo, ver vistas interior y exterior en las Figuras N°5 y N°6.

Puesta en marcha: La puesta en marcha, si todo el interconexionado se ha hecho de forma correcta, no debe presentar ningún problema. Lo único que hay que comprobar de manera previa, es el buen funcionamiento del amplificador de RF de banda ancha, con una respuesta plana entre 1 a 40 MHz y con una señal de RF mínima en la entrada de 0,1 Vpp; el reloj con todos los divisores de frecuencia hasta 5 Hz, el conformador de trenes de pulsos CLK hacia los contadores de décadas y la presencia de pulsos: RESET y SET, para controlar las secuencias de los contadores de décadas y los decodificadores – excitadores respectivamente.

Programación: La programación manual de los preselectores digitales BCD, harán que este frecuencímetro de siete cifras, se comporte como un dial indicador de la frecuencia real de trabajo, en cualquier transceptor o receptor de simple conversión, monobanda o multibanda; en equipos monobanda se da la circunstancia, de que la frecuencia real de trabajo, puede estar por encima o por debajo de la FI, según la banda en la que se esté operando. Para programar los equipos monobanda, hay que partir de las frecuencias del VFO y de la FI, esta última contando con el pequeño

desplazamiento que impone, el modo en que se esté trabajando: LSB, USB o CW, ver ejemplos de la frecuencia intermedia resultante para una FI de 9 MHz.

Modo	BFO y FI
LSB	9001,5 KHz
USB	8998,5 KHz
CW	9000,8 KHz

A continuación, pueden verse dos ejemplos de programación, en equipos transceptores para HF monobanda con FI de 9 MHz. Para otras frecuencias de FI, el procedimiento sería el mismo.

Equipo monobanda QRP para 40 Metros: Modo LSB, FI de 9 MHz, VFO de 1,9 a 2,0 MHz y sintonía a 7050,00 KHz.

FI - VFO = Frecuencia de trabajo

$$9001,50 \text{ KHz} - 1951,50 \text{ KHz} = 7050,00 \text{ KHz}$$

El numerador decimal de los preselectores, debe indicar el código de siete cifras: **0900150** y el interruptor de sentido de cuenta, debe estar en Down (-).

Equipo monobanda QRP para 20 Metros: Modo USB, FI de 9 MHz, VFO de 5,0 a 5,5 MHz y sintonía a 14200,00 KHz.

FI + VFO = Frecuencia de trabajo

$$8998,50 \text{ KHz} + 5201,50 = 14200,00 \text{ KHz}$$

El numerador decimal de los preselectores, debe indicar el código de siete cifras: **0899850** y el interruptor de sentido de cuenta, debe estar en Up (+). La lectura de la frecuencia en ambos casos, se hace sobre la salida auxiliar del VFO.

Transceptor HF multibanda QRP: provisto de oscilador local heterodino (OLH), la programación es similar aunque con otro planteamiento. La frecuencia bajo control OLH, siempre está por encima de la FI, independientemente de la banda en que se esté operando y los códigos del preselector de programación, se establecen partiendo de la frecuencia del BFO y FI en cada modo.

Up / Down	Modo	BFO y FI	Código
Up (+)	LSB	8998,5 KHz	9100150
Up (+)	USB	9001,5 KHz	9099850
Up (+)	CW	9000,8 KHz	9099920
Up (+)	Contador	0000000

Nota: Para establecer el código de siete cifras del modo LSB, ver ejemplo a continuación
 $10000000 - 899850 = 9100150$

Ejemplo de programación en la banda de 80 Metros: LSB y sintonía a 3725,00 KHz, el OLH estará en 12723,50 KHz, que es la frecuencia a medir en la salida auxiliar.

Frecuencia OLH + Código LSB = Frecuencia de trabajo

$$1272350 + 9100150 = 10372500$$

Dado que el número 1 que aparece a la izquierda del resultado de la suma aritmética, no tiene representación en el visualizador de siete cifras, la lectura corresponderá a: **03725,00 KHz**.

Ejemplo de programación en la banda de 20 Metros: USB y sintonía a 14200,00 KHz, el OLH estará en 23201,50 KHz, que es la frecuencia a medir en la salida auxiliar.

$$2320150 + 9099850 = 11420000$$

Aquí también, se desprecia la primera cifra de la izquierda por la misma razón anterior y la lectura en el visualizador del frecuencímetro será: **14200,00 KHz**.

Contador de frecuencia: para que el frecuencímetro actúe como contador, el código pasa a ser: **0000000** y el sentido de la cuenta debe de quedar en Up (+).

Después de la realización de este trabajo y de comprobar alguna de sus aplicaciones, he de constatar la simplicidad de la programación y fiabilidad en las mediciones, convirtiéndose en un dispositivo de control imprescindible. Es por lo que recomiendo su posible montaje. Saludos de Joan, EA3-EIS.

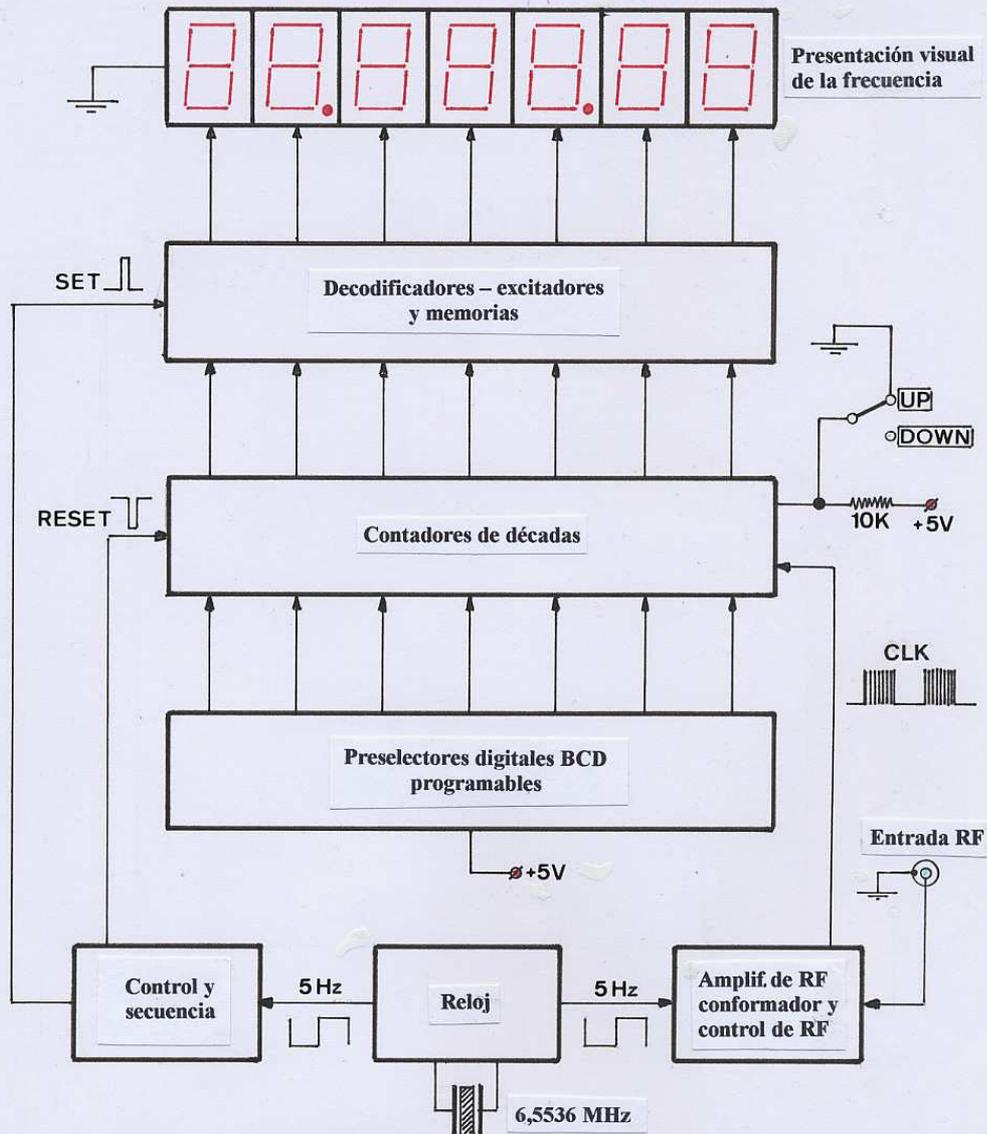


Figura N°1: Diagrama de bloques del frecuencímetro para HF programable, de 1 a 40 MHz con una resolución de 10 Hz. Véase la señal de entrada de RF desconocida, que es amplificada, conformada y controlada por la señal de reloj hasta obtener, trenes de pulsos CLK de 0,1 segundo de duración, aptos para ser contados. El reloj que a partir de un cristal de 6,5536 MHz y por división, genera los 5 Hz necesarios para el control de RF además de, los pulsos de control y secuencia: RESET y SET, que gobiernan el contador de décadas, decodificadores - excitadores y memorias respectivamente. Ha continuación hacia arriba tenemos, los preselectores digitales BCD programables, los contadores de décadas, los decodificadores - excitadores y memorias, la presentación visual de siete cifras y el selector de sentido de cuenta: Up - Down. Esta es una disposición, clásica y funcional de frecuencímetro para HF programable.

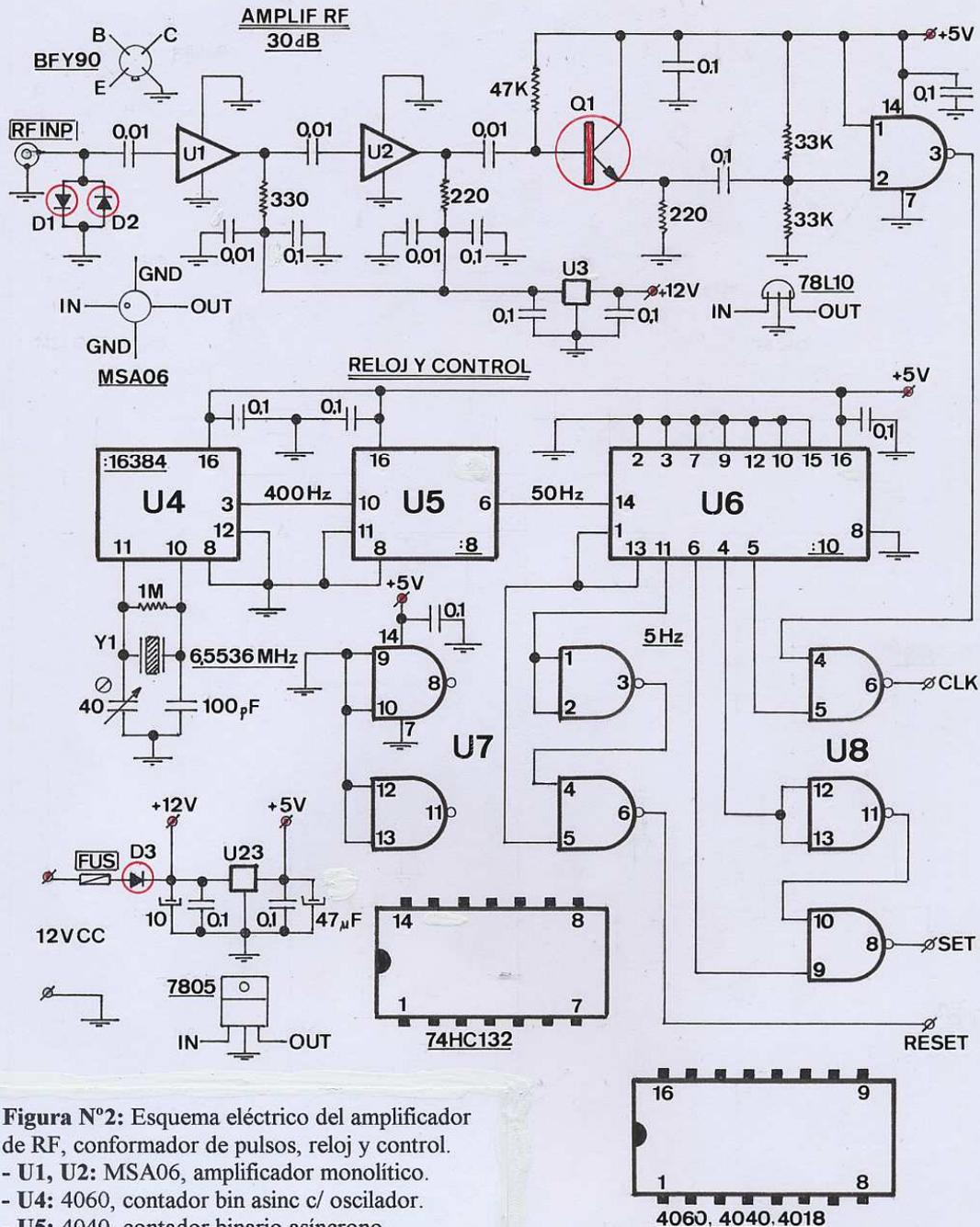


Figura N°2: Esquema eléctrico del amplificador de RF, conformador de pulsos, reloj y control.

- U1, U2: MSA06, amplificador monolítico.
- U4: 4060, contador bin asinc c/ oscilador.
- U5: 4040, contador binario asincrono.
- U6: 4018, divisor contador programable.
- U7, U8: 74HC132, 4 disp Schmitt, NAND.
- Q1: BFY90, NPN, 1,6 GHz.
- D1, D2, D3: 1N4004, diodo Si, 1 A
- Y1: Cristal de cuarzo, 6,5536 MHz.
- U3: 78L10, regulador +10 V / 0,1 A.
- U23: 7805, regulador +5 V / 1 A.

**FRECUENCIMETRO HF
PROGRAMABLE**
Amplificador RF, Reloj y Control
EA3-EIS, 30, 06, 04.

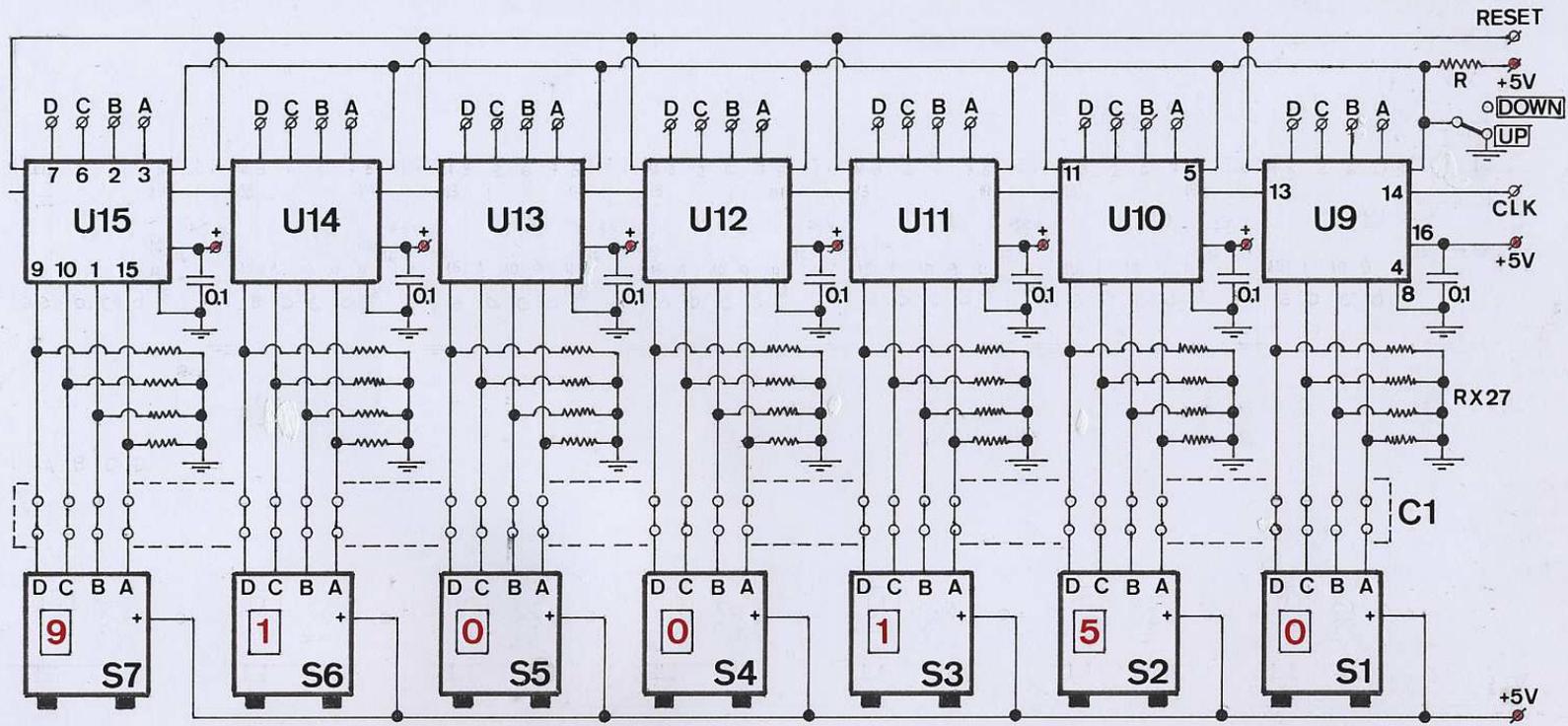
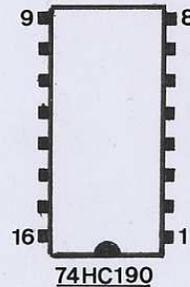
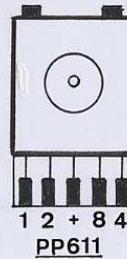


Figura N°3: Esquema eléctrico de los contadores y programación.
 - U9 a U15: 74HC190, cont Up-Down.
 - S1 a S7: PP611, preselec digit BCD.
 - R: Resistencias 10 K, ¼ W, 5%.
 - C1: Conect poste m/h, 3040 y 3090.
 - I: conmutador deslizante 1 circuito.

	8	4	2	1
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1



FRECUENCIMETRO HF PROGRAMABLE
 Contadores y programación
 EA3-EIS, 30-06-04.

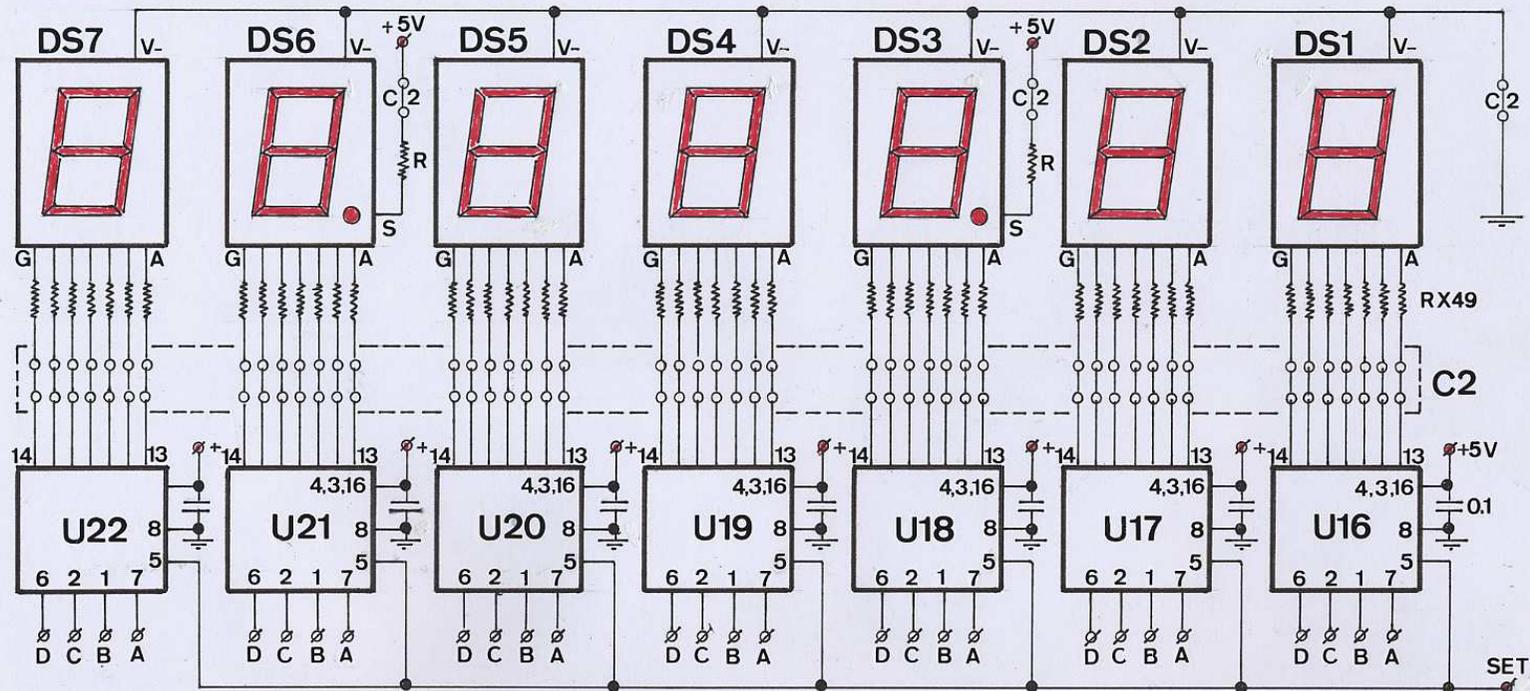
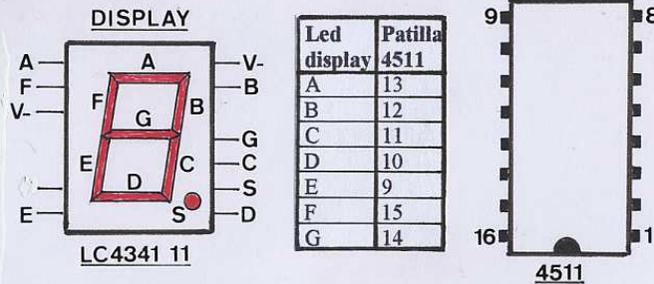


Figura N°4: Esquema eléctrico de los decodificadores – excitadores, memoria y presentación visual.

- DS1 a DS7: Display 7 segmentos, cc.
- U16 a U22: 4511, decod BCD, 7 seg memorias y excitadores,
- R: Resistencias 330 Ohms, ¼ W, 5 %.
- C2: Conect poste m/h, 3081 y 3098.



FRECUENCIMETRO HF PROGRAMABLE
 decodificadores – excitadores
 y presentación visual
 EA3- EIS, 30-06-04.

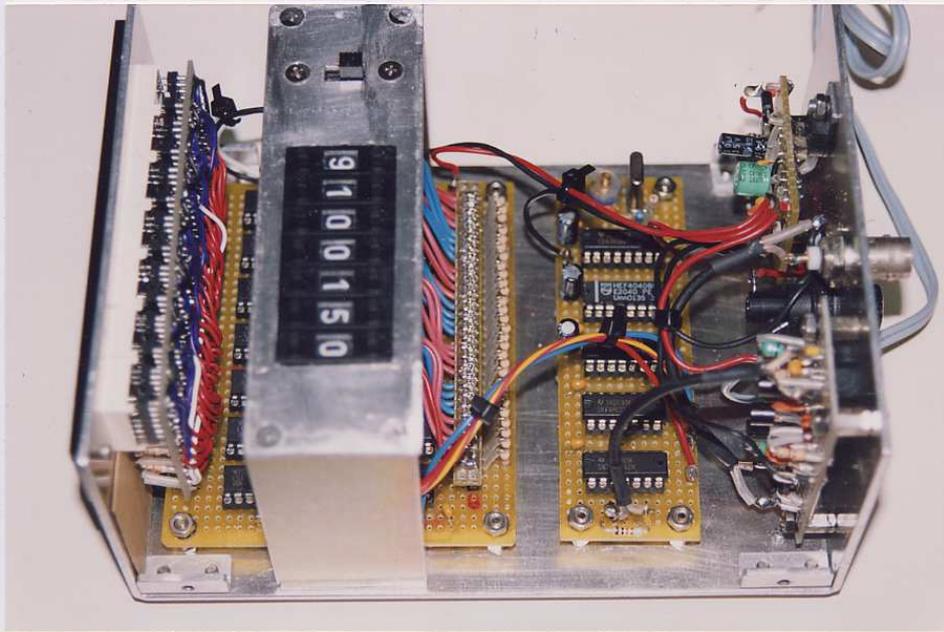


Figura N°5: Vista interior del frecuencímetro para HF programable. De izquierda a derecha: Los displays presentadores de la frecuencia, montados en el panel frontal; la placa con los decodificadores – excitadores y contadores de décadas; encima y en un soporte de Al, el conjunto de preselectores digitales BCD e interruptor de sentido de cuenta Up – Down; a continuación, la placa de reloj, control y configuración; en el panel posterior, el amplificador de RF, conector BNC de entrada y regulador de tensión de +5 V con el fusible de protección de 0,5 A.

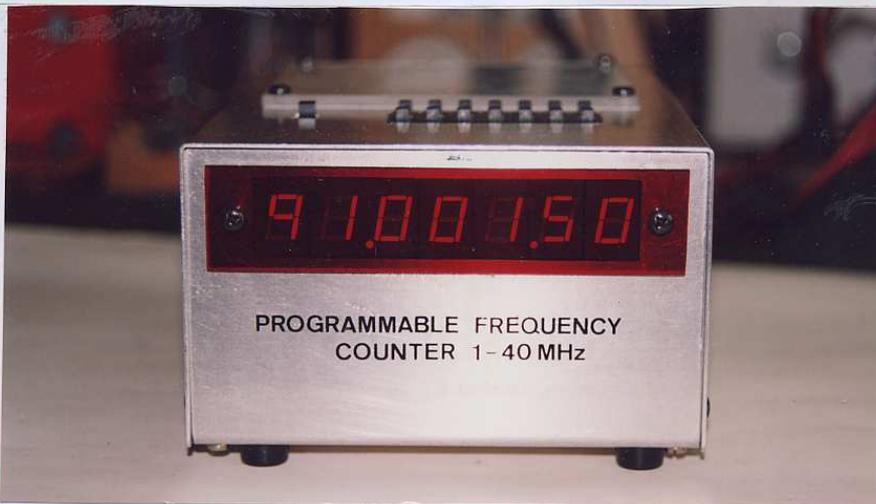


Figura N°6: Vista exterior del frecuencímetro para HF programable. En primer término, el panel frontal con los siete displays, tras un filtro de PVC de color rojo. En la parte superior de la caja, los preselectores digitales BCD de accionamiento manual e interruptor Up – Down. Como puede verse, no hay más elementos de control y esto evidencia, la simplicidad externa de este aparato.