

FIG.2. Esquema del oscilador de frecuencia de batido (BFO) que está incorporado en la misma placa base, junto a los circuitos de transmisión y recepción.

de QRP, literatura técnica, kits comerciales etc., y por el contrario, nos encontramos con muy pocos montajes para BLU. Este fue el motivo por el que decidimos abordar la construcción de un equipo de banda lateral única para la banda de 15 m, precisamente una banda poco usual en los montajes, y por ello aún más atractiva.

La idea era realizar un diseño «minimalista», es decir, únicamente con lo estrictamente necesario para que el transceptor resultara suficientemente operativo y al mismo tiempo con la circuitería más compacta y sencilla posible. Bajo estas premisas, convenimos que debíamos prescindir de circuito de CAG, medidor de señal, doble conversión etc. El OFV debía ser lo más sencillo posible, pero por supuesto sin degradar su estabilidad.

La primera cuestión fue decidir la frecuencia intermedia con la que resolveríamos la conversión de recepción y transmisión. En monobandas para 40, 30 o 20 m suelen utilizarse frecuencias intermedias relativamente bajas, como 4, 8, 9 o 10 MHz en las que pueden utilizarse filtros de frecuencia intermedia en escalera mediante cristales de frecuencia fundamental. En estas frecuencias pueden obtenerse fácilmente filtros con una banda pasante de alrededor de 2,4 kHz. Como la frecuencia de trabajo de 21 MHz es relativamente alta y no podemos usar, por ejemplo, una FI de 9 MHz, ya que con ello el OFV debería ser de 12 MHz y la estabilidad quedaría comprometida, decidimos utilizar una frecuencia intermedia de 18 MHz

(cristales de frecuencia estándar). Indudablemente, con un filtro en escalera de 18 MHz es difícil conseguir anchos de bandas estrechos a no ser a costa de incrementar enormemente la pérdida de inserción (ver notas sobre bibliografía al final). En el diseño definitivo, el filtro ofrece una respuesta de unos 3 kHz a -6dB que, aunque no es un ancho ideal para BLU, la operatividad real del transceptor apenas queda comprometida, y en contrapartida, podemos utilizar un sencillo OFV de 3 MHz, con el que dispondremos de una excelente estabilidad.

Paulatinamente fuimos esbozando las principales líneas de todo el transceptor y preparamos un pequeño dossier con apuntes técnicos, fotocopias de circuitos, hojas de datos de componentes, etc., y llegó el momento de repartir el trabajo; Joan, EA3EIS, aceptó la mayor parte, realmente el trabajo más importante y al mismo tiempo más apasionante, es decir, la creación del primer prototipo. Diseñar y construir un primer prototipo requiere muchísimas horas de dedicación, no se trata sólo de preparar los componentes y soldarlos en una placa de pruebas, sino que la mayoría de bloques del transceptor deben probarse previamente, para corregir valores, variar polarizaciones, etc. Muchas veces, cuando damos por buena una parte del circuito, es porque antes, probablemente la hemos reconstruido de arriba a abajo dos, tres o más veces.

Un vistazo por encima

El transceptor «MINI» completo está distribuido en tres placas. La placa principal denominada «placa base» es la que incorpora la mayor parte de los circuitos del transceptor: sección frontal, previo RX, mezclador RX, filtro de cuarzo RX/TX, frecuencia intermedia, demodulador BLU, oscilador de batido (BFO), preamplificador de micro, modulador de BLU, excitador TX, etc. La segunda placa es la del OFV y la tercera es la del amplificador lineal. Esta configuración modular permite al experimentador utilizar diferentes tipos de lineales o de OFV para personalizar a su gusto el montaje definitivo.

La parte receptora es un superheterodino de simple conversión con frecuencia intermedia de 18 MHz y filtro a cristal de cuatro polos (3,1 kHz a -6dB), el mezclador y demodulador son activos mediante circuitos integrados SA612 (sustituto idéntico del clásico NE612). La sección de entrada de antena incorpora un atenuador manual mediante potenciómetro que actúa como control de ganancia de audio en RX y un preamplificador de RF con filtros pasabanda en la entrada y en la salida. El OFV es un diseño tipo «Hartley», muy clásico y con una destacada estabilidad (utilizando condensadores adecuados), el margen de cobertura de frecuencia va desde 3.122 a 3.428 kHz. El BFO es un oscilador Colpitts controlado por un cristal de 18 MHz con ajuste por trimmer que permite situarlo en 17.993,2 kHz. El demodulador es también un circuito activo SA612, el cual entrega

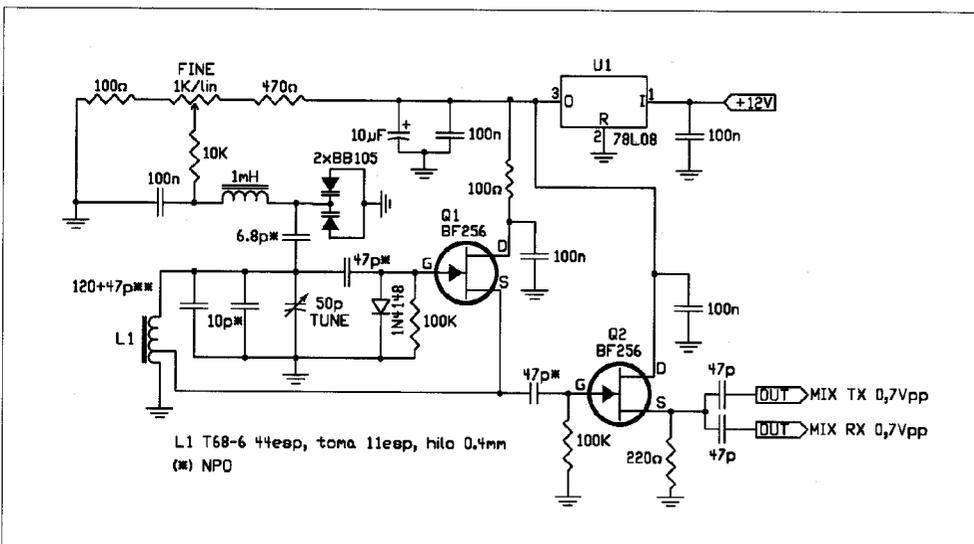


FIG.3. Este sencillo circuito de OFV ofrece una estabilidad excelente. Además del mando de sintonía principal, incorpora uno de control fino que permite una sintonía mucho más cómoda.

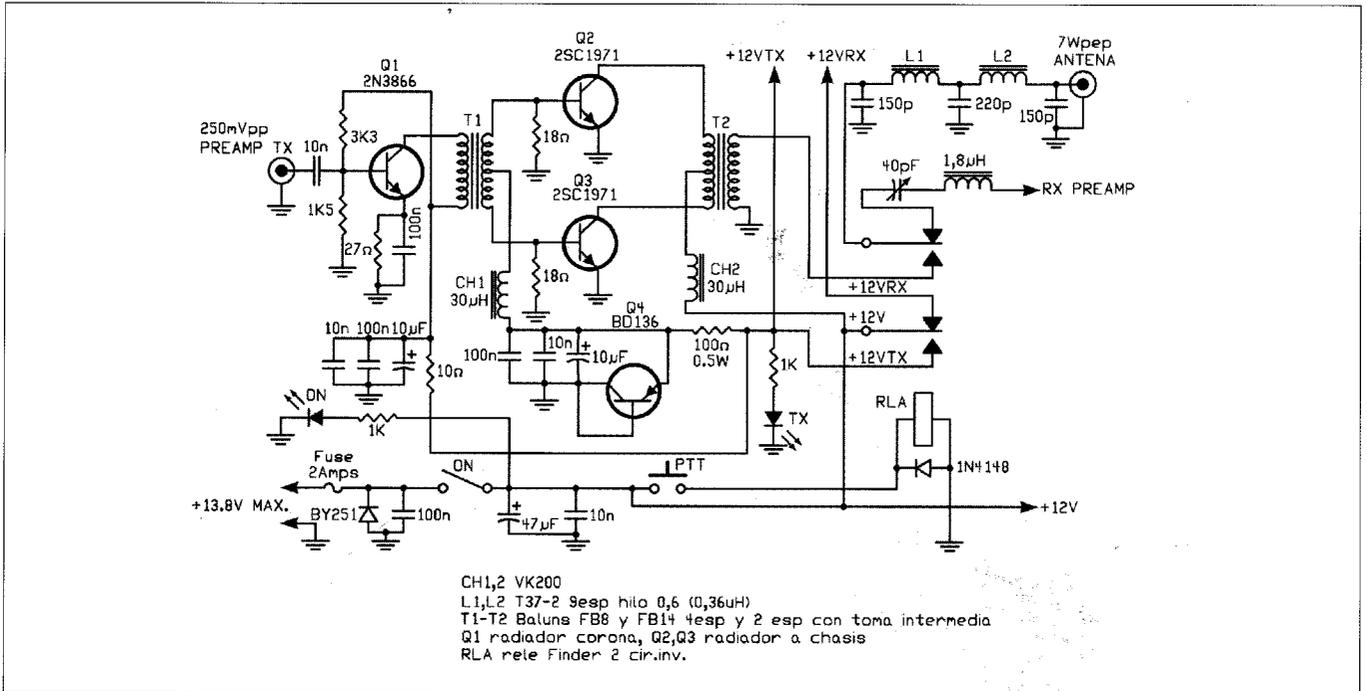


FIG.4. Amplificador lineal de dos pasos con salida en push-pull con el que, con una entrada de 250 mVpp en 21 MHz, se consigue una salida de 6-7 Wpep. Para obtener el mejor rendimiento y la máxima bondad de funcionamiento, es sumamente importante realizar un diseño de placa adecuado.

la señal de audiofrecuencia al pequeño amplificador monolítico LM386, cuya salida va a parar a un pequeño conector tipo jack donde conectaremos los auriculares o un pequeño altavoz.

El transmisor, además de la circuitería común a la recepción y transmisión (como son el OFV, BFO i el filtro de FI), comprende una entrada exterior para un micrófono electret, preamplificador de AF y un modulador activo (SA612), el filtro a cristal de FI y un mezclador de transmisión activo, cuya salida se dirige a través de un filtro pasabanda a un preamplificador de RF capaz de entregar 250 mVpp con la máxima señal de entrada que enviaremos al amplificador lineal de potencia.

Para el circuito de maniobra RX-TX se utiliza un pequeño relé de doble circuito inversor activado por la línea PTT del micrófono, que conmuta la señal de RF hacia la antena y las tensiones RX y TX para los diferentes circuitos del transceptor.

Principales datos técnicos.

Generales:

- Cobertura de frecuencia: de 21.108 a 21.424 kHz.
- OFV: de 3.122 a 3.428 kHz.
- Estabilidad de frecuencia: -112 Hz después de 30 minutos
- Frecuencia y ancho de F.I.: 17.995 kHz y 3,1 kHz a -6dB
- Alimentación: +13.8V y 1 A (máximo en TX)
- Dimensiones y peso (prototipo): 125x45x175 mm y 0,7 Kg

Receptor:

- Mínima señal discernible (MSD): -126dB (S/N 3dB)
- Selectividad: 3,1 KHz a -6dB
- Impedancia de salida AF: 8 Ω
- Potencia de salida AF: 0,6 W (máx.)

Transmisor:

- Tipo de emisión: USB

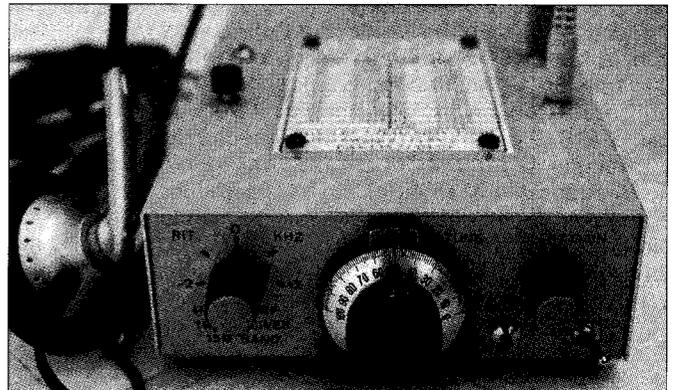


FOTO A. Vista general de uno de los prototipos acabados.

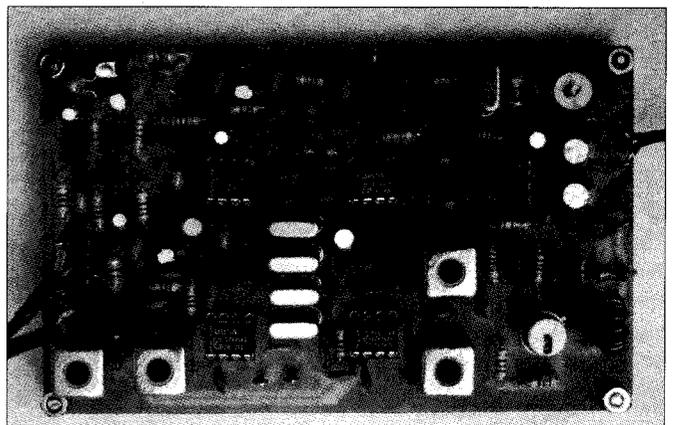


FOTO B. Placa base con la sección frontal, previo RX, mezclador RX, filtro de cuarzo RX/TX, frecuencia intermedia, demodulador BLU, oscilador de batido (BFO), preamplificador de micro, modulador de BLU, excitado TX, etc. Sólo se precisa el OFV y el amplificador lineal de potencia para completar el transceptor.

- Potencia de salida RF máxima: 6-7 Wpwp (con lineal 2° prototipo)
- Supresión de portadora: 30 dB
- Supresión de banda lateral no deseada: 30 dB
- Distorsión por IMD: aceptable según ensayos de doble tono.
- Impedancia de antena: 50 Ω
- Impedancia de micrófono: 1000 Ω (debe usarse mic. electret)

Construcción

Como ya hemos comentado, el diseño de este transceptor se ha efectuado bajo el compromiso de obtener la máxima funcionalidad con el circuito más sencillo posible y, por lo tanto, es evidente que tiene ciertas limitaciones si lo comparamos con otros equipos más complejos y mucho más caros. Su ubicación se ha efectuado en una caja normalizada del mercado con unas dimensiones muy compactas y se han instalado dos paredes separadoras metálicas (no indispensables) de forma que se dispone de tres compartimentos separados que permiten situar el OFV y los mandos en la sección delantera, la placa base en el espacio central y el amplificador lineal en la sección trasera. Los mandos del pequeño panel frontal quedan reducidos a la sintonía del OFV, mando de sintonía fina, mando de ganancia/volumen de RX, interruptor de puesta en marcha y diodo led indicador de estado apagado/encendido. En la tapa superior de la caja se ha instalado el pulsador PTT y un led de control TX, así como los conectores tipo jack para el micro electret y los auriculares. En la parte posterior está el conector de antena, la entrada de alimentación y el fusible de protección. Este mismo panel trasero efectúa la función de refrigerador para los transistores de potencia de RF del lineal. El primer prototipo se hizo en placas perforadas *Repro Circuit* de fibra de vidrio y respetando al máximo los retornos de masa.

Es obvio que la construcción del MINI no es una tarea para iniciarse en el montaje de circuitos de radio, se supo-

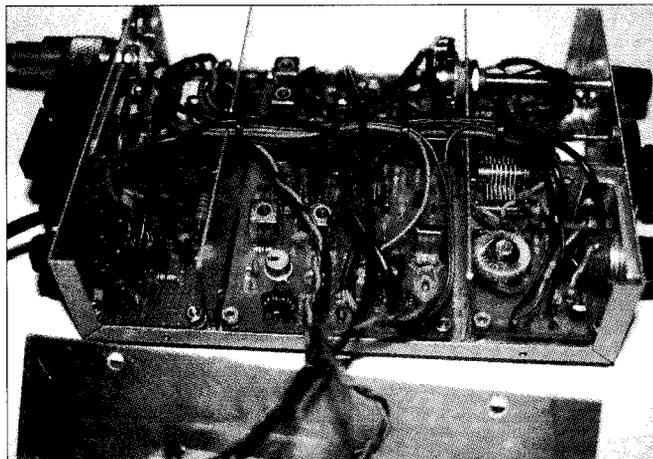


FOTO C. Uno de los prototipos con sus «tripas» al aire. La caja que se utilizó es una del tipo normalizado que puede encontrarse en la mayoría de comercios del ramo.

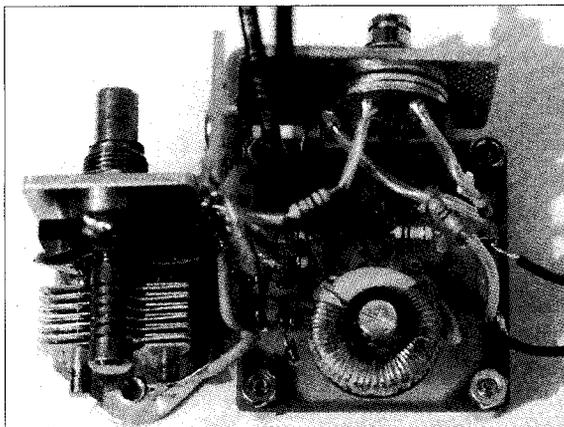


FOTO D. Detalle del OFV junto al circuito de sintonía fina añadido posteriormente. Obsérvese el condensador variable de aire para la sintonía general y el potenciómetro para la sintonía fina.

ne que el aficionado que emprenda su construcción ha realizado previamente otros montajes de RF de complejidad similar. Los esquemas y plantillas que se muestran han sido revisados y no se han detectado errores, sin embargo, no se trata de un montaje tipo *kit*, en el que se dispone de todos los componentes preparados y ordenados junto a las placas y un manual de construcción «paso a paso» con capítulos enteros para los ajustes, detección de errores, etc. Con la excepción de los núcleos toroidales y los balun, que deben bobinarse manualmente con el cuidado y atención necesarios, en líneas generales el montaje del MINI, por su propio concepto de diseño, no

revierte ninguna complicación especial, ya que todas las demás bobinas y choques son del tipo estándar y no requieren ningún trabajo específico.

Puesta a punto y pruebas reales

La puesta en marcha y ajustes finales no representaron ningún inconveniente, una vez decidido y comprobado el filtro de FI y también habiendo observado la necesidad de añadir un preamplificador de RF y filtro pasa banda en RX (en los apuntes iniciales no se había previsto este circuito). En transmisión fue necesario añadir un transistor preamplificador para aumentar la sensibilidad de la entrada de micrófono, de esta forma se dispone de una cierta comodidad al hablar y al mismo tiempo se obtiene sin esfuerzo la máxima potencia del transmisor.

Algunos QSO efectuados

Fecha	Hora	Indicativo	Frecuencia	Control	Localidad
24-12-02	17,00	G10-VJV	21270 KHz.	5-8	Belfast
28-12-02	10,50	RK3-XWD	21230 KHz.	5-6	Moscú
28-12-02	17,30	EA3-GH	21275 KHz.	5-2	Barcelona
28-12-02	18,00	EC8-AQQ	21170 KHz.	5-1	G. Canaria
30-12-02	12,50	US7-IBJ	21200 KHz.	5-6	Ukrania
02-01-03	19,00	CU3-GD	21230 KHz.	5-1	I. Azores
03-01-03	17,20	EA3-AHT	21230 KHz.	5-2	Barcelona
04-01-03	17,40	VE3-EFL	21180 KHz.	5-4	Toronto
05-01-03	11,10	G4-OIV	21173 KHz.	5-9	G. Bretaña
10-01-03	12,30	MO-DHS	21200 KHz.	5-5	G. Bretaña
12-01-03	11,40	OK5-DX	21270 KHz.	5-9	Chekia
12-01-03	17,20	ER1-QQ	21278 KHz.	5-7	Moldova
12-01-03	17,40	ES1-QD	21278 KHz.	5-7	Estonia
14-01-03	11,40	LA7-SL	21243 KHz.	5-5	Oslo
14-01-03	11,50	M3-OIC	21230 KHz.	5-9	Nottingham
14-01-03	12,20	YT7-FT	21200 KHz.	5-5	Yug
22-04-03	18,00	Z32LM	21218 KHz.	5-5	Kumanovo
21-04-03	12,40	LZ1ASP	21301 KHz.	5-9	Bogdan
27-04-03	13,15	SP30CG	21239 KHz.	5-8	Kolno
26-04-03	12,45	RZ3TW	21210 KHz.	5-2	Moscow
26-04-03	16,05	US7IBJ	21207 KHz.	5-9	UKRAINE
27-04-03	17,15	TT8FC	21170 KHz.	5-5	CHAD
12-05-03	19,30	TA1EMC	21273 KHz.	5-9	Istanbul
30-05-03	18,15	UT7DX	21182 KHz.	5-7	UKRAINE
09-07-03	11,00	IZ4BBF	21280 KHz.	5-9	Módena
10-07-03	17,00	YO3JR	21245 KHz.	5-9	Bucharest
10-07-03	18,50	GOWS/bm	21247 KHz.	5-7	Southampton
19-07-03	11,30	EC1MDP	21190 KHz.	5-7	Gijón
21-07-03	21,00	EA8TJ	21190 KHz.	5-1	Tenerife
22-07-03	18,20	EC8AYO	21187 KHz.	5-7	G. Canaria

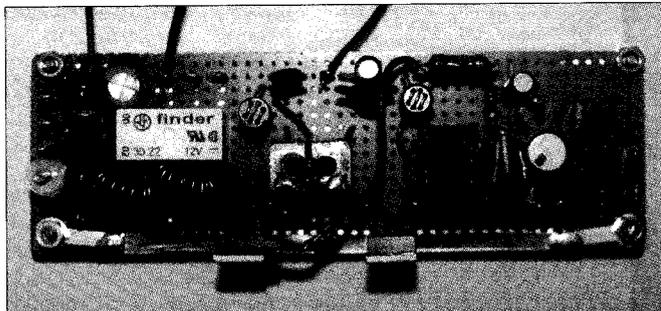


FOTO E. El amplificador lineal a push-pull con una pareja de transistores 2SC1971, con los que se obtienen 7 Wpwp. Está montado en una placa taladrada para prototipos teniendo especial cuidado con la longitud de las conexiones y asegurando las pistas de masa con pequeñas tiras de latón en los lugares más importantes.

Los ajustes son realmente muy pocos, hay que situar los núcleos de los filtros pasabanda para obtener el máximo nivel de salida tanto en la parte de RX como en TX, situar el OFV dentro del margen de frecuencia necesario, y por último, mediante el trimmer correspondiente, ajustar el BFO para que oscile en 17.995,2 KHz.

Hasta la fecha hemos efectuado innumerables comunicados, tanto continentales como transcontinentales y los dos prototipos que están en marcha nos han dado ya muchas horas de disfrute.

La lista de la página anterior es tan solo una selección de los contactos efectuados por Joan, EA3EIS con los prototipos del MINI. Los contactos fueron efectuados en horas de buena propagación con una antena Butternut HF6V y con un plano de tierra basado en radiales sintonizados.

El transceptor «MINI», un proyecto vivo

Como puede verse en los dibujos, únicamente se exponen las plantillas de la placa de circuito impreso base y la del OFV. Hemos utilizado un diseño diferente de amplificador lineal en cada prototipo, el primero con un solo transistor final 2SC1971 y el segundo con una pareja de 2SC1971 en contrafase (*push-pull*) del cual se muestra su esquema teórico en los dibujos. El mejor resultado se ha conseguido con la segunda versión, que suministra 6-7 Wpwp de potencia con un consumo máximo de 1,2 A a 13,8 V. Hay que prestar una atención especial en el diseño y la distribución de componentes en las placas para amplificadores lineales, los resultados pueden variar mucho de un montaje a otro aunque se haya partido del mismo esquema teórico. También tenemos interés en construir el MINI para otras bandas, como por ejemplo para 40 y 20 m, adaptando el circuito para una FI más baja y con la consiguiente mejora en la selectividad y ganancia. Un buen reto podría ser también realizar una versión para 10 metros o una nueva para 15 m con un OFV heterodino con una frecuencia por encima de la FI (OFV + FI = BANDA), o incluso mediante un circuito con PLL o DDS. Como vemos, es indudable que los primeros prototipos del MINI nos abren un amplio campo de posibilidades, se trata de un proyecto «con vida», y así es como se ha intentado exponer en este artículo.

Epílogo

El objetivo primordial de este reportaje del MINI es motivar a los aficionados al «cacharreo» para que acometan el montaje de un nuevo transceptor para su cuarto de radio. Si conseguimos que algunos de vosotros emprendáis la

construcción de vuestro transceptor MINI y llegáis a buen puerto, nos consideraremos totalmente satisfechos. Esperamos que la configuración del transceptor presentado en este artículo os resulte atractiva, nos gustará conocer las posibles correcciones, modificaciones, mejoras, etc., realizadas por otros constructores. Cualquier comentario será bienvenido a través de nuestros correos electrónicos. ¡Que disfrutéis con el montaje!

Notas:

Bibliografía:

«Designing and Building HighPerformance Crystal Ladder Filters» QEX, Enero 1995.

«Receptores de Conversión Directa de alto rendimiento» URE, Marzo 1997

«W1FB's Design Notebook» Doug DeMaw, W1FB, ARRL

«Secrets of RF circuit design» Joseph J. Carr, Tab Books Internet:

<http://www.pictronic.com/index1.html> Descarga de las plantillas en formato .prn y ultimas novedades y comentarios sobre el «MINI».

http://www.geocities.com/eaqrclub_es/ EA-QRP-CLUB, todo sobre el QRP en españa, montajes y links importantes.

<http://www-eu2.semiconductors.com/> Philips semicon. data-sheet del SA602/NE602

<http://www.ariston.es> componentes varios

<http://www.jabdog.com/index.htm> toroides Amidon y bobinas TOKO

Sintoniza con ...
la revista
del radioaficionado

A lo largo del año,
CQ publica todo lo que te
interesa del mundo de la radioafición.
CQ está escrita por y para
los radioaficionados españoles
e iberoamericanos.

SERVICIO DE ATENCIÓN AL SUSCRIPTOR
93 243 10 40
 de 8:00 a 15:00 h. de lunes a viernes
 FAX 93 349 23 50
 @ suscri@cetisa.com
 Cetisa Editores, S.A.
 Concepción Arenal, 5 ent.
 08027 Barcelona

Visita nuestra Web en www.cq-radio.com