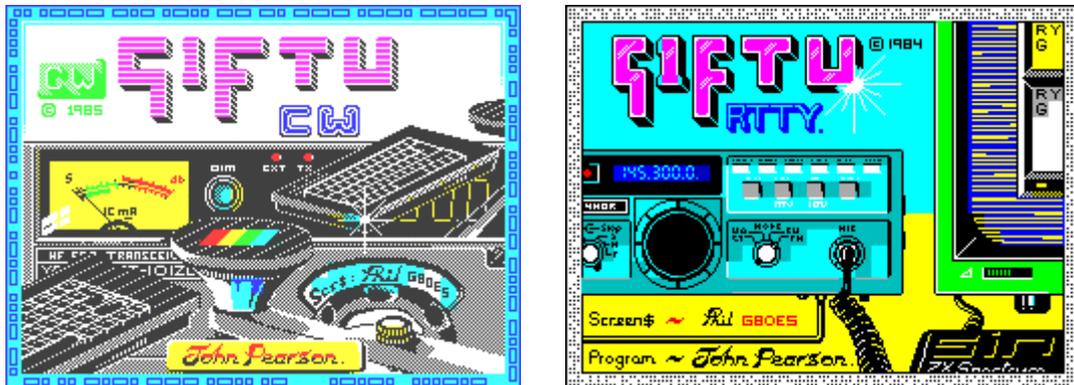


# Dos receptores de banda lateral doble: TRIPPI15 y QUAD28

Eduardo Alonso, EA3GHS  
ea3ghs@lleida.com  
<http://usuarios.lycos.es/ea3ghs>

**NO DIFUNDIR borrador para ser publicado en el boletín de verano del 2007 del EAQRPClub**

Mi interés en HF ha estado centrado en modos digitales, primero con el ZX SPECTRUM en RTTY y SSTV. ¿Quién no recuerda los estupendos programas de G1FTU?. Luego el PacketRadio con el Commodore C64 y ahora PSK31/63 o MFSK con un 386. Pero el desarrollo no ha acabado aún, las modalidades OLIVA y DOMINO se disputan el trofeo de la modalidad más eficiente.



*figura 1, Nostalgia de los 80*

Para estar atento a la evolución de estas modalidades hay que sintonizar en los alrededores de 7036, 14070, 21070 y 28120 kHz. Casualmente estas frecuencias son próximas a la frecuencia del cristal disponible en el club 7030 kHz y sus múltiplos: 14060, 21090 y 28120 kHz. Como no tengo equipo para 15 metros, ni es frecuente ver montajes para esta banda he pensado contruirmé un receptor. He de reconocer que la idea de usar un oscilador, un triplicador y un mezclador FET es demasiado sexy como para ignorarla.

Fiel a la filosofía del minimalismo, he querido montar este receptor con el mínimo de piezas. Con más componentes, se pueden añadir más prestaciones al receptor pero, quizás no haya tiempo para acabarlo, no funcione como uno pensaba o simplemente no son necesarios. Uso una frecuencia intermedia digital. La señal resultante de la mezcla, de doble banda lateral, se lleva a la tarjeta de audio del ordenador, lo que nos permite sintonizar estaciones situadas a más-menos 24 kHz de la frecuencia del oscilador (21066 a 21114 kHz). El software a usar: KGKSDR, ROCKY, POWERSDR, SPECTRUMLAB, BAUDLINE, etc. Es posible sintonizar el segmento de correspondiente a telegrafía disminuyendo la frecuencia del oscilador.

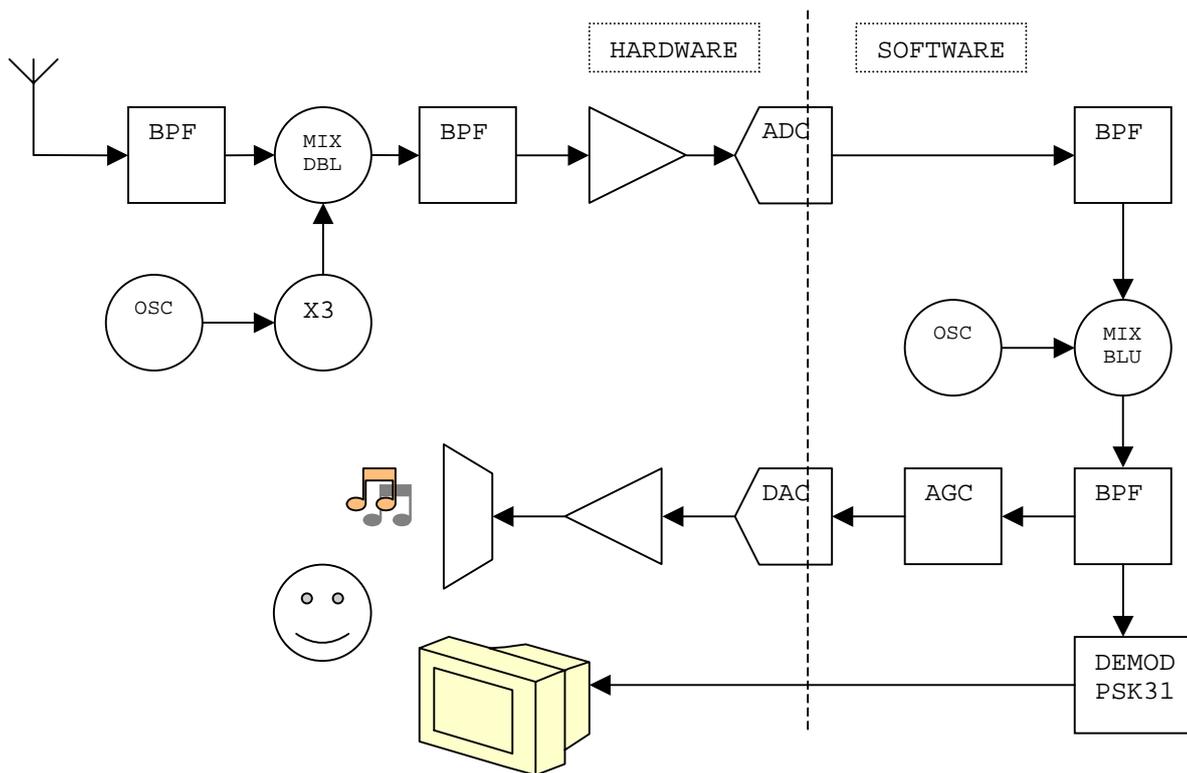


figura 2, estructura general de un receptor definido por software

## TRIPPI15

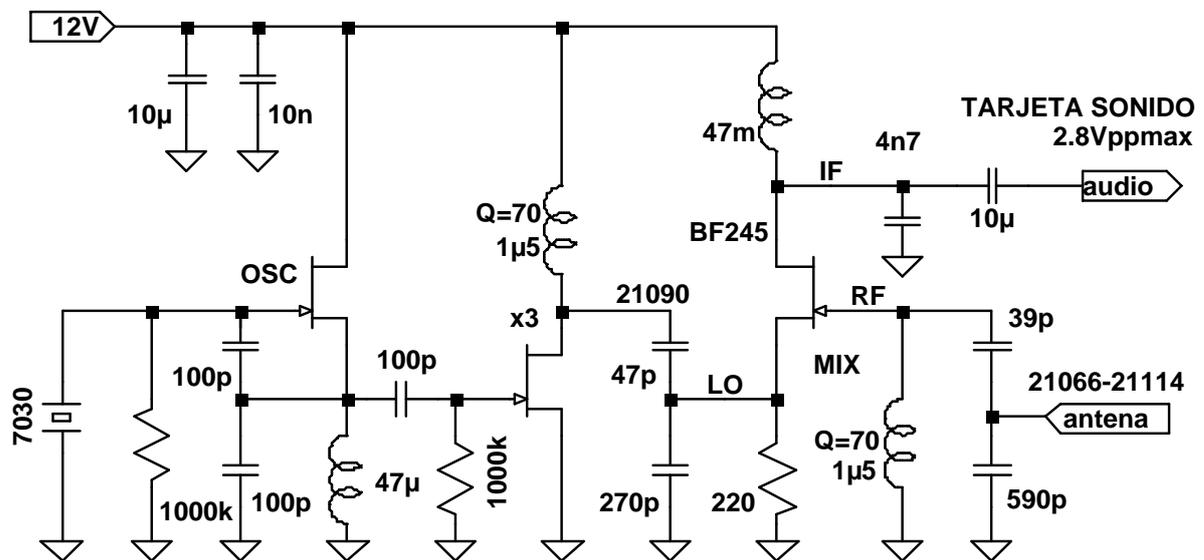


figura 3, Receptor conversión directa DBL con oscilador triplicador

oscilador Es del tipo Colpitts con salida por surtidor de unos 15Vpp perfectamente sinusoidales. Al ritmo de la frecuencia del oscilador, ocurren unos picos de corriente de drenador coincidiendo con el cambio de polaridad de la corriente del choque de 4.7uH. Es posible usar esta corriente pulsatoria para extraer un armónico.

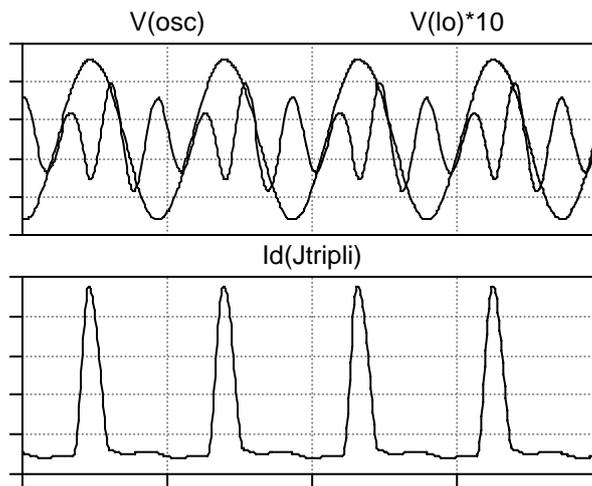


figura 4, salida del oscilador, pulsos de corriente y tensión en el triplicador

multiplicador Después de varias semanas de batallar con un multiplicador basado en un diodo, me he sorprendido de lo fácil que es conseguir armónicos de gran nivel usando un transistor que trabaje en corte-saturación. Una red LC de alto Q extrae el tercer armónico y con un transformador capacitivo se envía a una resistencia de 220 ohm que forma la entrada del mezclador a FET . La tensión medida es de 1.5Vpp (+1dBm).

mezclador Es el corazón del receptor. La señal del oscilador local VLO se inyecta en el surtidor. La señal procedente de la antena VRF, en la puerta. El transistor genera una corriente de drenador proporcional al cuadrado de la resta de ambas señales  $ID=k(VRF-VLO)^2$ , es decir, la señal suma, diferencia y dobles. En teoría, no hay respuesta cúbica ( $x^3$ ), por tanto los productos de intermodulación IM3 han de ser bajos. Este es un tema a revisar en el futuro. Con un circuito sintonizado de bajo Q sintonizado a la frecuencia diferencia ( $20kHz = 21090-21070$ ) extraemos la señal de audio y la enviamos a un altavoz, o en nuestro caso, al conversor analógico-digital de la tarjeta de audio del ordenador.

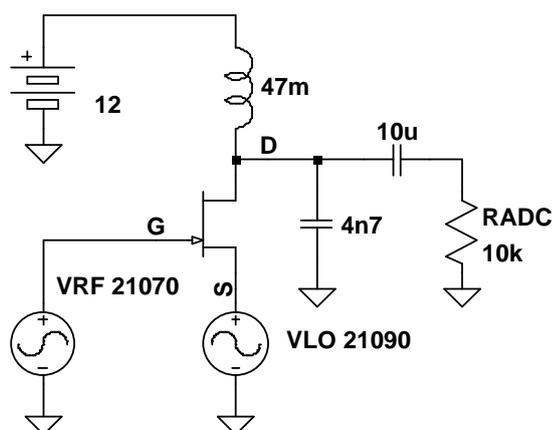
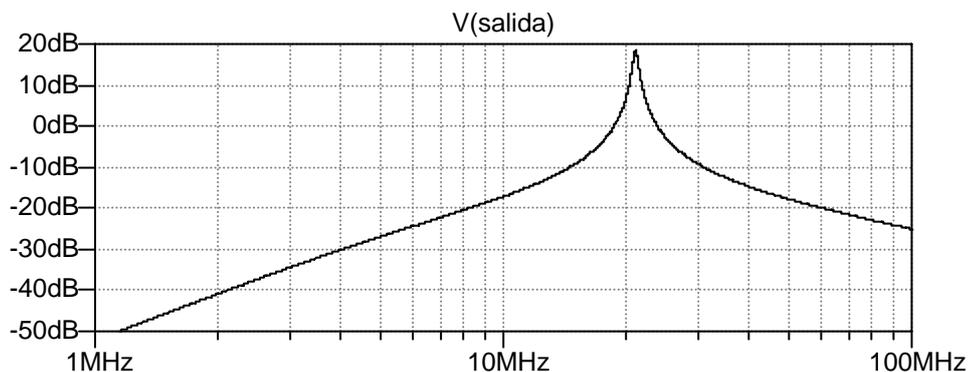


figura 5, diagrama simplificado del mezclador

filtro preselector Se ha prestado especial atención en el aprovechamiento del Q de la bobina utilizada. A 21MHz la bobina de 1.5uH tiene  $Qu=70$ , es decir, una resistencia equivalente paralelo

de  $r_p = Q_u \cdot X_L = 14 \text{ kohm}$ . Con un transformador capacitivo se adaptan los 50ohm de la antena a los 14kohm (relación 1:15). El Q cargado pasa a ser la mitad  $Q=35$ . Se estima un rechazo a señales de onda media de unos 70dB. Por la noche no he observado la aparición de señales de radiodifusión de onda corta (autorectificación), así que considero bueno el balance entre prestaciones y sencillez. El lado de alta impedancia de la bobina (14k), se conecta a la entrada de alta impedancia del mezclador (500k). Miro para otra parte para no ver estas pérdidas. (Idea: usar toróide de  $Q=200$ . Si mejorásemos 12dB, no necesitaremos previo).



*figura 6, respuesta del filtro preselector con un elemento resonante para 21MHz*

aspectos constructivos Las inductancias de 4.7uH y 47mH son de bajo Q. Cualquier inductancia de este valor sirve (por ejemplo, las de Aristón/Onda Radio). Yo he usado un núcleo ajustable de 1.5u y  $Q=70$  por tener montón y para agilizar los ensayos. Las inductancias de 1.5u pueden construirse arrollando 22 espiras en un núcleo T37-6 de Amidon ( $Q_u > 200$ ) (disponible en el EAQRPClub) y usando un pequeño condensador variable para ajustar la frecuencia de sintonía.

ensayos Utilizo la entrada de micrófono del ordenador, que tiene un amplificador de audio de unos +30dB (nivel máximo de entrada: 100mVpp = 0dBFS). La primera prueba realizada es: conectar la antena, tomar nota del nivel de ruido, desconectar la antena, volver a tomar nota del nivel de ruido. Si no se observa diferencia, el ruido observado es el generado por el propio receptor y no ruido de origen atmosférico. Como era de esperar en un receptor con tan poca ganancia, el ruido no es atmosférico. Segundo ensayo: consigo 100mVpp@10kohm/ -39dbm de audio aplicando 110mVpp/ -15.25dBm de señal de antena. El circuito propuesto tiene una ganancia de unos -23dB hi hi. Afortunadamente, la tarjeta de sonido tiene un gran rango dinámico y nos permite detectar señales situadas 100dB mas abajo: 1.5uV/-115dBm/S2. Bueno, esto ya es otra cosa. No podemos detectar señales más pequeñas que "S2". Será necesario un pequeño amplificador de 12dB para detectar señales "S0".

funcionamiento A las pocas horas de haber montado el receptor, ya había escuchado a estaciones de casi toda centro-Europa. Desafortunadamente, estamos en un mínimo solar y la propagación se muestra caprichosa. El QSB es fácilmente observable en las trazas de las señales de PSK31 y los QSOs se entrecortan con frecuencia. Se observa como los pocos operadores que utilizan PSK63 aprovechan mejor los picos de señal. Me causa sorpresa también la gran cantidad de estaciones alemanas con el prefijo "DD" que oigo. También escucho con satisfacción varias

estaciones especiales: PC650DAM desde Holanda, la I2SFI "Spirit Flame of Italy" y la estación francesa conmemorativa de los 100 años del helicóptero TM7EO. Tendré que mirar en la {wiki|enciclo}pédia.

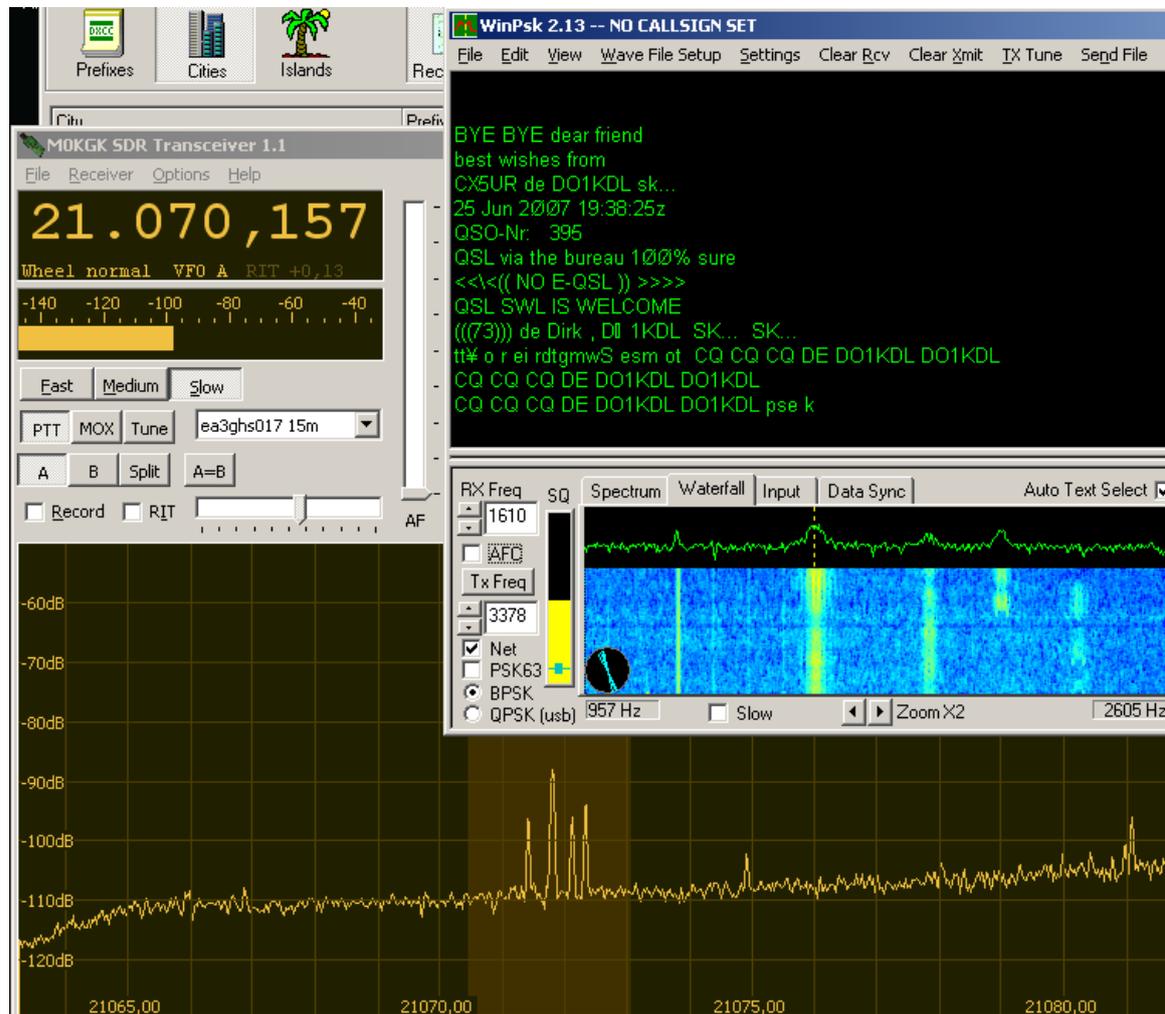


figura 7, Uso combinado de la FI digital con un programa decodificador de PSK

## QUAD28

Durante el desarrollo del receptor TRIPPI15 han aparecido variantes interesantes. Se ha preferido trabajar en la línea del circuito descrito y dejar estas consideraciones para un circuito posterior. El resultado de estas consideraciones aparece en la figura 6. La banda escogida ha sido esta vez los 28MHz. Aparentemente una banda cerrada, pero siempre con fuertes señales de estaciones centroeuropeas.

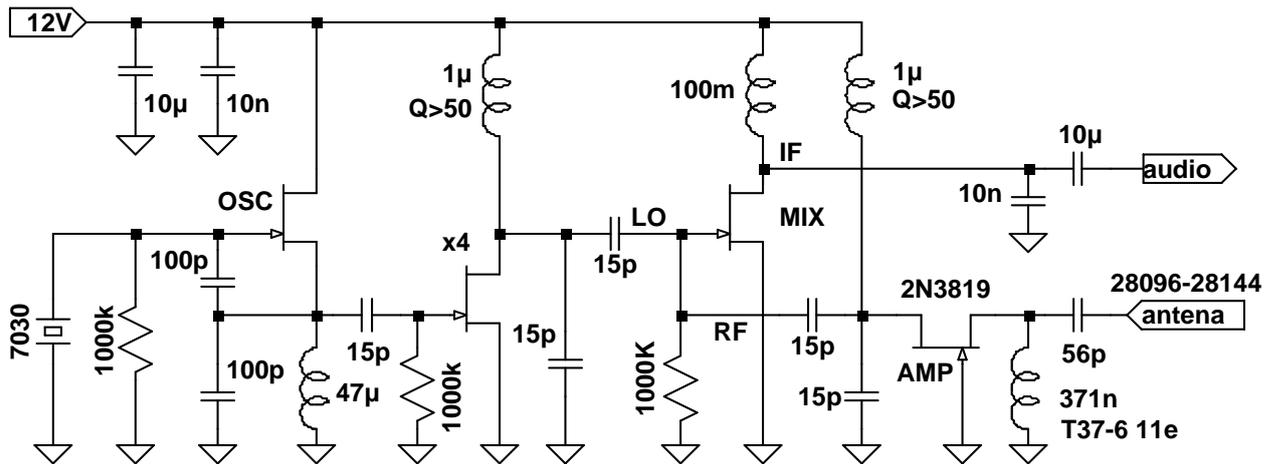


figura 8, Receptor conversión directa DBL con oscilador cuatrimultiplicador

polarización de los transistores Al igual que el circuito TRIPPI15, los transistores están polarizados de la manera más simple posible. El drenador a positivo con una inductancia que aísla la radiofrecuencia de irse a masa, y el surtidor a masa. La puerta se conecta a masa a través de una resistencia de 1Mohm. La corriente que pasa por el transistor es la máxima, IDSS.

multiplicador Esta vez se obtiene el cuatro armónico de la corriente pulsatoria del drenador del transistor multiplicador. Es posible optimizar la potencia (eficiencia) de este cuatro armónico controlando la fracción de periodo que conduce este transistor.

mezclador Aquí la señal del oscilador local ataca a la puerta y no al surtidor, como en el TRIPPI15. Resulta que la ganancia del mezclador es proporcional a la amplitud de voltaje de la señal del oscilador. A un surtidor con 220 ohm a masa desde una señal de alta impedancia, hay que atacarlo con un transformador de impedancias que desafortunadamente reduce el nivel de tensión y consecuentemente, ganancia de conversión. En QUAD28 la puerta es de alta impedancia, no hay que transformar, y no se pierde señal. El problema que aparece entonces es que la señal tiene un camino fácil hacia la antena y radía.

amplificador El amplificador de antena cumple dos objetivos, por un lado añadir la ganancia que faltaba al circuito anterior. Por otra parte, aísla el nodo de la puerta del mezclador de la antena, evitando que el receptor radie. La impedancia de entrada del amplificador es de unos 200ohm.

filtro preselector A la entrada se ha colocado un filtro pasoaltos que adapta los 50 ohm de antena a 200ohm que presenta el transistor de puerta común. Esto evita pérdidas por desadaptación y permite algo de rechazo de señales de fuera de banda: el condensador serie solo permite el paso de señales de alta frecuencia, y la inductancia lleva a masa las pocas señales de baja frecuencia que logren pasar.

aspectos constructivos Las bobinas de alto Q son inductancias de núcleo ajustable de 1uH. Han resultado ligeramente autoresonantes y he necesitado 15pF en lugar de necesitar 33pF para resonarlas. Pueden sustituirse por 18 espiras en un núcleo T37-6 y un pequeño condensador ajustable. El montaje se ha realizado en una placa de cobre y soldando los componentes directamente entre si. La placa, además de actuar como soporte mecánico, actúa como un plano de tierra que permite un conexionado de masa de baja inductancia parásita.

ensayos El ruido del receptor desciende al desconectar la antena. No se observan señales de radiodifusión por la noche, el filtro preselector parece suficiente.

funcionamiento La puesta en servicio de este receptor se hizo coincidir con el concurso de modos digitales DL-DX de primeros del mes de Julio. Varias estaciones alemanas, holandesas, inglesas, rusas y croatas pudieron ser sintonizadas, tanto en RTTY como en PSK31. Durante la tarde de domingo, la propagación esta de nuevo cerrada, y aprovecho para escribir estas líneas. Mi próximo receptor para 10 metros prometo montarlo en el 2012, hi hi.

## Lineas de trabajo futuras

El diseño de un receptor parece no tener fin, parece que siempre hay margen de mejora. Sugerencias: 1) Un pequeño regulador de tensión (LM317) para eliminar ruido de red (50Hz y armónicos) puede ser necesario si se trabaja en frecuencias próximas al oscilador local. 2) Evaluar el funcionamiento del receptor trabajando a 5V de un pack de 4 pilas recargables de 1.3V o procedentes de la línea de alimentación de un bus USB de ordenador. 3) Reducir las corrientes de drenador para conseguir más horas de autonomía. 4) Cuantificar la respuesta del receptor a señales fuera de banda potentes: por ejemplo, estaciones en 40 o 20 metros. 5) Usar un cristal de 10MHz y un multiplicador por cinco o por siete. Tengo cierta intriga, nunca he escuchado en las bandas de 6 y 4 metros.