SINTONIZANDO EL RUIDO

Juan Morros Moset
EA3FXF

CARACTERÍSTICAS DEL RECERTOR DE O.L.

Igual que cualquier otra banda de aficionados, la recepción de la onda larga requiere receptores y antenas con características especiales. Los modernos receptores o transceptores actuales con oscilador local DDS satisfacen sobradamente los requisitos de **estabilidad** necesarios para trabajar las modalidades de telegrafía lenta o QRSS. Los contactos audibles en CW se pueden realizar con cualquier equipo de comunicaciones que extienda su cobertura de frecuencia hasta la banda de O.L. (135,7 a 137,8 kHz), o bien montar un conversor que permita recibir en O.C.. Algunos veteranos receptores de O.L., recuperados de desguaces, presentan unas secciones frontales magnificas pero son muy inestables. Podría ser interesante dotarlos de un oscilador local DDS.
La **selectividad** tiene una importancia relativa. En QRSS y otras modalidades digitales la selectividad viene dada, por el *software* utilizado, en el margen de las frecuencias de audio (ultima F.I.) que llegan al PC. Podríamos entender que el receptor funciona como un conversor lineal transportando una fracción del espectro de alta frecuencia al espectro de audio (135,7... 137,8 kHz = 0... 2,1 kHz) por lo que resulta adecuado recibir con un filtro de banda lateral, de forma que toda la banda de aficionados pueda ser procesada sin mover el dial (Figura

1). La autentica sintonía fina y detección de la señal de interés tendrá lugar en el ordenador.

DATE	HOUR	FREQ	MODE	STATION	LOCATOR	KM	S/N
20041212	2004	138830		DCF		1458	45
20041212	2004	135800		SXV		2028	30

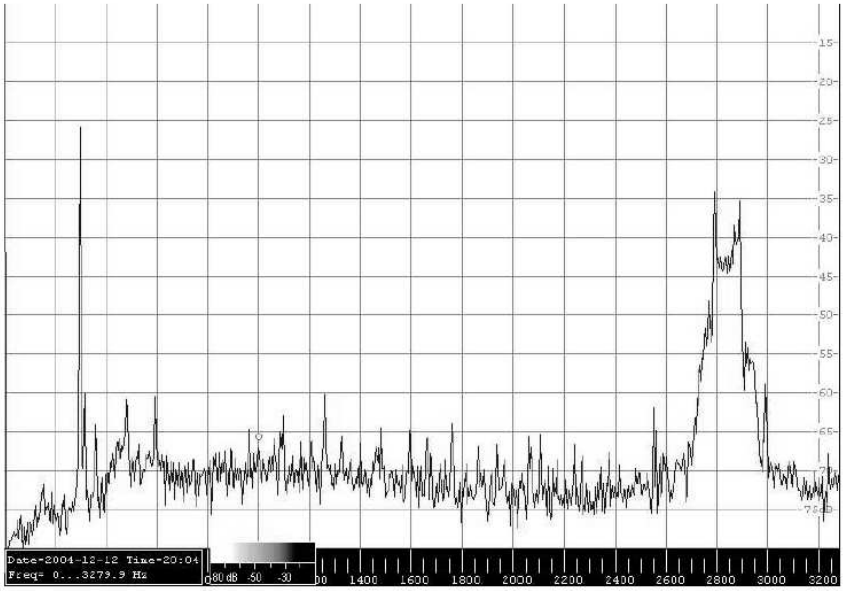

Figura 1: Magnifica captura de Eduardo, EA3GHS (5, 6) en la que puede verse, a la izquierda, la señal e la DCF39. A la derecha, la señal RTTY de la SXV (Marina Griega, Maratón). En medio esta la banda de aficionados. La nueva "top band" se extiende a lo largo de 2.1 kHz.

En CW audible hay que tener presente de que el ancho de banda en 2200 metros es menos de 1/10 de la de 160 metros, utilizándose los mismos recursos y técnicas que en el caso de la O.C...filtros estrechos, etc.
Es importante la **atenuación fuera de banda**, es decir, atenuar tanto como sea posible las potentes señales comerciales de O.L y O.M que son las responsables de ínter modulaciones que aumentaran el ruido del receptor.
La **sensibilidad** es un parámetro relativamente poco importante. Salvo excepciones, como es el caso de la FT-817 (1), la mayoría de los equipos mas modernos presentan suficiente sensibilidad siendo muy útil un atenuador calibrado en su entrada. En modos digitales, la tarjeta de sonido presenta una sensibilidad de pocos uV (y un margen dinámico muy grande (2)) por lo que no es necesario que el receptor sea extremadamente sensible pero si muy lineal, es decir, que aporte poca distorsión entre la señal presente en la antena y su salida en banda base.
Para el correcto funcionamiento de la sección frontal del receptor debe procurarse una optima adaptación de impedancias con la antena, so pena de que el equipo trabaje fuera del rango lineal para el que fue diseñado, generándose fácilmente diversos grados de **distorsión por ínter modulación** (DIM) que aumentaran el ruido del receptor. Los fantásticos parámetros de los fabricantes solo se cumplen para la impedancia de diseño.

ANTENAS RECEPTORAS: LA MAS GRANDE NO SIEMPRE ES LA MEJOR (o la invariabilidad de la S/R)

El *principio de reciprocidad* de las antenas, según el cual una antena eficiente en emisión lo es igualmente en recepción, no se cumple en O.L (ni en las bandas mas bajas de la O.C.). donde la antena emisora debe tener la máxima altura efectiva (Hef) para conseguir el máximo campo de radiado posible pero la antena receptora debe pensarse para conseguir la mejor relación señal /ruido (S/R), como bien saben los DX'istas en 80 y 160 metros.
Cuando el ruido de la banda (atmosférico) es el factor limitante en la recepción poco importa que aumentemos la sensibilidad de la antena aumentando sus dimensiones físicas ya que la máxima S/R será la de la banda. Da igual que aumentemos la altura (o el área) de captación ya que a cualquier aumento del nivel de señal corresponderá un aumento del nivel de ruido, en idéntica medida (figura 2). Cualquier antena, resonante o no, presenta el paradójico fenómeno de no aumentar su eficiencia aumentando su Hef, incluso puede observarse como disminuye la S/R debido a que el exceso de radiación entregado al receptor genera productos de DIM que degradan la relación original.

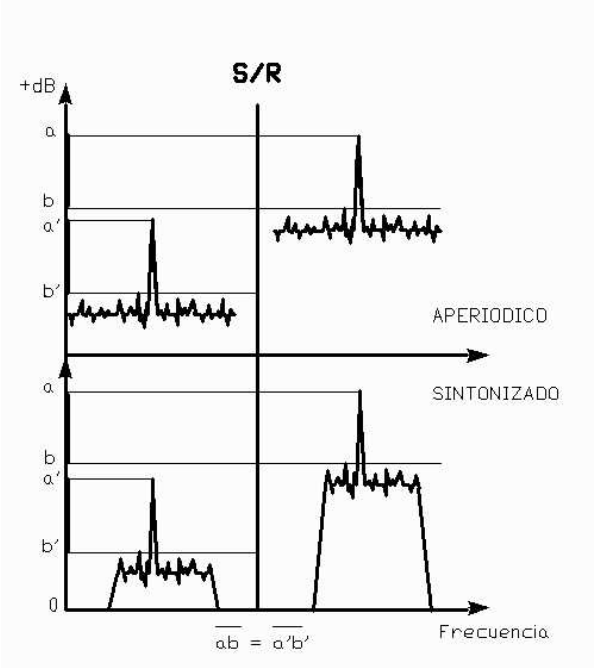

Figura 2: Amplificando o alargando la antena obtendremos un aumento de la señal idéntico al aumento del ruido. La S/R resulta invariable a menos que se utilicen diseños que anulen parte del ruido.

Un hilo aperiódico, bien adaptado en impedancia, es un colector de ondas que captará determinada cantidad de energía electromagnética, en función de su geometría, y la trasladará al receptor. La energía recogida por el colector de ondas corresponderá a dos elementos distintos: por una parte la(s) señal(es) y por otra parte el ruido.*
Podemos establecer una selección del espectro sintonizando y filtrando la energía electromagnética recibida. Para una sintonía ideal, con un Q infinitamente grande, podríamos esperar una banda de paso (BP) infinitamente

pequeña. En realidad las perdidas hacen que una antena resonante tenga siempre determinada BP, por lo que siempre habrá ruido acompañando a la señal y la relación permanecerá invariable.
Amplificar la señal es equivalente a aumentar la Hef, es decir, no se modifica la S/R pero la antena se vuelve más sensible a los campos eléctricos (E) del ruido cercano (también al componente magnético del ruido pero, como se atenúa antes, molesta menos).

***La diferenciación que hacemos de estos dos elementos es puramente racional. Llamamos señal a un grupo de ondas electromagnéticas que llevan información de algún tipo (No necesariamente modulación, solo información. A veces recibir la portadora de una baliza conocida es suficiente información aunque no exista ningún tipo de modulación o sea inaccesible a nuestros equipos.), el ruido no son mas que el resto de ondas electromagnéticas que existen en el universo en un momento dado. ¿Su función?...enmascarar la fuente de radiación que denominamos señal. Desde el punto de vista de la antena todo son ondas, unas deseadas y otras no.**

MONOPOLO ACTIVO

Un hilo corto resonante es la antena mas sencilla que podemos concebir para la recepción de la O.L.. Debe situarse lo mas despejada y elevada posible (como todas las antenas, vaya). En el peor de los casos, un sencillo hilo esmaltado de 0.25 mm de diámetro y de 4 o 5 metros de longitud, dejado colgar por la ventana, alejado 1 metro de la pared con un elemento aislante (mango de escoba) y un pequeño contrapeso (tuerca) en el extremo libre puede dar resultados sorprendentes. Si podemos amarrar, con unos metros de hilo de nylon, el extremo libre a un elemento (árbol...) lejos de la casa mejoraremos apreciablemente los resultados. Hay que tener mucho cuidado con el tendido eléctrico. Evitar exponerse a un accidente. **¡Prudencia!.**

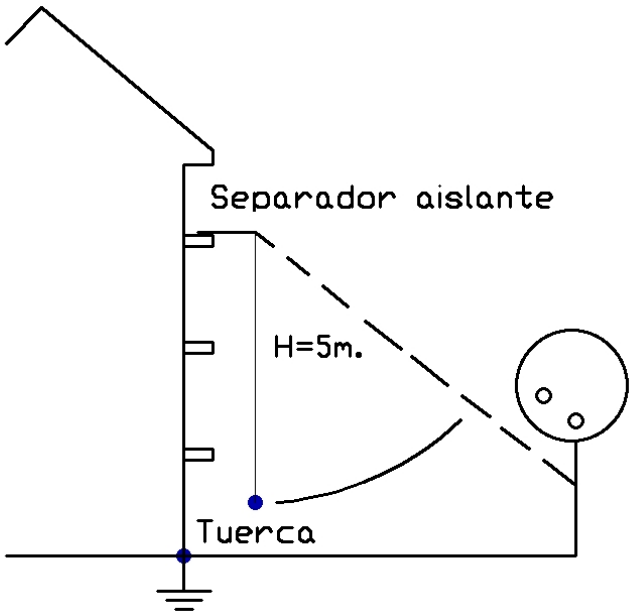

Figura 3: Cuanto mas despejada este la antena, mejor.

La capacidad distribuida del hilo de antena se conecta al circuito de sintonía paralelo formado por L1, C1 y C2 (figura 4). La entrada inversora de un operacional conectado como seguidor presenta muy alta impedancia por lo que tendremos muy poca amortiguación del circuito resonante (Q alto), lo que redunda en una buena atenuación fuera de la banda de aficionados. Un circuito paso banda doblemente sintonizado formado por L2, L3 y los condensadores asociados presenta una BP de +/- 3 kHz a –3dB. Un segundo operacional aporta, con los valores referidos, una ganancia de 12 dB que compensa las perdidas introducidas por el filtro. Puede omitirse R1 y puentear R2 para ganancia unidad.
El transformador de salida, sobre un toroide NTF-16 de Aristón, permite un efectivo bloqueo de las corrientes de 50 Hz, debiéndose montar flotante el conector de salida. El coaxial tiene una longitud arbitraria hasta el receptor.
Hay que experimentar con las masas y ver que combinación es menos ruidosa, en mi caso los mejores resultados los he obtenido conectando la masa del previo a la general del edificio y dejando el receptor y el ordenador flotando.
Trabajando con potenciales de +/-9 V los operacionales ven mejorado su margen dinámico y la alimentación a pilas es la mejor forma de ahorrarse multitud de ruidos que llegan por la fuente de alimentación (es necesario un cuidadoso diseño de la misma). Un interruptor doble alimenta el circuito con una corriente menor de 10 mA.

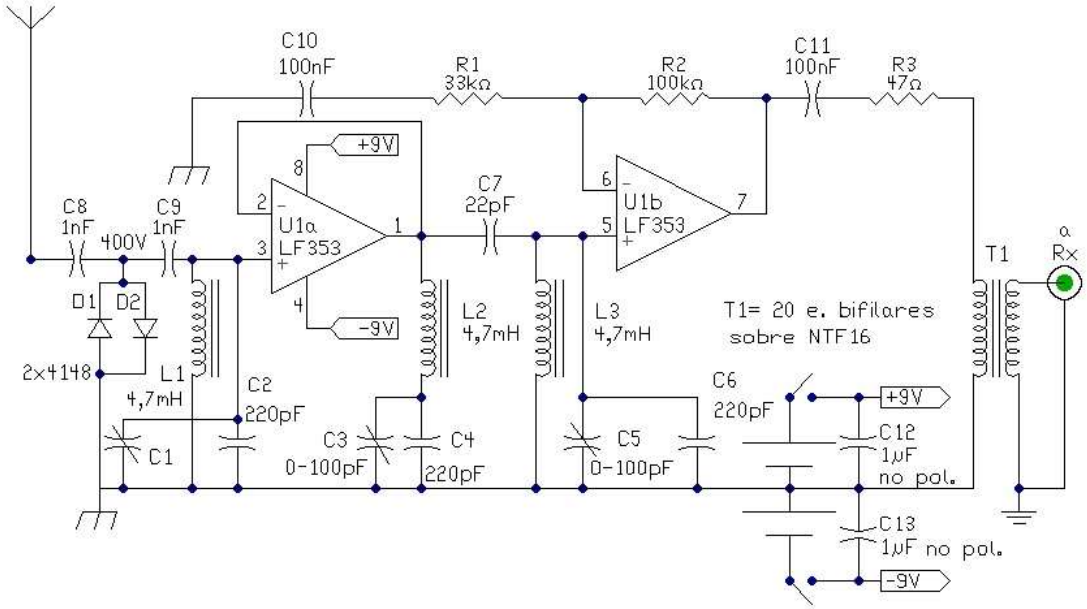

Figura 4: Las masas del circuito y del receptor son distintas.

Las bobinas L1,L2 y L3 son choques dobles Aristón (ref.: CF16 4M7H) utilizándose un solo devanado.
Los condensadores C2, C4 y C6 deben ser estiroflex o polipropileno de pequeño voltaje, C3 y C5 son ajustables de bajo costo de 10 - 100 pF, C1 también puede ser un trimer porque la banda de aficionados es lo bastante estrecha para poderla operar sin cambios en la sintonía, sin embargo, un

condensador variable con dieléctrico de aire de un viejo receptor facilita el ajuste y mejora el Q.
Pueden utilizarse dos operacionales corrientes TL81 o un TL82. Los mejores resultados los he obtenido con el LF353 y con el 5534.

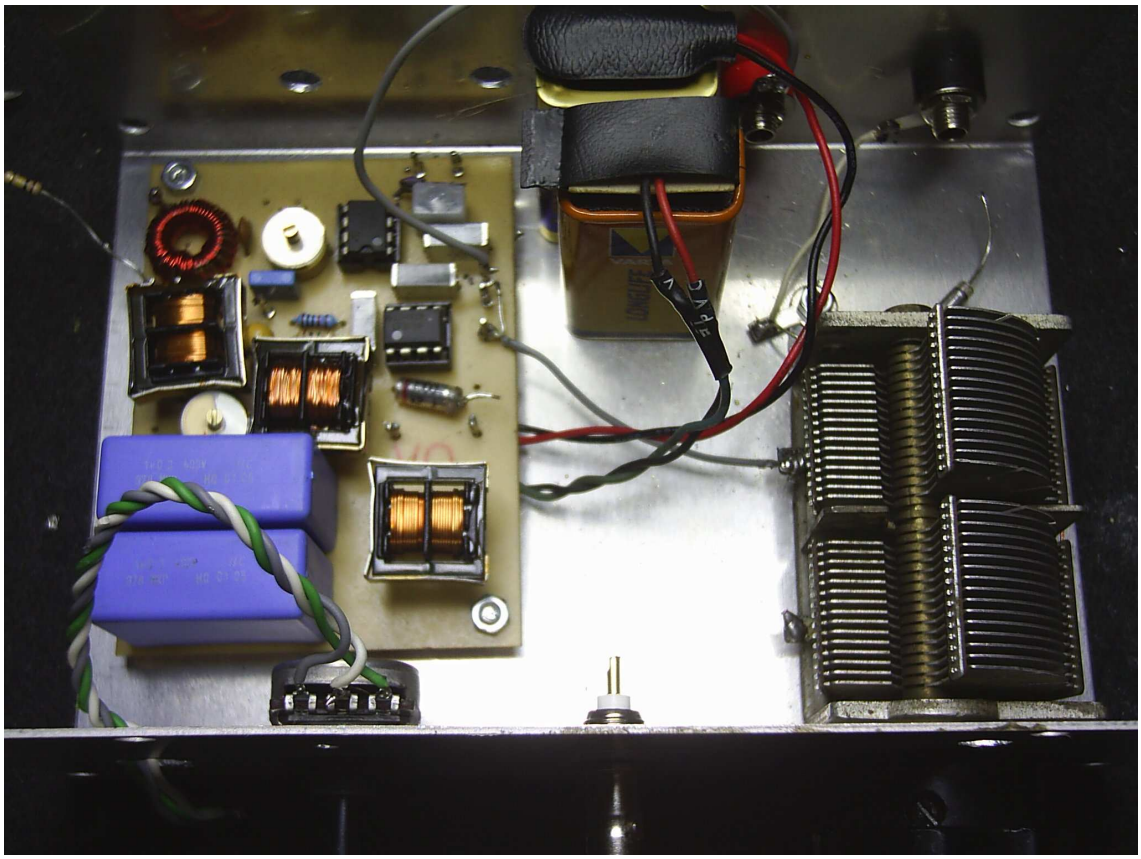

Figura 5: A pesar de la baja frecuencia involucrada deben tomarse las mismas precauciones de blindaje, conexiones,...masas, etc. que en un montaje de O.C.. Ser cautos en este sentido.

AJUSTE

Si no se dispone de una señal estable es muy difícil ajustar la sintonía. En la figura 6 puede verse un sencillo generador calibrado para O.L., donde un cristal corriente de TV: 4.433,619 kHz , dividido por 32, nos dará una frecuencia de 138.550 kHz +/-25Hz, muy próxima a la banda de aficionados.

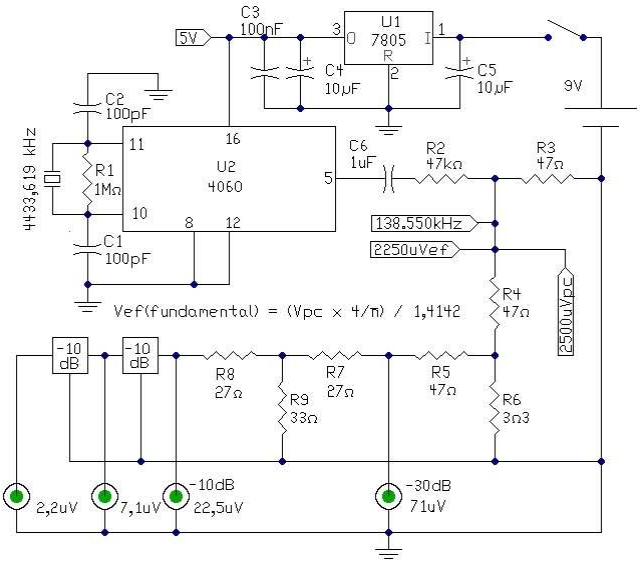

Figura 6: Generador de O.L. de amplitud calibrada según el valor eficaz de la componente fundamental de una onda cuadrada: Veff = (Vpc * 4/π) / 1,4142) La precisión depende de las tolerancias del regulador de tensión y de las resistencias empleadas.

Aplicaremos señal mientras ajustamos los trimers a máxima deflexión del medidor S del equipo. Hay que ir atenuando la señal hasta conseguir una sintonía suave con un nivel no superior a ½ escala del medidor, para evitar que el CAG trabaje muy forzado. Después de esta primera aproximación, al reconectar la antena tendremos todo bastante bien sintonizado, un retoque a C1 (L1 no habrá quedado a resonancia) y es muy fácil, sobretodo de noche y primeras horas de la mañana de otoño a primavera, que podamos oír la característica modulación de la DCF39 transmitiendo desde Magdeburg (JO52WG) en 138.830 kHz.

Independientemente de esta señal audible (debemos separarnos unos kHz hacia 136-137 kHz y utilizar filtros para atenuarla en lo posible), repetir el ajuste de C1 hasta conseguir el máximo ruido.

Para saber si el sistema de antena + previo recibe la banda hay que comparar la lectura de ruido, que no debe ser superior a 0-1 unidades S sin antena y con la entrada cortocircuitada por medio de una resistencia de 47Ω, con el ruido medido al conectar la antena que no debe ser inferior a 4-5 unidades S.

En caso de tener un gran nivel de ruido con la carga hay que pensar en algún tipo de auto oscilación. Revisar todas las conexiones...masas y, en ultima instancia, cambiar de operacional.

Si el nivel de ruido es muy bajo, con la antena conectada, es que el sistema resulta poco eficiente o hay muy poco ruido local, en ambos casos habrá que pensar en cambiar la arquitectura de la antena, pero cuidado: en ambientes urbanos o muy ruidosos aumentar la longitud de la antena puede ser nefasto ya que captaremos mas ruido eléctrico.

Las antenas de hilo corto son muy sensibles a los campos E que se acoplan capacitivamente y se atenúan lentamente con la distancia por lo que pueden proceder de fuentes de ruido situadas en un radio considerable . El éxito o el fracaso dependen del ruido local y esta sujeto a imponderables...una ubicación ideal en plena naturaleza puede verse estropeada por una sola bombilla de bajo consumo próxima. La experiencia enseña (duramente) que en el 50% de los casos el problema radica en falta de blindajes, masas deficientes y

conectores sucios. Una cuidadosa eliminación selectiva de determinados electrodomésticos soluciona también muchos ruidos. En algunos casos es necesario acortar el tamaño de la antena. En otros, cuando el entorno es presumiblemente poco ruidoso, puede doblarse o triplicarse la longitud del hilo. Lo mismo puede decirse de la amplificación.

CONOCER EL RUIDO

Las medidas de ruido es bueno hacerlas a diversas horas, si el nivel de ruido observado disminuye durante el día y aumenta de noche por lo menos dos unidades S, es muy posible que estemos observando variaciones del autentico ruido de la banda. Si, por el contrario, el ruido permanece constantemente elevado y sin variaciones significa que el ciclo natural de la banda resulta enmascarado por alguna fuente de ruido cercana. En el grafico de medidas calibradas, realizadas en Madrid por D. Jesús Bartolomé, se ilustra este particular ritmo nictemeral de la O.L.. Puede verse (abajo) la variación del ruido, para 7 días de intervalo. (figura 7)

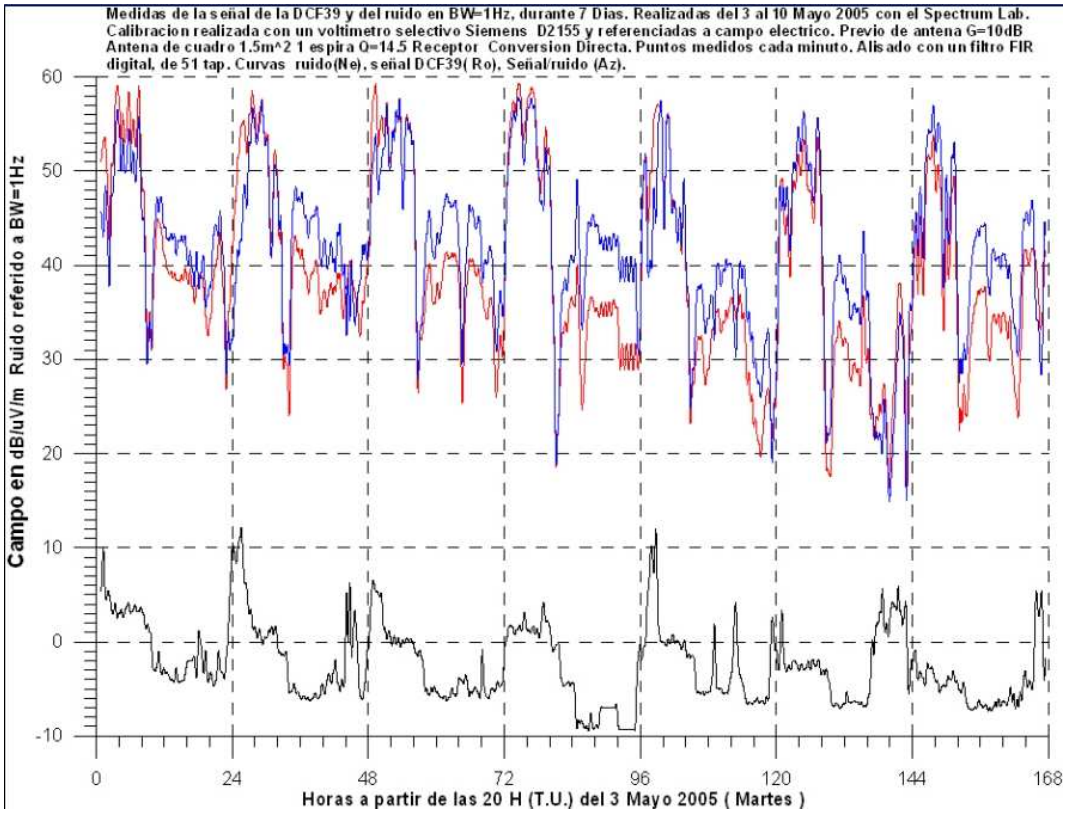

Figura 7: Grafico de D. Jesús Bartolomé en el que se reflejan las medidas de señal de la DCF39 y del ruido (BP = 1Hz) con el programa "Spectrum Lab.". Calibración realizada con un voltímetro selectivo Siemens D2 155, referenciado a campo eléctrico. Antena de cuadro de 1,5 m^2, 1 espira. Q = 14,5. Previo de antena G = 10 dB. Receptor conversión directa. Medidas tomadas, cada minuto, del 3 al 10 de Mayo de 2005 en un barrio tranquilo de Madrid.

También observamos (arriba) la evolución de la señal de la DCF39 que, con sus 40 kWerp a 1500 Km, se sitúa entre 30 y 60 dB/uV/m. Esperamos encontrar las débiles señales de aficionado de 40 a 50 dB por debajo de la señal de la DCF39 (lo que sitúa las señales deseadas algunos dB por debajo del ruido o muy poco por encima

Tabla 1:

RUIDO ATMOSFÉRICO @ 136 kHz. BW = 500 Hz (G3LNP)

Promedio día invernal (hemisferio N)	2uV/metro
Promedio noche estival (")	25uV/metro
Noche estival tropical	350uV/metro

La fuente principal de ruido atmosférico "lejano" (tabla 1) son las tormentas eléctricas, siendo tanto mayor como mas cerca estemos del ecuador en temporada estival. Para nuestra antena las ondas de ruido lejano se comportan como una onda transversal indistinguible de una onda de señal. Es este ruido lejano el que determina la mejor S/R que podemos esperar.
En O.L., el máximo nivel de señal viene dado por la potencia radiada del emisor, más o menos reforzada o desvanecida por la propagación y atenuada por la distancia según algoritmos bien conocidos de razonable precisión (5). El mínimo nivel de señal discernible lo determina el nivel de ruido de la banda que puede ser sobrepasado, o no, por el ruido de nuestro entorno cercano que dificulta la copia de las señales más débiles.
A fecha de hoy no hay información objetiva en EA de interferencias en O.L. por PLC.

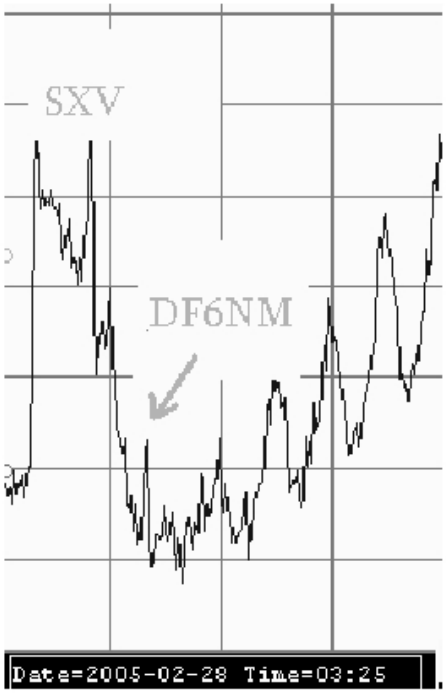

Figura 8: Otra magnifica captura de EA3GHS en la que puede verse la espícula de una señal de aficionado rodeada de ruido indeseado, circunstancia que pone a prueba la inmunidad a la DIM del mezclador (y del previo, si lo hay).

CONCLUSION

Con la antena descrita se reciben fácilmente la mayor parte de las señales de los radioaficionados europeos en QRSS. Es asombroso lo que puede recibirse en portátil desde el campo con un buen monopolo de 15 metros o una sencilla antena de cuadro (6). En algunos países Europeos hay actividad dominical local en CW clásica, por desgracia sus señales no son audibles desde JN01HO.
Aunque hay otros, el programa más especializado en QRSS y por ello el más difundido, es el ARGO. Es gratuito y lo podemos encontrar en (7).
Otro programa muy útil es el SPECTRAN. Es de los mismos autores que el anterior y su descarga también es gratuita (8).

Si alguien se siente atraído por esta banda de aficionados, un grupo de entusiastas a las señales débiles estamos en http://groups.yahoo.com/group/ondalarga/
Enviar un e-mail a ondalarga-subscribe@yahoogroups.com
Si alguien necesita una transmisión de prueba que no dude en ponerse en contacto conmigo ea3fxf@lleida.org.
No dejéis de visitar la pagina web de Eduardo Alonso (EA3GHS) http://usuarios.lycos.es/ea3ghs/vlf/ llena de recursos de OL en español y la interesantísima pagina de Miguel A. (EA4EOZ) http://www.qsl.net/ea4eoz/

Quedo QRV

Juan Morros
EA3FXF

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

1) **EA4EOZ, "Amplificador de antena para 137 kHz". Radioaficionados, Junio 2004.Pag.: 18-20**

2) **G3LDO "The low frequency experimenter's handbook". R.S.G.B 2000. Pag.: 70**

3) **http://www.qsl.net/on7yd/136ant.htm**

4) **http://www.alan.melia.btinternet.co.uk/latest.htm#Latest%20Propagation%20Report**

5) **E. Alonso "Receptor de Onda Larga" U.A.B. Julio 2005**

6) **http://usuarios.lycos.es/ea3ghs/vlf**

7) **http://www.qsl.net/padan/argo/**

8) **http://www.weaksignals.com/**