

# Radiobúsqueda y telemetría, nuevos horizontes

XAVIER PARADELL \*, EA3ALV

*La radio localización, entre los aficionados, ha tenido prácticamente como única manifestación la típica «cacería del zorro». Pero la técnica permite obtener mucho más. Aquí se desvelan algunos insospechados matices de la misma.*

En el número 210 de Junio pasado de CQ *Radio Amateur* y en su sección de "Noticias.. apareció una referencia a una curiosa actividad de los radioaficionados norteamericanos y canadienses relativa al seguimiento de las migraciones de los búhos y yo mismo, hace poco, manifestaba en estas páginas mi interés por la radiolocalización como actividad de radioaficionados, a la que atribuyo cualidades de seducción e interés suficientes para cautivar la atención de las jóvenes generaciones de radioaficionados. Con este artículo, y gracias a la gentil colaboración de Ignacio Amava, EA3SX, director Técnico-Comercial de la empresa Ayama-Segutel, me complace en ofrecer a los lectores algunos aspectos inéditos de esta técnica.

Sabíamos que una "cacería de zorro clásica" precisa de dos dispositivos de radio: un transmisor autónomo y de tamaño reducido y un receptor dotado de una antena direccional que permita determinar la dirección por la que nos llega la señal. La antena práctica a usar dependerá principalmente de la frecuencia utilizada, y puede ser una antena con núcleo de ferrita, un aro, una Yagi, Adcock u otras configuraciones especiales. Aparentemente, pues, cosas sencillas y al alcance de muchos radioaficionados. Y digo aparentemente porque, dependiendo de la frecuencia elegida y las características del terreno, los resultados pueden ser decepcionantemente pobres de no aplicarse técnicas sofisticadas, como puede ser, por ejemplo, el uso del efecto Doppler con antenas conmutadas.

Las bandas más populares para esa actividad son la de 3,5 MHz (80 metros), 27 MHz (11 metros) o la de 144 MHz (2 metros), aunque pueden usarse otras cualesquiera, dentro de las asignadas a los radioaficionados. En cualquiera de ellas, el problema principal es diseñar una antena direccional eficaz y de tamaño manejable por el "cazador... En la banda de 80 metros lo común es utilizar una antena de ferrita, que proporciona una aguda discriminación direc-



Receptor de 432 MHz.

cional o "cero.., incluso unidireccional cuando se la combina con una antena vertical, pero a frecuencias más altas (ondas métricas) las antenas prácticas no pueden proporcionar una elevada precisión, con lo que la determinación del "zorro.. requiere cuidadosas y repetidas exploraciones. Usando bandas de UHF es ya posible emplear antenas con un diagrama de radiación de lóbulo agudo, pero ahí surge otro inconveniente: las reflexiones múltiples pueden enmascarar de tal manera la señal principal que resulte muy dificultoso diferenciar unas de otras.

## La radiotecnica ayuda a la ornitología

Hasta hace poco, los estudios de migración estacional ornitológica hacían uso de una técnica ruda aunque efectiva: se trataba de instalar trampas inocuas para los individuos de la especie a estudiar, recoger los individuos caídos en ellas e incorporarles marcas de identificación (anillos, manchas de color, etc.) y liberarlos. Luego, a lo largo de la ruta supuesta o en el punto de destino se examinaban, registraban y contabilizaban los individuos. Se tenía así una idea aproximada de la ruta y del tiempo de viaje, pero era difícil analizar el comportamiento de un individuo en particular.

\* Correo-E: [eaJalv@cetisa.com](mailto:eaJalv@cetisa.com)  
Agosto, 2001

La idea de incorporar un transmisor de radio a ejemplares concretos, en vez de anillarlos y poder seguir así su trayectoria, era muy tentadora, pero las dificultades técnicas eran considerables; el tamaño y peso del equipo debían ser muy reducidos para no alterar sustancialmente el comportamiento del animal (y pensemos cuál debe ser la carga máxima tolerada por un halcón o un ave más pequeña, como una codorniz o un cuco); por otro lado, el alcance de la señal debía ser suficiente para permitir su escucha con un receptor de tecnología usual y, por último, es obligado que la autonomía de la fuente de alimentación sea bastante prolongada para permitir un estudio de suficiente entidad o para proseguir durante varios días la búsqueda de un valioso ejemplar perdido.



Foto A. El transmisor adosado al collar para un perro de caza facilita la localización de un animal herido o encelado con la presa. El ejemplar mostrado pesa 30g, i tiene un alcance de hasta 50 km y una autonomía de 20 a 30 días según la actividad del sensor de movimiento.



Foto C. El receptor tipo 116, en sus diversas variantes, puede cubrir 400 canales de 10 kHz en cada uno de los márgenes de 4 MHz en seis bandas de V-UHF a elegir.

## Empecemos por el transmisor

Por supuesto que el transmisor destinado a ser «cazado» ha de incorporar su propia alimentación, tener autonomía suficiente, encerrarse en un tamaño reducido y usar una antena moderadamente eficiente y discreta. Bien, eso no es demasiado difícil de lograr en un equipo apto para un concurso entre radioaficionados, donde el tamaño y peso del equipo no son absolutamente decisivos pero, ¿qué me dicen si el «zorro» ha de ser instalado sobre un halcón peregrino o sobre un mastín para la caza del jabalí? (foto A). Y también, ¿cómo lograr en un receptor la precisión angular necesaria para localizar un blanco móvil a varios kilómetros de distancia? Todas esas preguntas quedarán contestadas si el lector tiene la paciencia de seguir leyendo.

## El problema del peso

El reto de lograr un transmisor eficiente con un peso limitado a unos pocos gramos era considerablemente difícil, pero, como reza un anuncio de una conocida marca de automóviles, todos los desafíos lo son. Utilizando componentes microminiatura, entre los que se incluyen osciladores de cuarzo a sobretono de buena estabilidad y pilas subminiatura, la empresa *Ayama-Segute/* ofrece 37 modelos de transmisores que cubren una amplia gama, desde los increíbles modelos subminiatura, con un peso de ¡un gramo! con una potencia de salida de -25 dBm y una autonomía entre 21 y 51 días (categoría 3), hasta un ejemplar de 180 g, que entrega +13 dBm durante un periodo máximo ¡de más de cuatro años! (categoría 9-10).



Foto B. Algunos de los transmisores usados en cetrería. El emisor de la izquierda pesa 159 Y tiene un alcance de más de 50 km, con una autonomía de 6 días, mientras que el ejemplar de la derecha pesa solamente 2,8 9 Y puede ser escuchado a 8 km durante 4 días.

01. CQ

La foto B muestra, a escala, algunos de los transmisores utilizados en cetrería; el ejemplar de la derecha pesa 2,8 g Y tiene un alcance máximo de 40 km con una autonomía de cuatro días.

## ¿Cómo prolongar la autonomía?

La respuesta elemental a esa pregunta es una perogrullada: ¡gastando poco! Y eso es posible utilizando técnica de impulsos. El transmisor es activado solamente durante breves impulsos, con lo que, aunque la potencia de cresta es la máxima posible, la potencia media consumida puede ser mantenida a un valor muy bajo. Obviamente, se debe adoptar una razonable relación entre la frecuencia de recurrencia de los impulsos y su duración (o anchura). Con baja frecuencia de recurrencia e impulsos estrechos se logra la mayor duración de la batería, a expensas de una mayor dificultad en la localización de la señal. La mayoría de modelos incorporan un interruptor magnético, con el que es posible activar y desactivar a voluntad el transmisor sin necesidad de manipularlo o retirar la pila, reduciendo así el consumo innecesario.

## ¿Qué DX son posibles con equipos así?

El alcance de estos emisores es muy variable y depende, como es de suponer, de su potencia, de las características del terreno y de la situación de la antena del receptor. La tabla I muestra los alcances a esperar con equipos de distintas categorías para lograr una señal de -145 dBm en el receptor. Véase que incluso con equipos de media potencia (clase 5, 20 dBm) es posible lograr alcances extraordinarios, de 1-2 km con la antena del receptor a la altura de la cabeza, y de casi 20 km cuando esa antena está situada a gran altura. ¡Un auténtico DX-QRPp!

La tecnología disponible permite fabricar transmisores programables por el propio usuario mediante su conexión a un PC, con lo cual pueden establecerse características diferenciadoras de la señal, como por ejemplo un código identificador individual, horario/fecha de emisión, ritmo y duración de los impulsos, etc.

## Y ahora, vamos a por el receptor

Con todo y haberse derrochado imaginación y habilidad constructiva en los transmisores, éstas palidecen ante la sofisticación aplicada a los receptores de seguimiento y localización. Empecemos diciendo que en los distintos modelos de receptor se hace uso de seis bandas de VHFUHF en los márgenes de 142-176, 216-220 Y 432-436 MHz. El diseño de los receptores presenta también retos importantes: deben ser transportables, ligeros, autónomos, sensibles,

Agosto, 2001

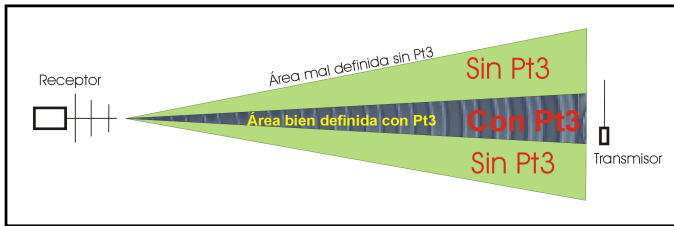


Figura 1. Utilizando el procesador de audio se reduce notablemente el ángulo de la incertidumbre de la demora radiogoniométrica, mejorando así notablemente la precisión de la medida.

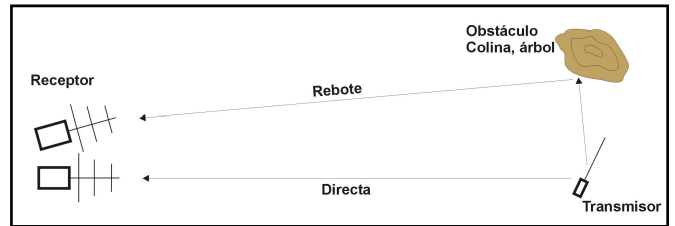


Figura 2. El uso del procesador de audio PT3 permite establecer asimismo con precisión pequeñas diferencias de nivel en la señal, lo cual facilita la discriminación de las señales de rebote.

deben incorporar una antena direccional eficiente y deben poder medir con precisión niveles de señal poco diferenciados en un amplio margen de entrada.

Hemos comentado antes el problema de lograr una antena con buenas características directivas y la elección lógica recae en configuraciones Yagi de 2 o 3 elementos. A primera vista, puede parecer que una antena de esa clase ofrece un lóbulo frontal demasiado ancho y poco adecuado, por ello, para determinar con precisión la dirección de la señal. Volveremos pronto sobre este punto.

Veamos las características declaradas de un receptor Segutel de 400 canales tipo 116:

- Cobertura: 4 MHz (400 canales de 10 kHz).
- Resolución del dial: 5 KHz, con ajuste fino: 2,5 kHz.
- Superheterodino a doble conversión: la F121,4 MHz y 2a F1455 kHz.
- Señal mínima discernible típica: -147 dBm (VHF) o -143 dBm (UHF).
- Rechazo de frecuencia imagen: típica -60 dB.
- Margen dinámico del control de ganancia, típico: 120 dB (con mando de 10 vueltas).
- Alimentación: baterías de Ni-Cd 10,8 V1750 mA.
- Consumo (típico): 20 mA.
- Margen de funcionamiento garantizado...9.:14. v.cc.
- Dimensiones: alto 60 mm, ancho 130 mm, profundidad 185 mm.
- Peso: 1kg.

### El procesador de audio CT3

La capacidad de determinación de la dirección por la que viene la señal está determinada por dos factores: el diagrama de radiación de la antena y la sensibilidad del medidor de intensidad de señal incorporado al receptor. Respecto al primero, resulta obvio que una antena Yagi de 3 elementos, como las que se utilizan en los equipos de VHF (140 a 216 MHz) no puede presentar un lóbulo frontal agudo y proporcionará solo una idea aproximada de la dirección de la señal.

Categoría alcance	Desde altura	3.4 m del suelo	1,5-2 m del suelo
1	200 - 100 m	50 . 200 m	20 - 100 m
2	1-5 km	200 -1000 m	100 - 500 m
3	5 - 10 km	1-2 km	500 . 1200 m
4	8.15 km	1,5 . 3 km	800 -1500 m
5	10 -20 km	2-4km	1-2 km
6	15-30km	3.6 km	1,5 - 3 km
7	20 -40 km	4-8 km	2-4 km
8	30 -60 km	6 - 12 km	3-6 km
9	40.70 km	12 - 28 km	6 . 12 km
10	50 - 80 km	28 . 50 km	15 - 28 km

Tabla I. Esta tabla clasifica el alcance en diez categorías. Las mediciones se han realizado con una señal de -145 aBm y una antena Yagi de 3 elementos en el receptor. Para cada categoría de transmisor se dan tres alcances, dependiendo de la situación de la antena del receptor.

El uso de un atenuador o control de sensibilidad manual de amplio margen facilita algo las cosas, al permitir situar la aguja del instrumento indicador en una zona en la que pequeñas variaciones de nivel supongan apreciables cambios en la lectura; en ese aspecto, el margen de 120 dB del control manual de sensibilidad los receptores Segutel, junto con su mando multivuelas, supone una buena ayuda.

Pero las cosas pueden mejorarse cuando se aplica la suficiente imaginación. Y esto es lo que se ha hecho: el procesador de tono PT3, creado exprofeso para estos receptores, «reconstruye» el tono de audio de la señal recibida, enmascarado entre el ruido y permite discriminar, con extraordinaria precisión, pequeñas variaciones de nivel de señal, actuando como un silenciador (*sqelch*) activo altamente efectivo y mejorando la recepción en condiciones difíciles. Haciendo uso del PT3, que incorporan los modelos de receptores más avanzados, se logra reducir el ángulo de incertidumbre (figura 1) a menos de la mitad de lo que sería posible con un receptor no dotado del procesador. Otra ventaja adicional del PT3 es que con él se distinguen fácilmente las señales principales directas de los rebotes, por lo general de menor amplitud (figura 2). Y una tercera aplicación, lograda con un poco de entrenamiento y experimentación es que actuando con el atenuador..Y desplazando adelante..y atrás solamente unos 20 cm el receptor sobre la línea de la dirección de la señal, es posible determinar con precisión si el blanco se aproxima o se aleja de nosotros.

### Una prueba práctica... y convincente

Para demostramos las posibilidades reales de un sistema de 432 MHz, Ignacio nos pidió que escondiéramos un transmisor subminiatura en una habitación. Situamos el emisor bajo una pila de papeles en un extremo de la mesa del cuarto de la radio e Ignacio, armado de un receptor 432PT (foto C) determinó en primer lugar la dirección real de la señal, despreciando un par de rebotes y luego, en menos de lo que se tarda en contarlo, situó el lugar exacto en el que se encontraba el emisor. El receptor 432PT hace uso de una antena Yagi modificada, tipo HB9CV (foto D) que, con sus dos elementos y a pesar de sus reducidas dimensiones, presenta una sorprendente direccionalidad.

### Conclusión

El desarrollo imparable de nuevos componentes y la progresiva miniaturización de los mismos permite a los diseñadores imaginativos superar barreras que, hasta hace poco, eran simplemente inimaginables. Para más información sobre estos equipos de radiolocalización y otras especialidades de la firma, consultar la página Web [www.ayama.com](http://www.ayama.com) o dirigirse directamente a Ayama-Segutel, Camí Ral, 133 bajos, 08301 Mataró (Barcelona). Tel. 937 905 862, Fax 937 964 932; correo-E: [ayama@ayama.com](mailto:ayama@ayama.com)