

NUEVOS MODOS DIGITALES PARA COMUNICACIONES EN HF EN BANDAS DE RADIOAFICIONADOS

Eduardo Jacob - EA2BAJ

1. Introducción

Las particularidades de las emisiones permitidas a las estaciones de radioaficionado, en lo referente a ancho de banda, a máximas potencias utilizables o a antenas han hecho que muchos radioaficionados diseñen e implementen nuevos modos de comunicación, que tratan de luchar contra algunas de estas limitaciones o los efectos de las mismas.

Este artículo, no pretende más que difundir la existencia de nuevas modalidades, animar a los radioaficionados a probarlas en el aire, y a los estudiosos sean o no radioaficionados a estudiarlas en el banco, a perfeccionarlas o a crear otras nuevas.

Todos estos modos tienen en común que se basan en el empleo de técnicas de procesado digital de señal. Se utilizan tanto procesadores de propósito general como los Pentium o similares realizando la digitalización y la modulación con tarjetas de audio o placas específicas, como tarjetas de evaluación de procesadores digitales de señal que incluyen codecs de calidad audio.

Las descripciones que vienen a continuación, no pretenden ser excesivamente minuciosas por lo que en muchos casos se harán referencias a otros artículos o punteros de Internet donde se pueden ampliar los detalles. En primer lugar se hablará de dos modos de banda muy estrecha, que requieren cierta estabilidad y exactitud absoluta de frecuencia (un TCXO no viene nada mal) que son el PSK31 y Coherent BPSK. A continuación se introducirán dos modos que ocupan bastante ancho de banda, y que están orientados bien a conexiones a alta velocidad o a conexiones entre equipos informáticos. La especificación exacta de estos modos y en muchos casos sus fuentes están disponibles públicamente. El empleo de los mismos en aplicaciones de radioaficionados es gratuito.

2. PSK31

Este modo ha sido diseñado por Peter Martínez G3PLX (autor del conocido AMTOR) sobre una idea de Pawel Jalocha SP9VRC. Estudiando la operativa del radioteletipo (RTTY), contactos rápidos, teclado a teclado, con posibilidad de realizar nets, diseñó un modo con características similares y mejor resistencia al ruido.

PSK31 es un modo para realizar contactos teclado a pantalla en tiempo real y sin protocolo a nivel de enlace punto a punto. El emisor y los receptores se sincronizan solos. Se basa en una modulación PSK a 31,25 baudios. De esta forma el ancho de banda ocupado es de 40Hz a -3 Db en vez de los 300-500 Hz de otros modos. Ver figuras 1 y 2. Esto permite utilizar los filtros más estrechos del receptor con objeto de separarlo de otras emisiones. Estas características hacen que la calidad del enlace sea muy buena. El empleo de un alfabeto de longitud variable (Varicode) en el que los códigos correspondientes a las letras más corrientes son de tamaño más pequeño (como el código morse), nunca contienen más de un 0 seguido y son separados entre sí por dos ceros consecutivos, hacen que la resincronización en caso de error sea muy rápida. El cero se codifica como cambio de polaridad. Se consigue que velocidad real sea de 50 palabras por minuto.

Existe la posibilidad ante enlaces en los que los errores suceden en ráfagas de activar un modo con modulación QPSK y utilizar un código convolucional en el emisor y el decodificador Viterbi correspondiente en el receptor.

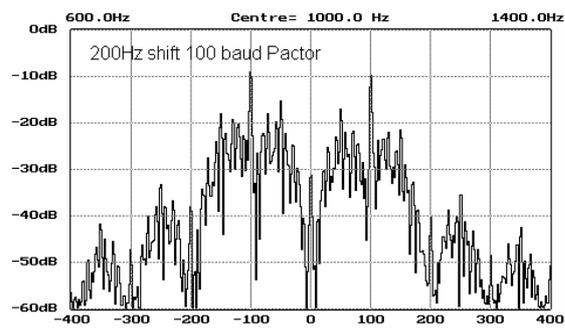


Figura.1

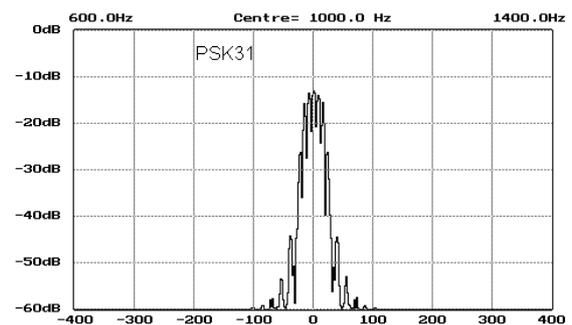


Figura.2

El aumento de velocidad que da la nueva modulación es absorbido por el decodificador con lo que se obtiene una velocidad similar al caso anterior. Como inconveniente, añade un retraso a la hora de entregar el resultado de 640 mseg.

Existen paquetes de dominio público para las plataformas de evaluación de DSP de Motorola (DSP56002EVM), en versión Dos, y Windows por Peter Martínez G3PLX, para la de Texas (TMS 320C50 DSK) en versión DOS por Andrew Senior G0TJZ y recientemente para la placa de evaluación de Analog Devices SHARC sobre Windows por Michael Keller DL6IAK. Existe además una versión sobre Linux y utilizando la tarjeta Soundblaster realizada por Hansi DL9RDZ. Dado que la sintonización en estos modos de banda estrecha es relativamente difícil (unos 2Hz de error son tolerables), todos estos programas disponen de un interfaz que ayuda a la sintonización. Destaca en este aspecto el programa de DL6IAK que dispone de analizador de espectro incorporado. Este modo tiene su propia página Web en <http://aintel.bi.ehu.es/psk31.html>

Se puede decir que es un modo eminentemente europeo (y ahora australiano/neozelandés) y las nets más concurridas son los miércoles y domingos en 3580,15 KHz a las 2000z y los domingos en 7035.15 KHz a las 1200z. ¡Ojo!, en invierno, hay que sumar una hora al horario. Hay que tener en cuenta también que las frecuencias se suelen dar en portadora suprimida. Se suele utilizar un tono de 1000 Hz. En este momento tengo registrados contactos con G, D, OH, ON, PA, HB e incluso VK, todo con unos 25 vatios y una vertical.

Un ejemplo de pantalla de un programa (el PSK31 para Windows de Peter G3PLX), lo tenemos en la figura 3. El indicador redondo de abajo a la izda. muestra el ajuste sobre la portadora. Perfectamente sincronizado y sin ruido, se observaría una línea vertical de arriba abajo que mostraría los dos posibles cambios de fase. En el modo QPSK, se observaría una especie de cruz, lógicamente ligado a los cuatro posibles cambios de fase. El programa es realmente amigable. Se observa que se tiene activado el control automático de frecuencia y el modo NET, en el que las frecuencias de RX y TX van unidas. En la misma figura, en la ventana del fondo, se muestra un espectro en tiempo real obtenido con el programa gratuito GRAM a través de la salida de cascos del tranceptor. Se observa como hay errores, pero como ya hemos comentado por el tipo de codificación que emplea, los errores no se propagan.

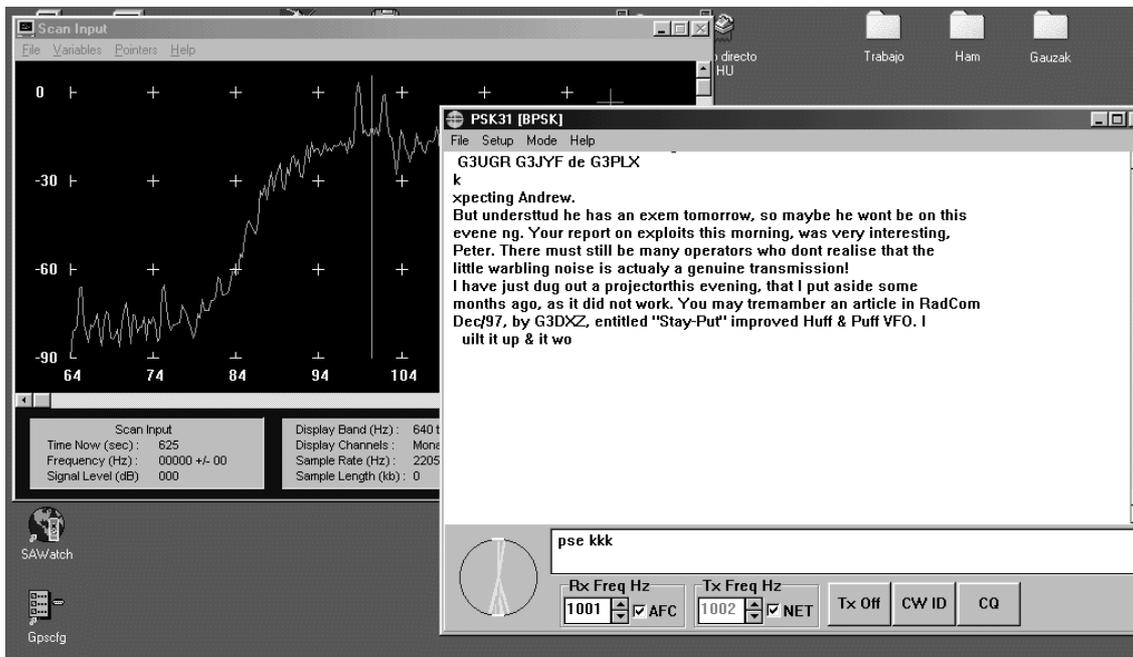


Figura.3

3. Coherent BPSK

Este modo diseñado por Bill VE2IQ se utiliza para enlaces teclado a pantalla o para experiencias de los *lowfer* (Low Frequency Experimenters) con recepción automática en la banda BF (Por ejemplo 136 KHz). Utiliza también BPSK, pero en este caso el usuario puede definir la velocidad desde 1 a 200 baudios. La velocidad más empleada es MS25, es decir 25 ms. de longitud de símbolo, es decir 40 baudios. En esta configuración, el ancho de banda ocupado es algo mayor (80 Hz a -3 Db) que el de PSK31 como se aprecia en la figura 4. Puede utilizar tres alfabetos uno ascii y dos con resistencia a errores denominados ET1 y ET2 y diseñados por el mismo. En estos últimos alfabetos, 1 carácter es representado por 16 o 27 bits respectivamente en vez de los 10 bits habituales, esto permite escoger de todos los 2^{16} o 2^{27} símbolos posibles aquellos que tienen unas propiedades específicas que les permite ser reconocidos en caso de que haya errores en varios bits.

Este modo requiere además la generación en receptor y emisor de una portadora muy estable de 800Hz lo que añade una complejidad adicional al modo.

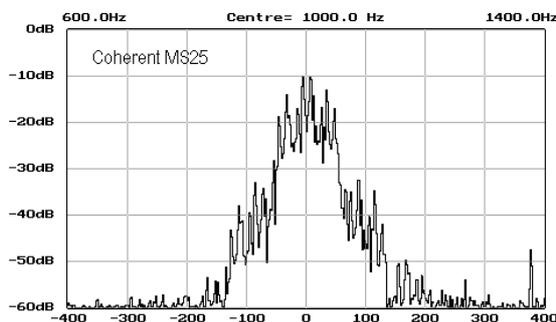


Figura.4

Existe un único programa para este modo y es para DOS. El interfaz de usuario es totalmente basado en texto tal y como se puede ver en la figura 5. Dado que este modo es tan sensible como el anterior a errores de frecuencia para sintonizarlo es muy útil disponer de un analizador de espectro de audio como el EVMSPEC o el estupendo GRAM. Una vez sintonizado en frecuencia, se requiere

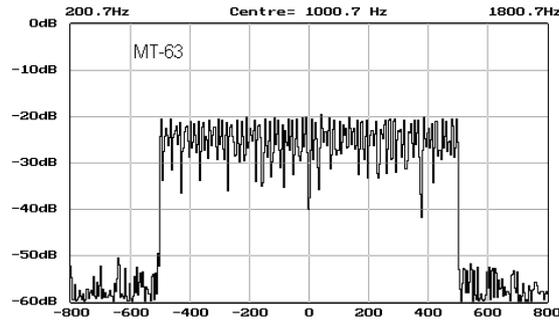


Figura.6

No se requiere ninguna aplicación específica para utilizarlo, basta cualquier programa terminal por puerta serie. El módem automáticamente se engancha al escuchar el tono de sincronismo. El audio que genera este modo es realmente curioso. De momento no existe ningún protocolo de nivel superior que utilice este modo, con lo que el modo actual de utilización es el de puro terminal ASCII. Es sin embargo bastante resistente a errores de ráfaga. Tengo realizados contactos en este modo con OH y con VK, en las mismas condiciones de antes. La frecuencia de pruebas más utilizada es 14063.5 KHz, todos los días a las 0600z

Un inconveniente que tiene este módem es que existe únicamente para la DSP56002EVM.

5. NEWQPSK

Este modo diseñado también por Pawel Jalocha SP9VRC implementa algunas de las ideas propuestas también por Phil Karn KA9Q en [3]. Es adecuado para implementar AX.25 o TCP-IP en HF.

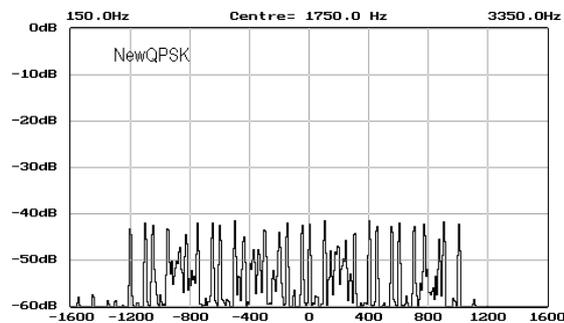


Figura.7

En principio, propone 15 portadoras separadas por 125 Hz moduladas en DQPSK (83,3 baudios cada una) lo que da un total de 2500 bits/s. Sin embargo añade la posibilidad modificando los fuentes en ensamblador, de variar el número de cambios de fase, pudiendo emplear entonces 8-PSK, 16-PSK, etc. con el consiguiente aumento en prestaciones. Añade además un preámbulo para sincronización rápida y FEC. Como antes, esparce también los bits por el tiempo y la frecuencia para mitigar el efecto de los errores en ráfaga. Existe únicamente para la DSP56002EVM y en esta implementación ofrece un interfaz de tipo KISS lo que lo hace compatible con la mayoría de los programas terminales para AX.25, como son el GP o la versión de Doug N1OWU del PMP (Poor Man's Packet). Se puede ver el espectro en la figura 7. Hay que tener en cuenta que en esta figura también el ancho de banda mostrado es mayor.

Hubo unas experiencias en el año 97 en Finlandia a cabo de Timo OH6KK, pero nunca llegamos a contactar, tal vez por falta de propagación a las horas/bandas que empleábamos. Tengo

grandes esperanzas de poder realizar contactos en este modo en TCP-IP sobre AX-25 utilizando Linux. ¿Alguien se anima?

6. Conclusiones

Después de probar estos modos, puedo asegurar que las expectativas que ofrecen son muy buenas. Tenemos ahora una nueva manera de “cacharrear”, sustituyendo el soldador por un ensamblador. Todo el software mencionado en esta página, mas muestras de audio e información práctica sobre el empleo de DSP para radioaficionados está disponible en mi página [4]. Un libro muy interesante para que los principiantes entendamos las sutilezas de las comunicaciones digitales se referencia en [5]. Se puede leer sobre este libro en [6]. Por último si alguien quiere hacer algún comentario sobre este artículo, puede hacerlo enviándome un mensaje a jtpjatae@bi.ehu.es.

7. Referencias

- [1] PSK31 WebSite <http://aintel.bi.ehu.es/psk31.html>
- [2] VE2IQ Site <http://www.ietc.ca/home/bill/bbs.htm>
- [3] Ideas for HF Modulation and coding: <http://www.peak.org/~forrer/HISPEED/pkarn.htm>
- [4] <http://det.bi.ehu.es/~jtpjatae/ham.html>
- [5] Wireless Digital Communications: Design and Theory, por Tom McDermott N5EG
- [6] TAPR Website <http://www.tapr.org>

8. Notas

Dedico este artículo a Peter G3PLX, por su buen hacer, su dedicación, su paciencia y su ciencia. Además, algunos de los espectros que aparecen aquí son obra suya, así como el programa que he utilizado para generar el resto. A Fred OH/DK4ZC y Les VK2DSG su eterna disponibilidad a probar cualquier modo nuevo y al “PSK31 Gang” por su regularidad, simpatía y siempre amena conversación.