

Introducción a los modos digitales

Guía con información acerca de transmisión en modo digital. Bandas, métodos y software.

Por LU4ADN para Buenos Aires Radio Club
Junio de 2017.



Datos útiles

Velocidad de transmisión SSTV

AVT

24 - RGB colour 24 sec scan 120 lines
90 - RGB colour 90 sec scan 240 lines
94 - RGB colour 94 sec scan 200 lines
125 - RGB BW 125 sec scan 400 lines

Martin

M1 - RGB colour 114 sec scan 240 lines
M2 - RGB colour 58 sec scan 240 lines
M3 - RGB colour 57 sec scan 120 lines
M4 - RGB colour 29 sec scan 120 lines
HQ1 - YC colour 90 sec scan 240 lines
HQ2 - YC colour 112 sec scan 240 lines

Pasokon TV

P3 - RGB colour 203 sec scan 16+480 lines High resolution
P5 - RGB colour 305 sec scan 16+480 lines High resolution
P7 - RGB colour 406 sec scan 16+480 lines High resolution

PD

PD 240 - YC colour 248 sec scan 480 lines
PD 180 - YC colour 187 sec scan 480 lines
PD 160 - YC colour 161 sec scan 384 lines
PD 120 - YC colour 126 sec scan 480 lines
PD 90 - YC colour 90 sec scan 240 lines

Robot

8 - BW 8 sec scan 120 lines
12 - BW 12 sec scan 120 lines
24 - BW 24 sec scan 240 lines
36 - BW 36 sec scan 240 lines
12 - YC colour 12 sec scan 120 lines
24 - YC colour 24 sec scan 120 lines
36 - YC colour 36 sec scan 240 lines
72 - YC colour 72 sec scan 240 lines
Scottie

S1 - RGB colour 110 sec scan 240 lines
S2 - RGB colour 71 sec scan 240 lines
S3 - RGB colour 55 sec scan 120 lines
S4 - RGB colour 36 sec scan 120 lines
DX - RGB colour 269 sec scan 240 lines
Wrasse

SC-1

24 - RGB colour 24 sec scan 120 lines
48 - RGB colour 48 sec scan 240 lines
96 - RGB colour 96 sec scan 240 lines
SC-2

30 - RGB colour 30 sec scan 128 lines
60 - RGB colour 60 sec scan 256 lines
120 - RGB colour 120 sec scan 256 lines
180 - RGB colour 180 sec scan 256 lines

Frecuencias típicas de llamado CQ

160 Metros

1.838.150 PSK31,
1.890 SSTV

80 Metros

3.580 to 3.620 Data (RTTY, PSK31, Hellschreiber, MFSK16)
3.620 to 3.635 Packet
3.845 SSTV

40 Metros

7.035.150 PSK31
7.037 Hellschreiber, MFSK16
7.076 JT65
7.080 RTTY
7.171 SSTV

30 Metros

10.130 PSK31
10.130 to 10.140 RTTY
10.137 Hellschreiber
10.140 to 10.150 Packet, APRS

20 Metros

14.063.5 Hellschreiber
14.070.150 PSK31
14.070 to 14.095 RTTY
14.076 JT65
14.080 MFSK16
14.100.5 to 14.112 Packet
14.230 SSTV
14.233 SSTV

17 Metros

18.100 to 18.105 RTTY
18.103 Hellschreiber
18.105 MFSK16
18.105 to 18.110 Packet

15 Metros

21.063 Hellschreiber
21.070 to 21.100 RTTY
21.070.150 PSK31
21.076 JF65
21.080 MFSK16
21.100 to 21.110 Packet
21.340 SSTV

12 Metros

24.920 to 24.925 RTTY
24.925 to 24.930 Packet
24.929 MFSK16

10 Metros

28.070 to 28.150 RTTY
28.076 JT65
28.080 MFSK16
28.120.150 PSK31, Hellschreiber
28.680 SSTV
28.690 SSTV - some SSTV repeaters on this Frequency
28.700 SSTV

6 Metros

50.276 JT65
50.680 SSTV

2 Metros

145.500 SSTV - National SSTV Simplex Frequency for FM
145.550 PSK31, Hellschreiber, MFSK16

Software recomendado

Digitales en general

MixW - <http://mixw.net>
HRD - <http://www.ham-radio-deluxe.com>
WSJT - <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>
JT65 - <https://sourceforge.net/projects/jt65-hf/>
APRS - <http://aprs.fi/>

Packet

FBB - <http://www.f6fbb.org/>
TSTHWIN - <http://www.qsl.net/iw0fol/packet/packetuk.htm>
Soundmodem (Windows) - <http://uz7.ho.ua/packetradio.htm>
Soundmodem (Linux) - <http://gna.org/projects/soundmodem>

SSTV

EasyPal - <http://www.vk3evl.com/>
KG-STV - <http://www.g0hwc.com/kg-stv-english.html>
MMSSTV - <http://hamsoft.ca/pages/mmsstv.php>

Comienzos de los modos digitales

Como surgió la necesidad de crear una transmisión digital para comunicarse vía radiofrecuencia

Con la aparición de las computadoras, microchips y la miniaturización, era inevitable que se generen nuevos métodos de transmisión a través de la radio. Estos métodos permitieron, no sólo llegar a lugares donde la fonía no era inteligible, sino que además podíamos recibir texto, imágenes, noticias de otras partes del mundo, o incluso voz y video digital.

La transmisión digital, a diferencia de fonía, no depende de nuestro oído para ser recibido correctamente. Algunos métodos, como WSPR funcionan a nivel de ruido de fondo de una señal en HF. Esto depende puramente del método que se transmite, varía mucho entre distintos tipos, frecuencia de transmisión y ancho de banda.

Al principio, para transmitir en modo digital, era necesario comprar o construir nuestro propio MODEM o TNC, la computadora hogareña no tenía la velocidad necesaria para codificar/decodificar audio, lo que hacía costoso tener este equipamiento en nuestras casas. Hoy es posible realizar la gran mayoría de los modos digitales a través de nuestra PC, a través de la placa de sonido o de sistemas embebidos, como por ejemplo, Raspberry Pi.

En épocas donde "chatear" era un término poco familiar, los radioaficionados utilizábamos PSK31, un método que permitía comunicarnos teclado a teclado, de una manera muy efectiva, ya que tiene sólo 100 Hz de ancho de banda. Recordemos que al suprimir portadora en

BLU, menor es la potencia que necesito para transmitir audio o datos.

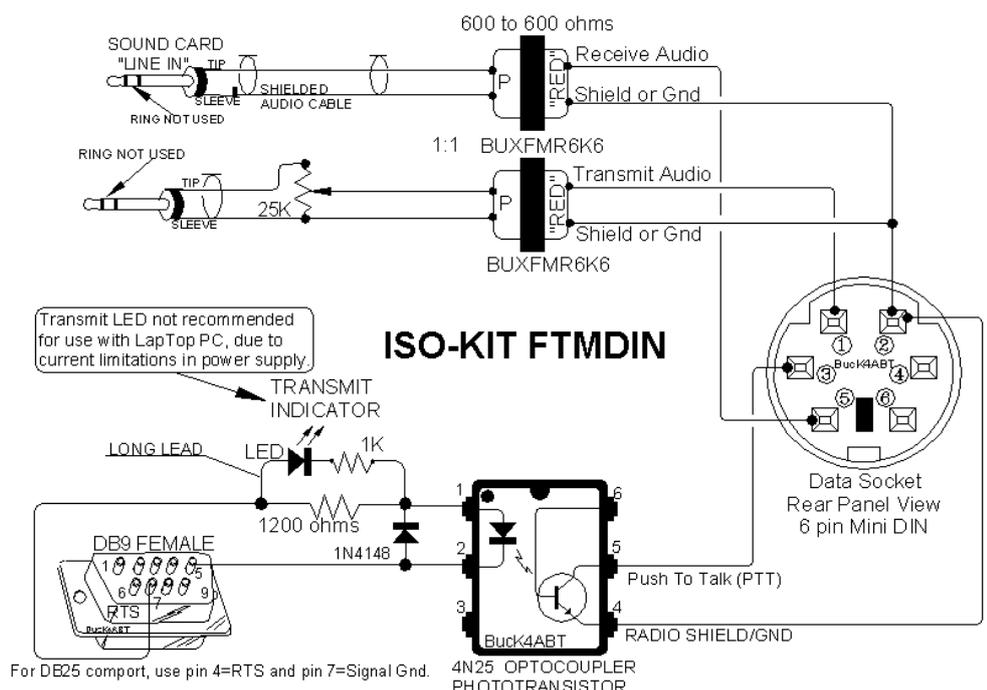
Varios años más adelante, se popularizó transmitir en modo Packet, un método que transmite grupos de bytes en AFSK (Frequency shift keying o desplazamiento por frecuencia), lo que permitía tener corrección de errores, y transmitir gran cantidad de datos en grandes distancias. En esa época decir *gran cantidad* se refiere a 2KB, sería imposible transmitir vía Packet un video en HD o una foto de 15 Megapixels.

Para transmitir video en vivo, se creó el método SSTV (Slow Scan TV, o TV de barrido lento), que con 3 kHz de ancho de banda, podía transmitir un cuadro (frame) en blanco y negro en 8 segundos y una imagen en color en varios minutos.

Más adelante detallamos métodos y definiciones.-

¿Qué necesito para comenzar a operar?

Aunque depende mucho del equipo que vamos a utilizar para transmitir y recibir audio, necesitamos en principio una interfaz que comunique con nuestra PC o TNC. La facilidad de construcción de esta interfaz varía en función a la necesidad de acondicionar la señal y la protección de nuestros equipos. Generalmente con algunas resistencias, un transistor y un par de plugs de audio, ya podemos comenzar a comunicar. Existe infinidad de esquemáticos en internet para cada marca de base o handy. En este caso mostramos cómo comunicar un handy YAESU a una PC vía placa de sonido.



YAESU FT-100 PKT/DataPort to PC Sound Card for PSK31 mode.

¿Qué modo y qué frecuencia utilizo?

Una vez que tengamos armada nuestra interfaz, necesitamos saber en qué parte del espectro podemos comunicar. Según la resolución 50/98 de la ENACOM, dentro del espectro de radioaficionados podemos transmitir, en ciertas frecuencias, modos digitales, ya sea A3F (Tv con doble banda lateral),

F3F (SSTV), F2D (Packet), J2D (Packet con portadora suprimida) o F1B (RTTY o radioteletipo).

Así como fonía o CW, podemos transmitir en cualquier parte del espectro asignado, los modos más populares tienen su frecuencia asignada. Esto no está reglamentado, simplemente se adop-

tó entre radioaficionados de todo el mundo.

Por ejemplo, en Argentina, la frecuencia de Packet en la banda 2 Metros es 145,010 Mhz. Es requisito casi obligatorio que esté en esa frecuencia, sino la red de Packet no puede comunicar entre LU's. En la banda de 40 Metros, 7.040 kHz es frecuencia inicial.

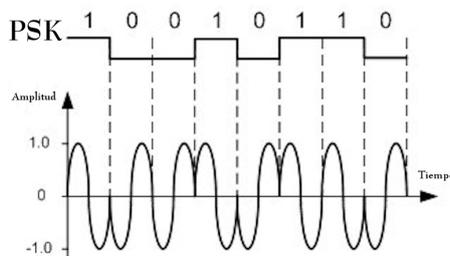
BANDA DE 2 METROS								
FRECUENCIAS (MHz)		DESTINOS	CATEGORÍAS					
DESDE	HASTA		IC	N	I	G	S	
144,00	144,05	CW - EXCLUSIVO T.L.T.	X	X	X	X	X	
144,05	144,06	EXCLUSIVO RADIOFAROS	X	X	X	X	X	
144,06	144,30	CW-SSB-RTTY (144,20 MHz. FRECUENCIA DE LLAMADA EN SSB)	X	X	X	X	X	
144,30	144,32	CW - SSB (PRIORITARIO) - EXCLUSIVO "DX"-	X	X	X	X	X	
144,32	144,43	CW - SSB - RTTY- FM	X	X	X	X	X	
144,43	144,50	VÍA SATÉLITE -EXCLUSIVO - MODOS RESTRINGIDOS AL SATÉLITE A UTILIZAR	X	X	X	X	X	
144,50	144,60	SSB - RTTY - FM	X	X	X	X	X	
144,60	144,90	FM - ENTRADA A REPETIDORAS (PRIORITARIO) Y SIMPLEX	X	X	X	X	X	
144,90	145,00	FM - DIGIMODOS PACKET (PRIORITARIO) VER NOTA. (1)	X	X	X	X	X	
145,00	145,20	DIGIMODOS PACKET (PRIORITARIO) VER NOTA (2) (145,110 MHz.	X	X	X	X	X	

BPSK31 O QPSK31

Este modo, basado en modulación por inversión de fase (*phase shift keying*), es similar a radioteletipo, tiene un ancho de banda tan angosto (60 Hz) que es muy poco susceptible a ruido y problemas de decodificación. Permite mantener un QSO (comunicado) con otro radioaficionado que esté muy lejos, y las condiciones sean

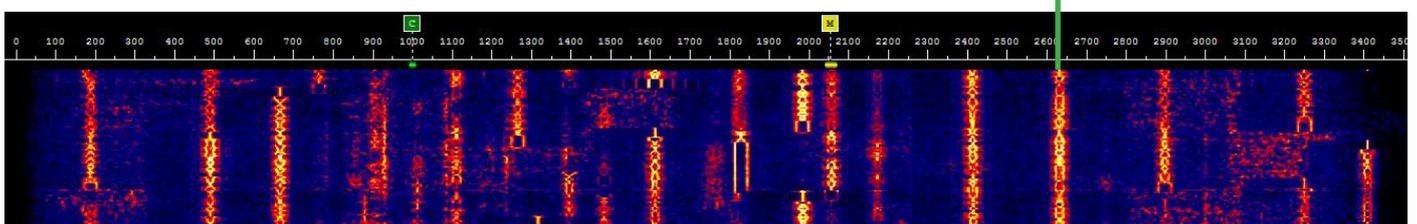
de mala calidad. Su velocidad es de 50 palabras por minuto.

Modula por inversión de fase, convirtiendo ceros y unos en frecuencia audible.



Abajo podemos ver en modo cascada (Waterfall) varias modulaciones en PSK. Es tan sencillo como seleccionar una transmisión y, escuchar o establecer un QSO con nuestro colega.

CQ CQ CQ de LU4BB
LU4BB LU4BB
CQ CQ CQ de LU4BB
LU4BB LU4BB



Packet

Este modo, diseñado para transmitir gran cantidad de datos, utiliza la modulación AFSK (Audio FSK), que se diferencia de FSK por alternar entre dos frecuencias prefijadas, dependiendo de la frecuencia de transmisión.

El dato a enviar es codificado, se le agrega información de decodificación al principio y al final del dato a enviar para asegurar que es decodificado correctamente en el receptor. Este protocolo es llamado AX.25 (Amateur X.25, un protocolo con características similares a las redes que utilizamos hoy en día).

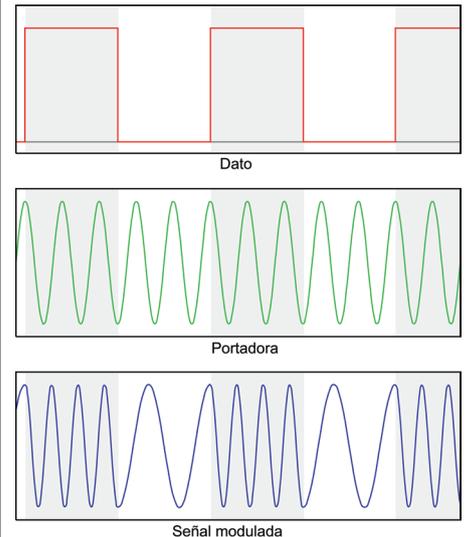
Este modo, no es muy utilizado para conversar directamente con otro radioaficionado, sino que está diseñado para enviar boletines automáticos, imágenes comprimidas, y reenviar información recibida de otros nodos en otras frecuencias.

En la época donde no existía Internet, la única manera digital instantánea de compartir información era a través de BBS (Bulletin Board

System, o sistema de tablón de anuncios), donde los radioaficionados envían circuitos, análisis de antenas, noticias de diarios de otros países, chistes y mensajes personales a otros radioaficionados de todo el mundo. Esta red, utilizada hoy en día, depende de estaciones o nodos que reciban correctamente y reenvíen esta información. Una vez reenviada, nos podemos conectar a nuestro BBS más cercano y leer o descargar la información.

La ventaja de este sistema es que no es necesario tener encendida la PC y la base 24hs. para recibir nuestros mensajes, ya que el BBS se encarga de ello. También hace posible que no haga falta un equipo de gran potencia para enviar un mensaje a gran distancia, ya que la red se encarga de distribuir los mensajes al BBS más cercano a nosotros de manera automática (Cada BBS guarda nuestra licencia y genera un boletín global con la información donde debe reenviar nuestros mensajes.

Modulación FSK



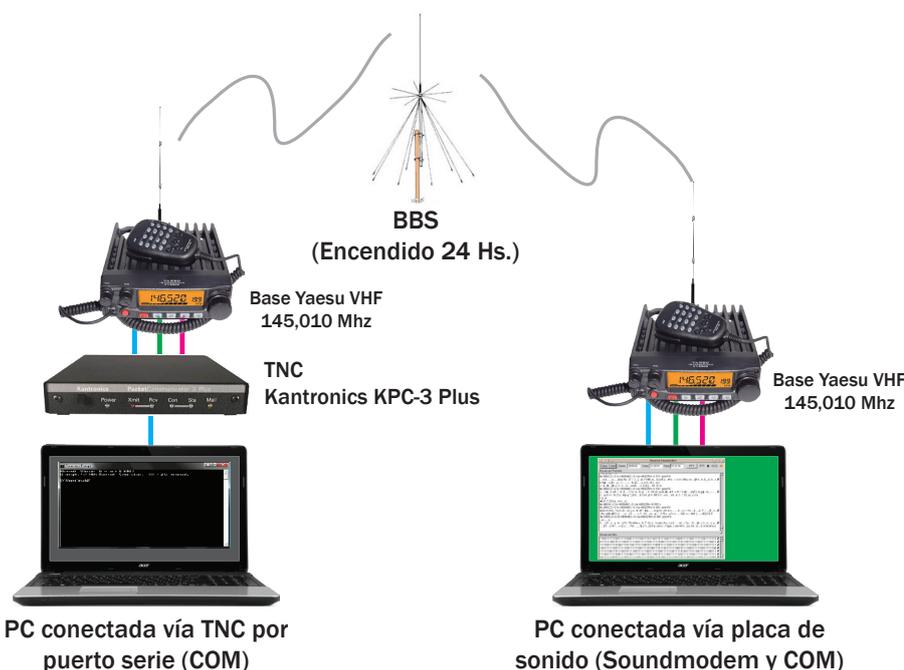
El modo FSK modula su señal variando la frecuencia de portadora, manteniendo la fase entre cambios de estado del dato. La frecuencia de portadora y la velocidad de transmisión varía en función de la frecuencia a la que queremos transmitir. En el caso de HF, nos permite una velocidad máxima de 300bps, en VHF 1200bps, y en UHF hasta 9600bps con equipos muy precisos.

Un TNC (Terminal Node Controller) maneja velocidades de 300 /1200bps configurables desde su terminal.

BBS

Hoy en día sigue siendo una red activa, tanto en el país como en el mundo. Ya que no es necesario tener un TNC gracias a la emulación por software, es posible conectar a estas redes sin invertir en equipos (Que hoy no se fabrican), con la misma interfaz para otros modos.

Para comunicar necesitaremos un sistema de PMS (Personal Messaging System), que 'dialogue' con el BBS en protocolo AX.25, a través de un TNC o Soundmodem, un software que permite decodificar este protocolo.



SSTV - Televisión de Barrido Lento

Para transmitir video en vivo, ya sea desde un equipo satelital (como los globos que a menudo lanza AMSAT), o para un equipo estacionario, utilizamos SSTV, que sólomente utiliza 3kHz de ancho de banda, lo que permite operar en diversas bandas.

Diversos modos de SSTV permiten enviar con mayor velocidad/calidad, según nuestra preferencia, o las condiciones de la transmisión. De cualquier manera es difícil obtener una imagen en movimiento, ya que, tomando como ejemplo, utilizando el modo Martin 1 (Ver fotos al pie), un sólo cuadro va a llegar cada 114 segundos.

Para convertir una imagen en audio, cada píxel (punto de color) se convierte en una frecuencia específica, enviando brillo, cantidad de rojo, verde y azul de manera separada. Esta frecuencia varía entre 1500Hz y 2300Hz.

Además de las señales de audio de la propia imagen, también envía una señal al comienzo y fin de la transmisión, para avisar al receptor que se está por enviar una imagen.

Los métodos más utilizados son Martin, AVT, Robot y Scottie.

Ejemplos de uso

La Estación Espacial Internacional (ISS), tiene una estación de radioaficionado, la cual a través de la licencia RS0ISS, transmite a 25 Watts en la frecuencia de 145,800Mhz. Con una antena apta para recepción satelital, y un software de SSTV en modo PD120, podemos recibir imágenes como la que está en la portada de este manual, si es que la ISS está pasando por encima de nosotros. Hay software como Gpredict que permite saber cuando va a pasar un satélite.



Yendo al ejemplo local, anualmente AMSAT Argentina lanza satélites y globos, que transmite imágenes en vivo por SSTV en modo Robot 36, también se le agrega una

repetidora de fonía en FM, y un seguidor por APRS (Automatic Position Reporting System, o Sistema de Reporte de posición automático), para saber su ubicación. Este evento es muy importante entre LU argentinos, por la satisfacción que trae recibir imágenes desde la atmósfera y realizar QSO con estaciones lejanas que con VHF no llegaríamos habitualmente.



Avances de SSTV

Teniendo en cuenta que siempre recibimos una imagen analógica, estamos susceptibles a ruidos de frecuencia e interferencias.

Para superar estos problemas, VK3EVL desarrolló un software llamado EasyPal, que permite enviar SSTV digital, con resolución mucho mayor a SSTV convencional, y un ancho de banda de 2.4kHz.

Modo M1 o Martin1 (240 líneas)



Modo Robot BW8 (120 líneas)



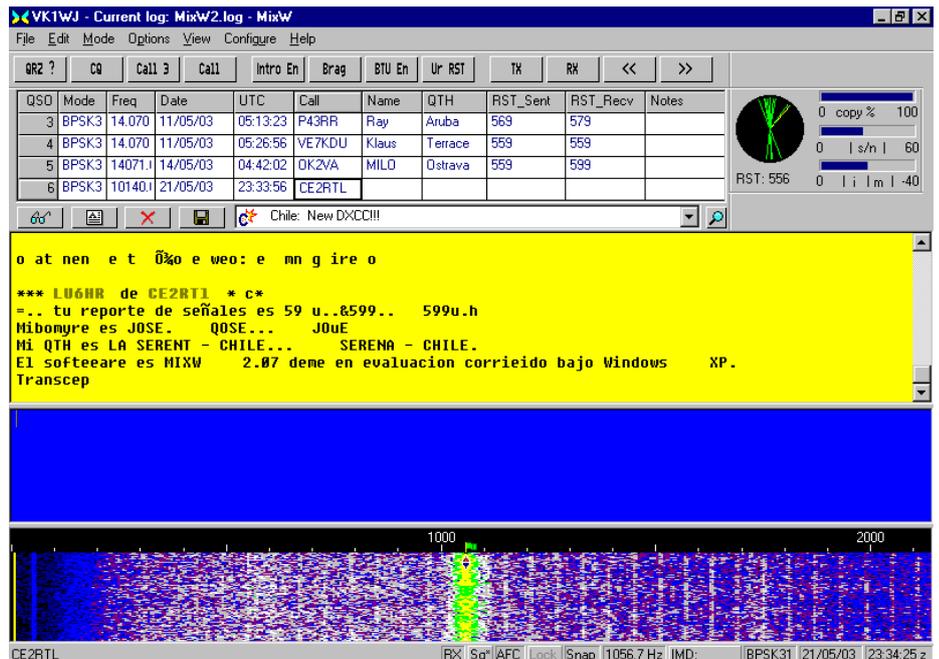
¿Cómo transmito datos por radio?

Supongamos que deseamos conversar con un colega ubicado en Rusia. Sabemos que en HF, en cierto horario, las condiciones se dan para llegar. Colocamos nuestro equipo en 7035 kHz, abrimos nuestro soft (en este caso MixW) y nos ponemos transmitir un llamado CQ en BPSK31.

El software más amigable, y que recomiendo para utilizar es el MixW, que permite enviar SSTV, RTTY, y BPSK de una manera fácil. Además es fácil configurar nuestra interfaz de PTT, no requiere instalación de software adicional, y es compatible con un amplio rango de versiones de Windows y velocidades de procesador.

Si aún no tenemos armada nuestra interfaz, de cualquier manera podemos recibir en modos digitales conectando un cable plug estándar desde la radio al puerto de PC.

Estando posicionado en una frecuencia en particular, comenzamos a ver en la cascada diversas señales de colegas que transmiten, en este caso en BLU. Seleccionamos una transmisión con buena calidad e inmediatamente vemos que es un llamado CQ de un colega de Rusia. Inmediatamente respondemos el llamado CQ como si fuera Fonía o CW, indicando licencia, calidad de señal, nombre y ubicación. Ya tenemos nuestro QSO! Lo anotamos en el libro de guardia y quedamos QAP.

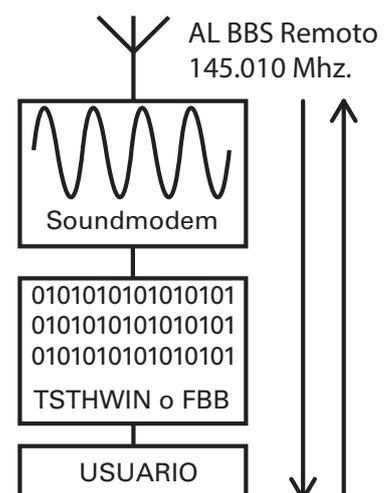


Se utiliza el mismo método para SSTV, RTTY, FAX, etc. Para Packet, recordemos que desde MixW podemos recibir, pero no posee la capacidad de almacenar mensajes

ni de establecer un QSO, ya que tendríamos que escribir manualmente el protocolo. Hay software dedicado a Packet, como el TSTHWIN, y para BBS, FBB lidera el podio.



En la página de TSTHWin, tenemos diversos archivos de configuración, introduciendo nuestra licencia, puerto que comunica con Soundmodem, y tiempo en el que emitimos una baliza, anunciando que estamos al aire, disponibles para recibir mensajes o QSO. Dejamos el software abierto, y si está configurado y el BBS nos dió acceso, comenzamos a recibir automáticamente.



Señales débiles

JT65 (JT65-HF)

Parte del interés del radioaficionado en digitales es recibir y transmitir lo más lejos posible a la menor potencia posible. Y del otro lado, poder recibirlas.

Hay colegas que transmiten con 1W y son escuchados por todo el mundo, dependiendo de la propagación en HF.

Estos métodos, son escuchados donde los otros modos digitales no llegan. Es posible recibir en condiciones de ruido extremo, donde nuestro oído ni siquiera llega a captar alguna frecuencia digital, ni hablar en fonía.

Estos modos se caracterizan por tener un ancho fijo de caracteres, teniendo sus reglas de transmisión (no podemos chatear ni mandar cualquier dato), tienen un ancho de banda mayor al de BPSK, o RTTY, y una velocidad muy lenta.

Este modo no necesita una excelente antena para transmitir ni para recibir, solamente paciencia y estar atento para responder.

Este modo nos permite enviar señales muy débiles y a distancia de WSPR, nos deja enviar texto personalizado, demora 47 segundos en enviar la cadena completa, y el software funciona en Windows y Linux.

Una vez establecido un QSO debemos reenviar nuestro Grid Locator (Por ejem-

plo, GF05sj para el BARC), potencia de transmisión, QRG (Frecuencia), reporte de recepción, enviar RRR (Reconocimiento de recepción), y por último un texto libre de 13 caracteres.

Finalmente permite subir estos datos a PSK Reporter, una web que almacena los QSO establecidos de diversas partes del mundo para analizar la propagación.

The screenshot shows the JT65-HF software interface. At the top, it displays 'JT65-HF Version 1.0.7 [RB Enabled, online mode. Logged In. QRG = 14076 KHz][de NW7US]'. The main window is divided into several sections:

- Waterfall Plot:** A spectral display showing signal activity. A red box highlights a specific signal.
- Audio Input Levels:** Controls for L0 and R-20 levels.
- Message To TX:** A text input field containing 'VERTCL TU 73' and a 'TX ENABLED' indicator.
- QSO List:** A table of received QSOs with columns for UTC, Sync, dB, DT, DF, and Exchange.
- Controls:** Buttons for 'Call CQ', 'Answer Caller', 'Send RRR', 'Send 73', 'Answer PSK', and 'Send Report'.

UTC	Sync	dB	DT	DF	Exchange
17:03	4	-20	-0.3	708	B NW7US DU1GM RRR
17:01	4	-18	-0.3	708	B NW7US DU1GM -08
16:59	4	-22	-0.3	708	B CQ DU1GM PK03
16:59	3	-18	-0.6	592	B TU MARC 73
16:59	9	-7	-0.1	-108	B CQ W0NSR EM47
16:58	5	-8	0.2	188	B CQ W4MPS FM05
16:58	7	-7	-0.9	-54	K G7RSV N4LVQ FM07
16:58	5	-8	0.2	188	B CQ W4MPS FM05
16:58	7	-7	-0.9	-54	K G7RSV N4LVQ FM07
16:57	13	-7	-0.1	-108	B CQ W0NSR EM47
16:57	2	-25	0.2	-700	K GW0TKX K8CQ 73
16:57	13	-7	-0.1	-108	B CQ W0NSR EM47

WSPR o Whisper

WSPR, siglas de Weak Signal Propagation Reporter, es un software diseñado para probar rutas de propagación en distintas frecuencias, subir los datos a WSPR-net, y luego armar un mapa de propagación de diversas partes del mundo. Este soft, parecido a JT65 en su modo de funcionamiento, es 100% automatizado, si no tenemos interés en ver los datos recibidos pero sí en el mapa, podemos tenerlo corriendo de fondo para analizar la propagación desde nuestra ubicación.

Con este programa fue posible descubrir que, a pesar que nosotros escuchemos una señal de rebote ionosfé-

rico en HF, es posible que no nos escuchan del otro lado, y viceversa. Curiosidades del mundo de HF..

