

Guía del usuario de WSPR 2.0

Joe Taylor, K1JT

Traducido por Jon Iza, EA2SN

Introducción

El término WSPR (que, en inglés, se pronuncia como "whisper", susurro) proviene de "Weak Signal Propagation Reporter" (Reportero de propagación de señales débiles). El programa WSPR se ha diseñado para probar caminos potenciales de propagación de radio usando para ello transmisiones de baja potencia similares a las de las balizas. Las señales WSPR contienen el indicativo, el locator según el convenio de Maidenhead y la potencia de salida usando un formato de datos comprimido con una modulación de banda estrecha de 4 tonos FSK y una corrección de errores muy potente. El protocolo es efectivo hasta con relaciones de señal/ruido tan bajas como -28 dB en un ancho de banda de 2500 Hz. Las estaciones receptoras con acceso a Internet puede enviar automáticamente sus informes de recepción a una base de datos central.

El sitio web WSPRnet proporciona una interfaz de usuario muy simple para interrogar la base de datos, con posibilidad de realizar mapas y otras funciones.

Requisitos del sistema

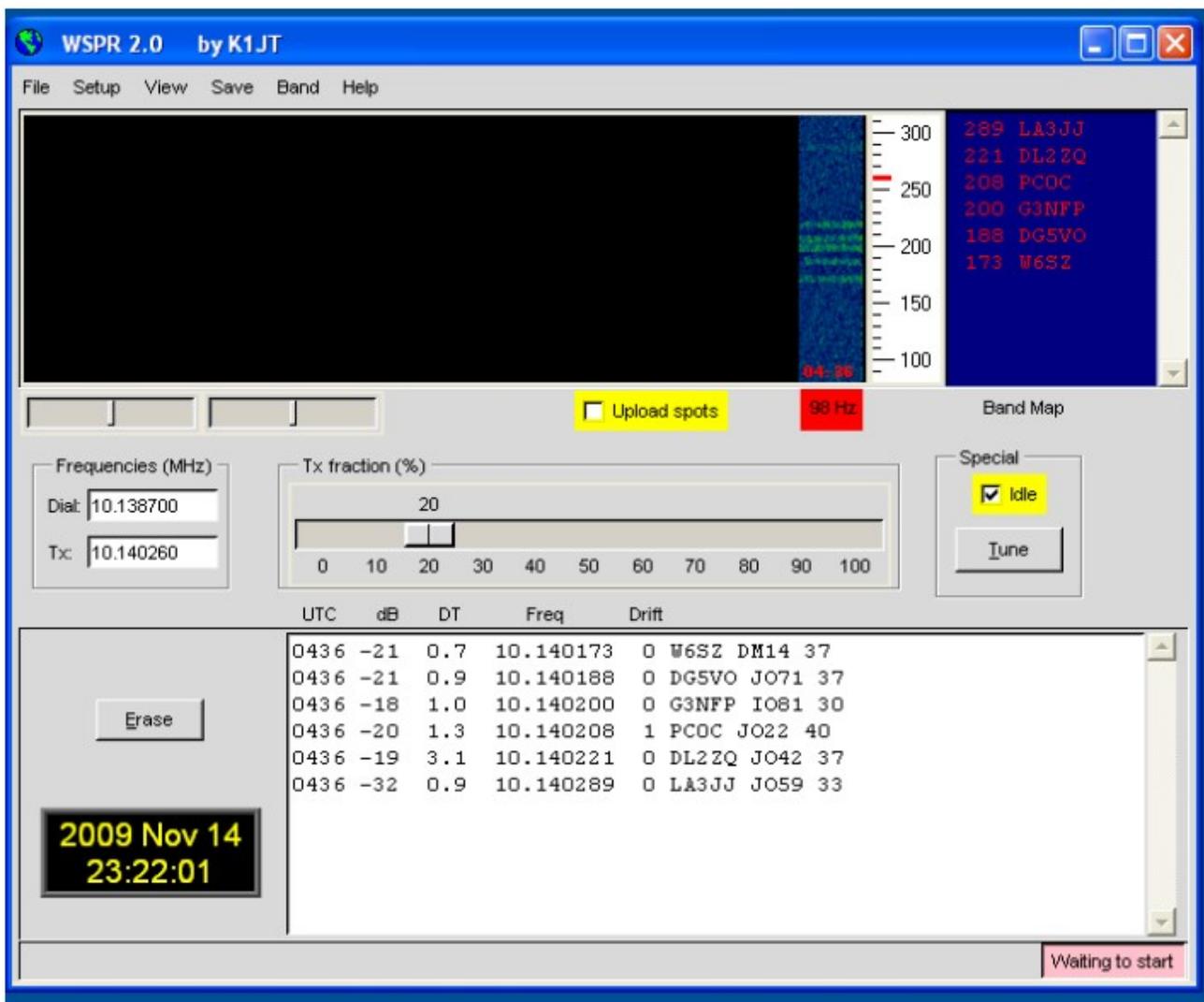
- Receptor o transceptor SSB y una antena
- Computador con sistema operativo Windows, Linux, FreeBSD o OS X
- CPU como mínimo de 1.5 GHz y con 100 MB de RAM disponibles
- Monitor con una resolución mínima de 800 x 600
- Tarjeta de sonido soportada por el sistema operativo capaz de muestrear a 48 kHz
- Si usted quiere tanto transmitir como recibir, una interfaz entre la puerta serie y su línea de PTT o un cable serie para control CAT Las versiones Linux y FreeBSD también pueden usar para el PTT la puerta paralelo O bien puede usted usar control por VOX
- Conexión (o conexiones) de audio entre el receptor/transceptor y la tarjeta de sonido
- Algún método para sincronizar el reloj de su computador con la hora UTC

Instrucciones básicas de operación

Siguiendo estos pasos usted estará muy pronto en el aire con WSPR.

1. Descargue el programa WSPR desde la página web de WSJT, <http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>. Haga click en el enlace WSPR en el margen izquierdo y, después, en el correspondiente enlace para descargar su versión del programa. Instale el programa tal como hace en su computador. En caso de usar Windows, ejecute el archivo descargado y siga las instrucciones de instalación. Vaya a la página 8 para otros sistemas operativos.
2. Conecte cables adecuados entre su radio y su computador. Si necesita ayuda con el cableado, vea alguna de las muchas páginas dedicadas a la interconexión de equipos de radio y tarjetas de sonido, por ejemplo (en inglés) <http://www.w5bbr.com/soundbd.html>. En general, necesitará conectar la salida de audio de su radio a la entrada de la tarjeta de sonido de su computador; esto es todo lo que precisa para un sistema de recepción simple. Si quiere también transmitir, usted deberá conectar también la salida de audio de la tarjeta de sonido a la entrada de micrófono o de datos del transceptor. Para la conmutación T/R y el control CAT necesitará cable(s) de conexión serie.

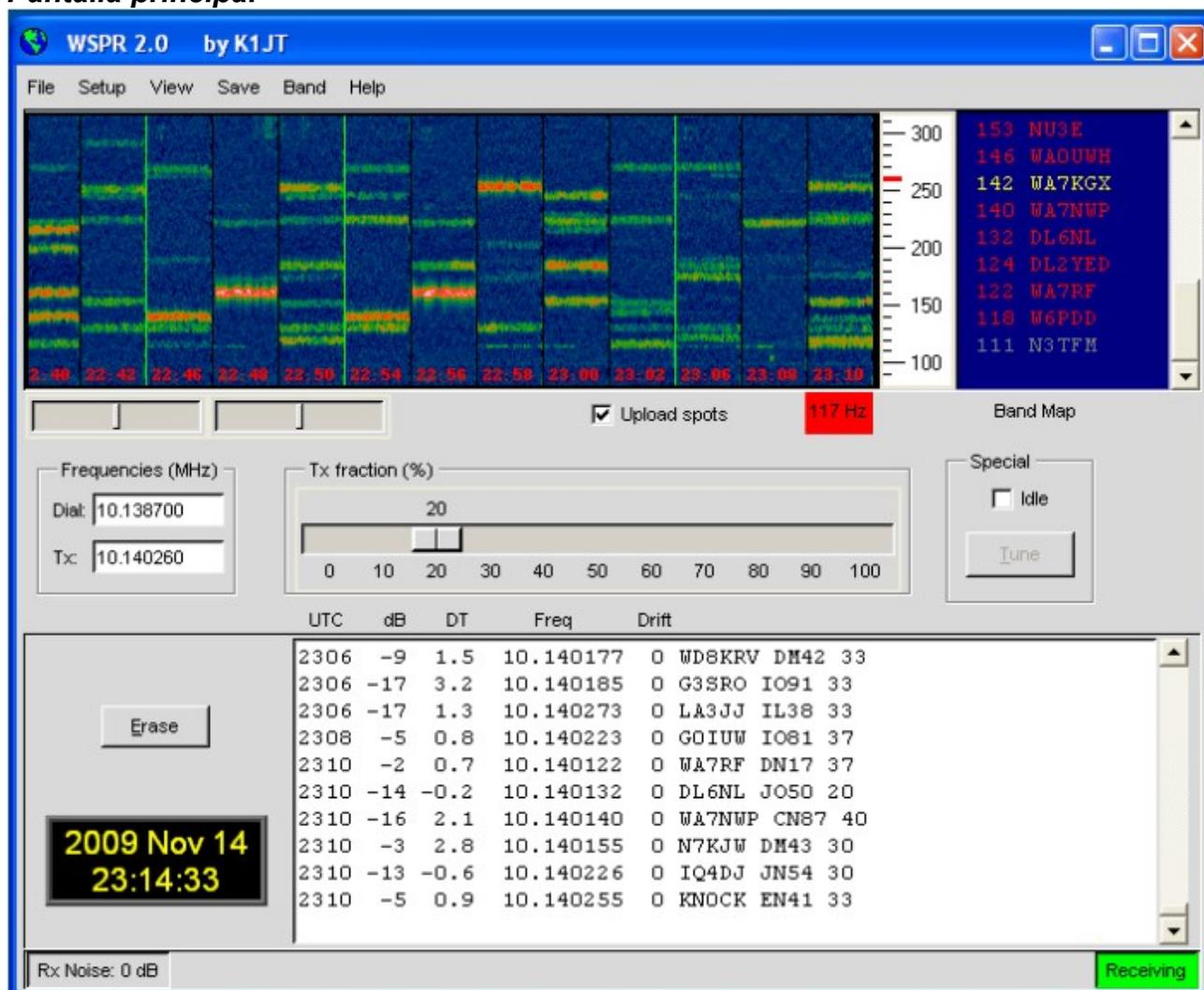
3. Arranque el programa WSPR haciendo un doble-click en su icono en el escritorio, o cualquier otro método habitual. En la lengüeta **Setup | Station parameters** introduzca su indicativo (callsign) y su Locator con 6 dígitos, seleccione los dispositivos de audio de entrada y salida e introduzca el valor de la potencia transmitida, medido en dBm. (Vea en el Apéndice A una tabla de conversión Potencia-dBm.) Use el valor de la lista despegable más cercano al suyo. Los radioescuchas (SWL) deben introducir un identificador único (de hasta 8 caracteres) en lugar del indicativo.
4. Si usted quiere también transmitir, el programa WSPR deberá controlar la conmutación T/R. Seleccione el método de activación **PTT method** deseado (DTR, RTS, CAT o VOX). Para la conmutación controlada por DTR o RTS, seleccione una puerta **PTT port**. Para recepción, o para sistemas controlados por VOX, ponga en **PTT port "None"** (ninguna).
5. El programa WSPR tiene una capacidad limitada para control CAT de su transceptor pero puede modificar la frecuencia y activar el PTT. Para usar esta opción marque la opción **Enable CAT** y rellene los parámetros de la pantalla **Station parameters**. Consulte el manual de su transceptor para determinar los valores de los parámetros necesarios para establecer una conexión serie.
6. Usted puede comprobar que el decodificador WSPR funciona correctamente abriendo un archivo de audio de muestra que contenga señales WSPR. Selecciones **File | Open**, navegue hasta llegar al directorio ... \save \Samples que está por debajo del directorio de instalación del programa y abra el archivo 091022_0436.wav. Se decodificarán un total de seis señales WSPR, y su pantalla se parecerá a la imagen de la siguiente página. (Quizá usted encuentre interesante escuchar directamente este archivo de muestra con el Grabador de Sonidos de Windows u otro programa similar de reproducción de archivos sonoros. Las señales WSPR son casi inaudibles, si es que llegan a escucharse, y la grabación incluye ruidos y chasquidos de estática ... y, pese a todo, el programa WSPR decodifica correctamente las señales sin errores).
7. Seleccione una banda del menú **Band**. La frecuencia por defecto de WSPR en esa banda aparecerá en la ventana de frecuencia **Dial**. Por ejemplo, usted debería ver 10.138700 MHz para la banda de 30 m. Ajuste su transceptor a esa frecuencia en modo USB (banda lateral superior, BLS) o en un modo de datos que use USB. (Si tiene habilitado el control CAT, el ajuste de frecuencia debería ser automático). Seleccione la frecuencia de transmisión **Tx** haciendo doble-click en algún lugar del área del display gráfico. Las frecuencias **Tx** disponibles caen en el rango 1400–1600 Hz por encima de la frecuencia del dial. Si hace click cerca de la parte inferior de la pantalla su frecuencia de transmisión quedará cercana al límite inferior del rango, y si hace click en la parte superior la frecuencia quedará cerca del límite superior.
8. WSPR usa periodos de transmisión de dos minutos para transmisión y recepción. El botón deslizante etiquetado como **Tx fraction** permite ajustar la proporción del tiempo que se dedica a la transmisión. El valor por defecto de 20% es un buen compromiso en condiciones normales: significa que usted transmitirá una vez cada 10 minutos y estará recibiendo el resto del tiempo. La secuencia exacta T/R será modificada aleatoriamente para maximizar las opciones para que usted reciba otras estaciones WSPR. Si solamente va a recibir ajuste el cursor deslizante de **Tx fraction** a cero.
9. Mientras está en modo "Idle", usted puede hacer click en el botón **Tune** para generar una transmisión corta de prueba sin modulación. La duración de la transmisión (en segundos) depende de la posición del cursor deslizante **Tx fraction**.



10. Asegúrese de que el reloj de su computador esté ajustado con una precisión de ± 1 segundo. Muchos utilizan sistemas de sincronización con el Servicio de Tiempo de Internet y con programas como "Dimension 4 for Windows", disponible en <http://www.thinkman.com/dimension4/>. Para Linux Ubuntu instale ntp, seleccione System | Administration | Time and Date, elija un par de servidores de tiempo cercanos a usted y seleccione "Automatic Synchronization".
11. Si tiene acceso a Internet y desea enviar sus informes automáticamente a WSPRnet, marque la casilla etiquetada **Upload spots**.
12. Para comenzar la operación normal, Desmarque la casilla etiquetada **Idle**. El programa WSPR comenzará un período de escucha al inicio del siguiente minuto par (en UTC). Una vez que la recepción ha comenzado, use el mezclador de sonido de su computador y/o los mandos de volumen de su radio o su interfaz para ajustar el nivel de audio a unos 0 dB (esquina izquierda inferior de la pantalla principal de WSPR, vea la imagen en la siguiente página). Al final de cada período de recepción, el espectrograma en cascada se actualizará y todas aquellas transmisiones WSPR que se hayan decodificado aparecerán en la ventana de texto principal.

Detalles adicionales

Pantalla principal



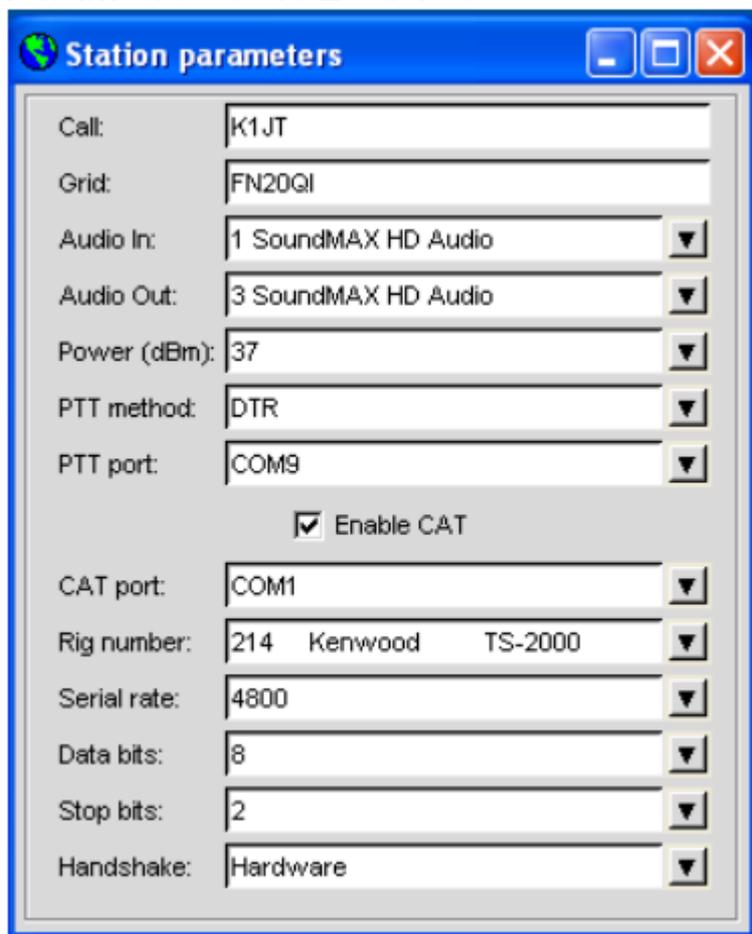
Cuando opere normalmente la pantalla del programa WSPR se parecerá a la imagen siguiente. El decodificador busca todas las señales WSPR en la banda pasante de 200 Hz y muestra los resultados en el espectrograma en cascada, en la ventana de texto y en el Mapa de la Banda. El espectrograma cubre un rango muy estrecho de frecuencias (ligeramente superior a 200 Hz) en la dirección vertical. Los tres últimos dígitos de la frecuencia recibida, en Hz, se muestran en la escala a la derecha. El tiempo corre de izquierda a derecha en el espectrograma. En una pantalla de computador típica cada intervalo de dos minutos es una tira de aproximadamente 1 cm de ancho. El tiempo usado por sus propias transmisiones viene marcado en el espectrograma por líneas verticales verdes estrechas.

Cada señal WSPR decodificada genera un texto que indica la hora UTC, la relación señal/ruido medida en dB (en un ancho de banda referencia de 2500 Hz), el tiempo offset DT en segundo, la frecuencia medida en MHz, la velocidad de deriva en Hz/minuto y el mensaje decodificado. Desplazamientos (offsets) de tiempo superiores a ± 2 segundos pueden indicar que hay un error significativo en el reloj del transmisor o del receptor o, posiblemente, de ambos. Para obtener el mejor rendimiento el reloj de su computador debe mantenerse suficientemente preciso (menos de ± 1 segundos de error). Las derivas de frecuencia aparente mayores de ± 1 Hz suelen ocurrir normalmente en el transmisor, y

deber ser corregidas, si es posible. Por supuesto, la deriva del receptor puede también contribuir a la deriva medida, pero son fácilmente reconocibles, porque casi todas las señales recibidas mostrarán una deriva similar.

El código de colores usado en el Mapa de la Banda indica el tiempo transcurrido desde que se decodificó la estación. Los indicativos en rojo se han recibido en los 15 minutos previos a la última línea de texto decodificado; los indicativos en amarillo son 15-30 minutos viejos, los grises claros, 30-45 minutos y los grises oscuros 45-60 minutos. Todos aquellos indicativos que son más viejos que el más reciente son eliminados del Mapa de la Banda.

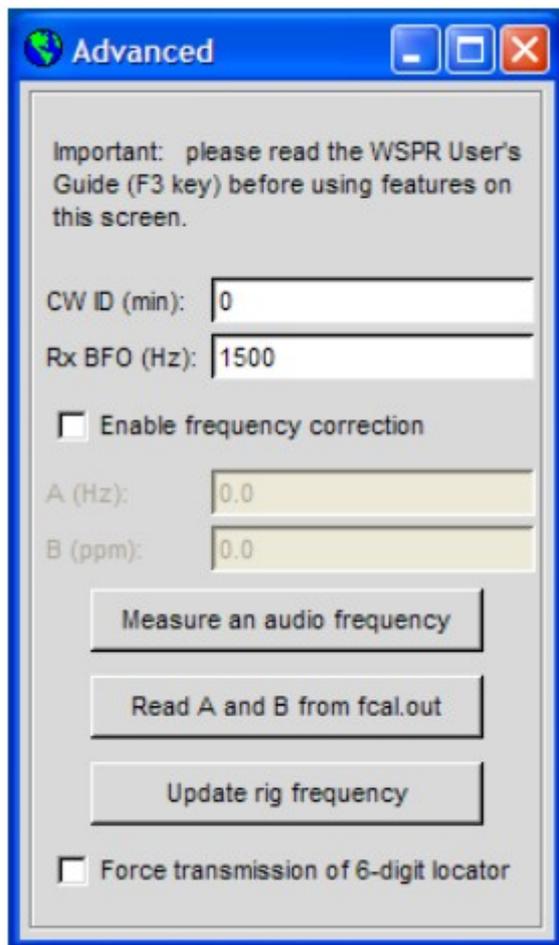
Parámetros de la Estación



La pantalla **Station parameters** se explica bastante fácil. Se permiten indicativos compuestos como PJ4/K1ABC, W7/VE3DEF e incluso WA2XYZ/37 pero únicamente deben ser usados si es estrictamente necesario. No se pueden usar indicativos complejos con dos barras, tales como PJ4/K1ABC/P. Vea el Apéndice B para obtener más detalles. Tal como se ha mostrado en el ejemplo anterior, es posible usar una puerta serie para la conmutación T/R (usando la línea DTR o la línea RTS) y una segunda puerta para hacer control CAT de la frecuencia del dial de la radio. Consulte el manual del operador de su radio para determinar los parámetros correctos del control CAT, incluyendo **Serial rate**, **Data bits**, **Stop bits**, y el método de **Handshake**. Excepto el indicativo y el Locator, lo mejor suele ser utilizar los valores que se obtienen de los menús desplegables para cada valor en lugar de teclear valores.

Ajustes avanzados

La ventana **Advanced** se abre desde el menú **Setup** o tecleando **F7**.



Si la Autoridad que ha concedido su licencia obliga a identificar sus transmisiones mediante código Morse a intervalos específicos, puede indicar el intervalo en el campo **CW ID**. Su indicativo será enviado al final de la transmisión WSPR, con el intervalo antes indicado. Dado que una transmisión de CW a 25 palabras por minuto usa un ancho de banda mucho más amplio que una señal WSPR, recomendamos encarecidamente que no use la opción **CW ID** a no ser que se vea obligado a ello.

Aquellos usuarios con equipamiento de recepción hecho en casa puede que necesiten una frecuencia de batido diferente a la usada normalmente en transceptores de SSB, de 1500 Hz. Puede usted introducir un valor de OFB no estándar en la ventana **Rx BFO (Hz)**. Muchos de los transceptores modernos usan un oscilador maestro desde el cual se sintetizan otras frecuencias. Si el oscilador maestro está fuera de frecuencia todas las lecturas del dial serán incorrectas, sin que pueda saberse a priori si serán altas o bajas. El Apéndice C muestra un procedimiento simple para determinar si su radio puede ser calibrada de esta forma y, en ese caso, cómo determinar las constantes de calibración **A** y **B**. Con ellos, si usted está usando control CAT, la precisión de sus frecuencias de recepción y transmisión se podrá mejorar si introduce esos valores y marca la casilla **Enable frequency correction** en la pantalla de ajuste **Advanced**. Las frecuencias enviadas a la radio serán ajustadas de acuerdo a sus constantes de calibración. El botón marcado **Measure an audio frequency** puede ser útil para determinar los valores de **A** y **B**. Vea el Apéndice C para más detalles. Si usa control CAT, puede forzar un ajuste de frecuencia haciendo click en **Update rig frequency**.

Formato de mensajes especiales

Los mensajes WSPR normales constan de indicativo, locator con 4 dígitos y potencia en dBm. Este tipo de mensajes deben usarse siempre, si son apropiados. Sin embargo, como los indicativos compuestos (esto es, los que tienen prefijos o sufijos añadidos) no encajan en los 28 bits asignados en el mensaje estándar. De igual forma, los locator de 6 dígitos no encajan en los 15 bits asignados para ello. Los mensajes que contienen estos componentes se envían en una secuencia de dos transmisiones. Por ejemplo, para un indicativo como PJ4/K1ABC, con un locator de 6 dígitos como FK52UD y una potencia de 37 dBm, estos mensajes se enviarán en transmisiones alternas:

```
PJ4/K1ABC 37  
<PJ4/K1ABC> FK52UD 37
```

Si tiene una necesidad especial de transmitir el locator de 6 dígitos con un indicativo normal marque la casilla **Force transmission of 6-digit locator**. Para un indicativo K1ABC, con locator FN42AX y potencia 37 dBm, se transmitirán los siguientes mensajes en transmisiones alternas:

```
K1ABC FN42 37  
<K1ABC> FN42AX 37
```

Los indicativos entre corchetes angulares son transmitidos usando códigos *hash* de 15 bit. Si tal código es recibido por otra estación antes de haber recibido el indicativo completo será mostrado como <...> en la línea del texto decodificado. Una vez que se ha recibido el indicativo completo el decodificador reconocerá a partir de dicho momento el código *hash* y rellenará los huecos. Dos indicativos muy diferentes pueden tener el mismo código *hash*, pero la longitud del código *hash* de 15 bit asegura que, en la práctica, dicho tipo de conflictos sean muy raros.

Por favor tenga en cuenta que ni los indicativos compuestos ni los locator de 6 dígitos serán decodificados adecuadamente con versiones del programa WSPR anteriores a la 2.0. Detalles adicionales sobre el formato de los mensajes pueden encontrarse en el Apéndice B y en el código fuente del programa WSPR.

Miscelánea

Para conseguir el mayor rendimiento el nivel de ruido de fondo que llegue al computador debe ajustarse para que indique aproximadamente 0 dB en la barra de estado del programa WSPR. Desviaciones de hasta ± 10 dB del nivel nominal de 0 dB no afectan de forma importante a la capacidad de decodificación del programa WSPR. La idea es conseguir un nivel de ruido de base suficientemente grande para que el ruido de cuantificación sea despreciable, pero suficientemente bajo como para disponer de un rango dinámico adecuado. Las señales reportadas para cada decodificación se obtienen por división de la potencia de la señal promedio con la potencia de ruido promedio, escalado a una anchura de banda de referencia de 2500 Hz. Dentro de unos límites relativamente amplios esta relación es independiente del nivel de ruido medido en el receptor.

En la mayoría de las condiciones la anchura de banda normalmente utilizada para recibir comunicaciones en banda lateral, de unos 2.4 kHz, es una buena elección. Es posible utilizar anchuras de banda más estrecha si tiene problemas con señales fuertes que queden relativamente lejanas de la banda de 200 Hz usada por WSPR. No se obtendría una ventaja adicional en usar anchos de banda tan reducidos como 200 Hz ya que el programa WSPR realiza todo el filtrado por software.

Normalmente no es crítico usar o no el control automático de ganancia (AGC). Una buena práctica operativa consiste en dejarlo activado y ajustar el nivel de audio al valor recomendado mediante la reducción de la ganancia de RF. De hecho esto significa que el AGC únicamente se activará en presencia de señales muy fuertes dentro de la banda pasante. No es recomendable usar ajustes de AGC con una recuperación lenta (Slow-

AGC).

El programa WSPR funciona correctamente en Microsoft Vista pero usted debe tener en cuenta la enrevesada política de permisos de escritura en los directorios donde se instalan los programas. Si instala WSPR en el directorio por defecto C:\Archivos de Programa\WSPR, deberá desactivar el Control de Cuentas de Usuario de Vista (User Account Control). O, en otro caso, instalar el programa en una localización no habitual que usted defina como, por ejemplo, C:\programas_de_radio\WSPR.

Algunos usuarios quieren ejecutar varias copias de WSPR en el mismo computador. Esto es muy fácil de hacer; solo hay que hacer una copia del directorio donde se ha instalado el programa.

Para ser un buen ciudadano de la comunidad WSPRnet intente operar de tal forma que se optimice la fiabilidad de los reportes (spots) que usted envía a la base de datos.

Compruebe que el ajuste de frecuencia y la potencia indicada son correctos. Cuando cambie bandas, el mejor procedimiento para evitar unos cuantos reportes en una "banda incorrecta" es el siguiente:

- Marque la casilla **Idle**
- Espere a que la barra de status cambie a "Waiting to start"
- Si en la barra de status aparece "Decoding", espere a que termine y desaparezca el rótulo, y espere 30 segundos adicionales para asegurarse que su envío a WSPRnet se ha completado.
- Cambie de banda en WSPR, y en su transceptor si no está usando el CAT.
- Desmarque la casilla **Idle**

Linux, FreeBSD, Macintosh y Código Fuente

El código WSPR es de tipo abierto ("open source") y por diseño es independiente de la plataforma usada. En la actualidad hay paquetes binarios listos para instalar con un click para Windows y Ubuntu Linux. Es previsible que en un futuro haya también paquetes binarios para otros sistemas operativos y distribuciones Linux.

Para Ubuntu 8.10, 9.04, 9.10 y otros sistemas de 32 bit basados en Debian puede descargar un archivo de instalación de un enlace que encontrará en <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wspr.html>. Para instalar y ejecutar WSPR, coloque el archivo descargado en su directorio personal (home) y ejecute los siguientes comandos desde una ventana terminal, sustituyendo el número de la revisión por el que haya obtenido en la descarga:

```
$ sudo dpkg --instdir=. -i wspr_2.00r1714_i386.deb
$ cd WSPR
$ ./wspr
```

Hay muchos operadores que usan otras distribuciones Linux, FreeBSD, Macintosh OS X y Windows (con el paquete de desarrollo MinGW) que compilan WSPR a partir de su código fuente. La última versión del código fuente (al igual que todas las versiones previas) están disponibles en un repositorio SVN: <http://developer.berlios.de/projects/wsjt/>.

WSPRnet

Para acceder a las funciones de WSPRnet, dirijase a la dirección <http://wspnet.org/>. Este excelente sitio web ha sido diseñado y está mantenido por Bruce Walker, W1BW. Contiene un chat, conteos de las estaciones reportando "spots" en la última hora banda por banda, un mapamundi mostrando las estaciones WSPR activas y las rutas de propagación, una interfaz para entrar a la base de datos históricos y resúmenes estadísticos derivados de dichos datos. Se pueden hacer ampliaciones del mapa y desplazarlo, y fijar criterios varios para determinar el tipo de "spots" que se muestran. En esta página y la siguiente se muestran ejemplos de la pantalla inicial de WSPRnet, el mapamundi y algunas estadísticas de la base de datos.

The screenshot shows the WSPRnet website homepage. At the top, there is a navigation bar with links for Chat, Activity, Map, Database, Stats, Forum, Downloads, and User Info. Below this, there are several content blocks:

- Special Activities:** Lists activity periods for 11 November (15m and 160m), 18 November (12m and 80m), 25 November (10m and 60m), and 2 December (17m and 160m). It also mentions band pairs designed for both daytime and night-time opportunities.
- Spot Count:** Shows 12,971,092 total spots, 48,456 in the last 24 hours, and 2,494 in the last hour.
- Frequencies:** Lists USB dial frequencies in MHz: 0.5024, 1.8366, 3.5926, 5.2872, 7.0386, 10.1387, 14.0956, 18.1046, 21.0946, 24.9246, 28.1246, 50.293, and 144.488.
- k1jt:** A user profile section with links for My account, Create content, and Log out.
- LA3JJ Fuerteventura uploads:** A post by LA3JJ from 2009/11/11, mentioning difficulties with manual uploads and including attachments.
- WSPR - What a Trip:** A post by WATKQX from 2009/11/08, discussing the author's experience with Ham Radio and WSPR.
- Active forum topics:** A list of recent forum discussions, including "If at first.....", "Power readings", and "Application to analyse WSPR".
- Recent comments:** A list of recent comments on forum topics, such as "Re: Settings" and "Re: If at first.....".

Apéndice A: Tabla de conversión, vatios a dBm

0 dBm =	0.001 W
3	0.002
7	0.005
10	0.01
13	0.02
17	0.05
20	0.1
23	0.2
27	0.5
30	1
33	2
37	5
40	10
43	20
47	50
50	100
53	200
57	500
60	1000

Apéndice B: Especificaciones del Protocolo WSPR

- Mensaje estandar: indicativo + locator de 4 dígitos + dBm

K1ABC FN20 37

- Los mensajes que contienen un indicativo compuesto y/o un locator de 6 dígitos usan una secuencia de dos transmisiones. La primera transmisión contiene el indicativo compuesto y la potencia o el indicativo normal, el locator de 4 dígitos y la potencia; la segunda transmisión contiene el indicativo -con código *hash*-, el locator de 6 dígitos y la potencia.

Ejemplos:

PJ4/K1ABC 37

K1ABC FN42 37

<PJ4/K1ABC> FK52UD 37

<K1ABC> FN42AX 37

- Los prefijos adicionales pueden tener hasta tres caracteres alfanuméricos; los sufijos adicionales pueden ser una única letra o uno o dos dígitos.
- Componentes del mensaje estándar después de una compresión sin pérdidas (lossless compression): 28 bits para el indicativo, 15 para el locator y 7 para la potencia; en total, 50 bits. Más detalles se pueden encontrar en el código fuente, disponible en <http://developer.berlios.de/projects/wsjt/>
- Corrección de errores hacia adelante (Forward error correction, FEC): código convolucional con una restricción de longitud $K=32$, rate $r=1/2$.
- Número de símbolos de canal binarios: $n_{sym} = (50+K-1) \times 2 = 162$.
- Velocidad de manipulación: $12000/8192 = 1.4648$ baud.
- Modulación: por desplazamiento de fase de 4 tonos, fase continua (continuous phase 4-FSK), separación de tonos 1.4648 Hz.
- Anchura de banda ocupada: alrededor de 6 Hz
- Sincronización: Vector de sincronismo pseudo-aleatorio de 162-bit.
- Estructura de datos: cada símbolo de canal conlleva un bit de sincronismo (sync bit, LSB) y un bit de datos (data bit, MSB).
- Duración de la transmisión: $162 \times 8192/12000 = 110.6$ s.
- Las transmisiones comienzan nominalmente un segundo después de cada minuto UTC par, esto es, a hh:00:01, hh:02:01, ...
- Relación S/N mínima para recepción: alrededor de -28 dB en la escala WSJT (para una anchura de banda de referencia de 2500 Hz).

(N. del T.: el lector sabrá disculpar las posibles incorrecciones en la traducción de los términos técnicos que este humilde traductor ha hecho de la mejor manera posible. Gracias.)

Detalles adicionales sobre la estructura de los mensajes WSPR

A nivel del usuario los mensajes WSPR pueden tener uno de estos tres formatos:

Tipo 1: K1ABC FN42 37
Tipo 2: PJ4/K1ABC 37
Tipo 3: <PJ4/K1ABC> FK52UD 37

Los mensajes tipo 1 contienen indicativo, locator con 4 dígitos y potencia en dBm. Los mensajes tipo 2 omiten el locator pero incluyen el indicativo compuesto, mientras que los del tipo 3 reemplazan el indicativo por un código has de 15 bit e incluyen un locator de 6 dígitos y la potencia. Se usan técnicas de compresión sin pérdidas para empaquetar estos tres tipos de mensajes en exactamente 50 bits de información del usuario. Los indicativos estandar precisan de 28 bits y los locator de cuatro caracteres, 15 bits. En los mensajes de tipo 1, los 7 bits restantes se usan para la potencia. En los mensajes de tipo 2 y 3 esos 7 bits sirven para enviar la potencia y una extensión o redefinición de los campos normalmente usados para el indicativo o el locator. Usadas conjuntamente, esas técnicas de compresión permiten hacer una codificación en origen ("source encoding") el mensaje del usuario en el menor número posible de bits.

Después de esta codificación en origen, se añade redundancia usando para ello código de corrección de errores (ECC) muy potentes. WSPR usa un código convolucional con una longitud de restricción $K=32$ y una rate $r=1/2$. El procedimiento de convolución extiende los 50 bits del usuario en un total de $(50 + K - 1) \times 2 = 162$ símbolos de un bit. Se aplica "Interleaving" para "scramble" el orden de estos símbolos, minimizando con ello el efecto de ráfagas cortas de errores en la recepción que puedan ser causados por QSB, QRM o QRN. Los símbolos de datos son combinados con un número igual de símbolos de sincronización, un patrón pseudo-aleatorio de ceros y unos. La combinación de 2 bit de cada símbolo es la cantidad que determina cuál de los cuatro tonos posibles se transmite para un intervalo de símbolo dado. La información de dato se toma como el bit más significativo, siendo la información de sincronismo el bit menos significativo. Por ello, en una escala de 0 a 3, el tono para un determinado símbolo es el doble del valor (0 o 1) del bit de datos, más el bit de sincronismo.

Otras opciones de tipo arbitrario definen detalles adicionales del empaquetamiento del mensaje y del orden de los símbolos de canal. Estas opciones se describen mejor con ejemplos reales, y haciendo referencia al código fuente. Para hacer más fácil la implementación del protocolo WSPR por otros desarrolladores, se ha escrito un programa Fortran que ilustra el procedimiento de codificación y decodificación, y provee de ejemplos en cada paso del proceso. Una versión compilada de este programa para Windows está disponible en <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPRcode.exe>, y el código fuente completo se puede encontrar en el repositorio WSJT. Un ejemplo de cómo usar el programa y de la salida del mismo para el mensaje "K1ABC FN42 37" se muestra en la página siguiente. Un transmisor WSPR debe generar las frecuencias correspondientes a los números de los símbolos de canal, donde 0 es el tono de frecuencia más baja y 3 la más alta.

C:\wspr> WSPRcode "K1ABC FN42 37"

Message: K1ABC FN42 37

Source-encoded message (50 bits, hex): F7 0C 23 8B 0D 19 40

Data symbols:

1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0
1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0
1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1
1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0
1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1

Sync symbols:

1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1
1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1
1 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1
0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0
1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0

Channel symbols:

3 3 0 0 2 0 0 0 1 0 2 0 1 3 1 2 2 2 1 0 0 3 2 3 1 3 3 2 2 0
2 0 0 0 3 2 0 1 2 3 2 2 0 0 2 2 3 2 1 1 0 2 3 3 2 1 0 2 2 1
3 2 1 2 2 2 0 3 3 0 3 0 3 0 1 2 1 0 2 1 2 0 3 2 1 3 2 0 0 3
3 2 3 0 3 2 2 0 3 0 2 0 2 0 1 0 2 3 0 2 1 1 1 2 3 3 0 2 3 1
2 1 2 2 2 1 3 3 2 0 0 0 0 1 0 3 2 0 1 3 2 2 2 2 2 0 2 3 3 2
3 2 3 3 2 0 0 3 1 2 2 2

Decoded message: K1ABC FN42 37 ntype: 37

Apéndice C: Calibración de frecuencia

La precisión de los visualizadores digitales de frecuencia de las radios modernas sintetizadas dependen de un oscilador maestro. Si la frecuencia de ese oscilador está desviada, incluso en unas pocas partes por millón (ppm), puede degradar mucho la precisión de las frecuencias de la transmisión y de los "spots" WSPR. WSPR 2.0 tiene opciones para ayudarle a medir y habilitar constantes de calibrado para su radio, todo ello hecho por software.

Procedimiento de calibración rápido de dos frecuencias

El siguiente procedimiento funcionará para la mayoría de las radios modernas. Necesitará tener acceso a dos señales de frecuencia conocida, idealmente una de ellas de frecuencia baja, por ejemplo 3 MHz o menor, y otra muy superior. En Norteamérica es una buena opción usar la WWV a 2.5 y 10 MHz, tal como se muestra a continuación. En otras partes del mundo posiblemente podrá acceder a la WWV en 10 MHz, y como señal de baja frecuencia puede usar una estación de radiodifusión en AM. Existen muchas otras opciones, por supuesto.

1. Ponga el receptor en modo USB con el RIT apagado y seleccione en el dial $f_1 = 2.500$ MHz (o la frecuencia de la estación que haya elegido). El receptor deberá estar bien estabilizado térmicamente.
2. Active el RIT y ajústelo a -1500 Hz
3. Ponga en marcha el programa WSPR en modo **Idle**, haga click en **Measure an audio frequency** en la ventana de diálogo **Advanced**.
4. Reste 1500 Hz del valor de la frecuencia de audio medida que indica WSPR en la ventana de la consola y apunte el dato como error del dial d_1 .
5. Repita los pasos 1-4 para la segunda estación de frecuencia conocida. Usted tendrá ahora dos pares de números (f_1, d_1) and (f_2, d_2). Fíjese que f_1 y f_2 están en MHz pero d_1 y d_2 están en Hz.
6. Ahora resuelva el siguiente par de ecuaciones lineales (procedimiento que aprendió a hacer cuando estuvo en el instituto):

$$d_1 = A + B f_1$$

$$d_2 = A + B f_2$$

Las constantes de calibración que queremos obtener vienen dadas por:

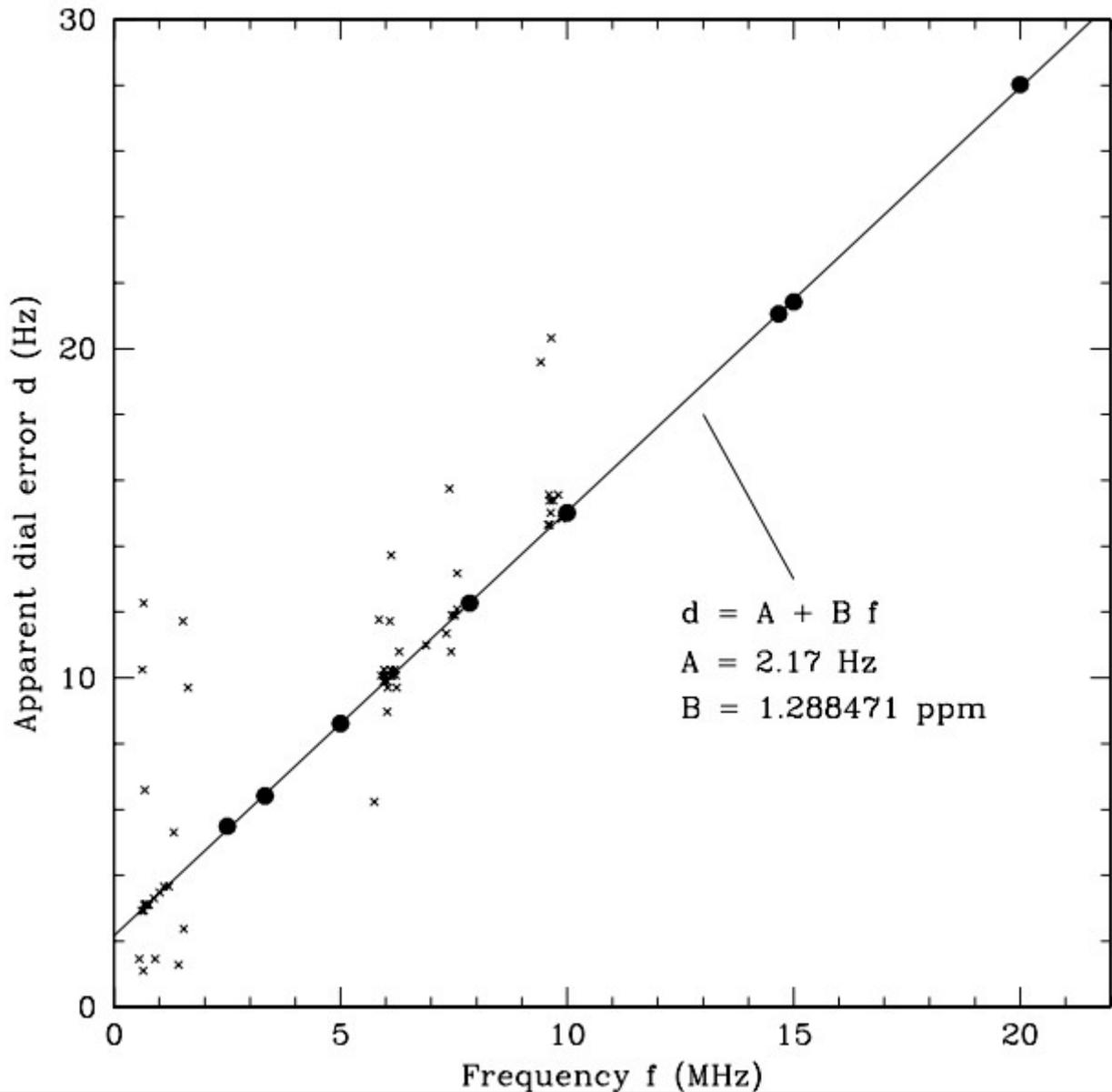
$$B = (d_2 - d_1) / (f_2 - f_1)$$

$$A = d_1 - B f_1$$

7. Ejemplo numérico: las medidas de la frecuencia de audio con mi TS-2000 fueron 1505.49 Hz en la frecuencia de WWV en 2.5 MHz, y 1515.01 Hz en la de 10 MHz. Por ello $f_1 = 2.5$, $d_1 = 1505.49 - 1500 = 5.49$, $f_2 = 10.0$, and $d_2 = 1515.01 - 1500 = 15.01$. Estos valores dan los siguientes resultados:
 $B = (15.01 - 5.49) / (10.0 - 2.5) = 1.269$ ppm
 $A = d_1 - B f_1 = 2.32$ Hz
8. Alternativamente se puede calcular los parámetros A y B usando el programa fcal(vea el siguiente apartado "Una calibración más precisa").
9. Cuando esté satisfecho con la repetibilidad y fiabilidad de sus resultados, introduzca los valores calculados de **A** y **B** en la ventana **Advanced** de WSPR.

Una calibración más precisa

La gráfica reproducida a continuación muestra los resultados del trabajo hecho en aproximadamente una hora con mi Kenwood TS-2000. Hice medidas tales como las descritas en los pasos 1-4 y las repetí para 68 estaciones diferentes. Los primeros 8 valores son las emisiones de frecuencias patrón de WWV (EEUU) en 2.500, 5.000, 10.000, 15.000 y 20.000 MHz y CHU (Canadá) en 3.330, 7.850 y 14.670 MHz. Estas medidas están se han representado como círculos rellenos en el gráfico. Es fácil ver que las medidas de las ocho señales de frecuencias patrón tienen un ajuste extremadamente bueno a la línea recta.



Las restantes medidas fueron hechas con emisiones de emisoras de radiodifusión en AM y en onda corta, elegidas más o menos aleatoriamente. En Norteamérica las frecuencias asignadas para las estaciones de radiodifusión AM son múltiplos enteros de 10 kHz. Muchas de las estaciones de radiodifusión en onda corta siguen el mismo patrón, aunque hay algunas en múltiplos impares de 5 kHz. Las estaciones más útiles son aquellas que dan frecuencias de audio cercanas a 1500 Hz cuando el dial de la radio está ajustado a la

frecuencia "redondeada" y el RIT está ajustado a -1500 Hz. Las medidas de las 60 emisoras de radiodifusión están indicadas por pequeñas cruces en la gráfica. Por mis medidas, aproximadamente dos tercios de las emisoras de radiodifusión tienen un error de menos de 1 Hz de su frecuencia asignada (aunque algunas están desplazadas hasta 5-10 Hz). Rechazando los valores con mayor discrepancia se puede obtener una calibración razonablemente buena usando estas u otro grupo similar de estaciones de radiodifusión.

Se ha incluido con su instalación WSPR un programa simple tipo comando `fcal`. También se ha incluido un archivo de datos como ejemplo, que contiene mis propias medidas de WWV y CHU, en `fcal.dat`. Si está cómodo ejecutando programas desde la línea de comandos, abra una ventana para comandos, cambie al directorio de instalación de WSPR, y teclee el comando "`fcal fcal.dat`". El resultado será similar a esto:

```
C:\Program Files\WSPR> fcal fcal.dat
      Freq      DF      Meas Freq      Resid
      (MHz)     (Hz)     (MHz)         (Hz)
-----
      2.500     5.49     2.500005490    0.10
      3.330     6.41     3.330006410   -0.05
      5.000     8.61     5.000008610    0.00
      7.850    12.27     7.850012270   -0.01
     10.000    15.01    10.000015010   -0.04
     14.670    21.06    14.670021060   -0.01
     15.000    21.42    15.000021420   -0.07
     20.000    28.02    20.000028020    0.08
```

```
A: 2.17 Hz   B: 1.288471 ppm   StdDev: 0.07 Hz
err: 0.05   0.000016
```

El parámetro A (medido en Hz) es la ordenada en el origen (el punto en el eje y que corta la recta ajustada); B es la pendiente de la línea, media en partes por millón. Estos resultados muestran que para mi TS-2000 las constantes de calibración obtenidas con el mejor ajuste de los datos son $A=2.17 \pm 0.05$ Hz y $B = 1.288471 \pm 0.000016$ ppm. La desviación estándar de las medidas con relación a la línea ajustada es mejor de 0.1 Hz, lo que muestra que las medidas son muy buenas y que la corrección lineal de la frecuencia del dial de la radio será muy fiable.

Usted puede usar el archivo `fcal.dat` como guía para preparar un archivo con sus propios datos de calibración. Para obtener los valores de **A** y **B**, use el nombre de su archivo como argumento del programa `fcal` en la línea de comandos, por ejemplo:

```
C:\Program Files\WSPR> fcal misdatos.dat
```

Haga click en el botón etiquetado **Read A and B from fcal.out** para transferir los datos ajustados a los campos de entrada de **A** y **B**.

Apéndice D: Búsqueda de fallos

No veo ninguna señal WSPR en el espectrograma en cascada.

1. ¿Está la casilla **Idle** desmarcada?
2. ¿Ha seleccionado el dispositivo **Audio in** correcto en la ventana **Station parameters**?
3. ¿Está llegando audio a su computador?
4. EL nivel mostrado en la esquina inferior izquierda de la ventana WSPR durante la recepción **Rx Noise** debe ser como mínimo de -10 dB. Si es muy bajo, por ejemplo -30 dB, deberá ajustar el volumen en su computador y/o en su receptor.
5. ¿Hay alguna estación activa en la banda seleccionada? Para los nuevos usuarios, la banda de 30 metros es un buen punto de partida y tiene generalmente mucha actividad y una buena propagación. Compruebe la página de actividad en WSPRnet <http://wspnnet.org/drupal/wspnnet/activity> para ver cuántas estaciones están activas en la banda y dónde están transmistiendo.
6. ¿Está su receptor ajustado a la frecuencia correcta y en modo USB? La frecuencia del dial debe ser la que se indica en la casilla **Dial**. Use una señal de frecuencia patrón como WWV para determinar la precisión de la calibración de su receptor y, si es necesario, ajuste adecuadamente la frecuencia del dial de su receptor.

Veo trazas de WSPR en el espectrograma pero no se decodifican.

1. ¿Está el reloj de su computador ajustado con suficiente precisión? La lectura de tiempo de WSPR debe estar desviada de la hora UTC como mucho ± 1 segundo.
2. ¿Está derivando la frecuencia en su receptor? Si muchas de las trazas WSPR se desvían hacia arriba o hacia abajo en el espectrograma será, previsiblemente, porque el receptor esté derivando demasiado. Pruebe a esperar media hora para ver si se estabiliza.
3. Si está transmitiendo es posible que el calor que se genere durante la transmisión pueda contribuir a esta deriva. Pruebe a reducir la potencia de salida o reduzca el valor de **Tx fraction** para que transmita con menor frecuencia.

No aparecen decodificaciones de mi señal en WSPRnet.org.

1. Quizá su señal no está siendo recibida por nadie. Una antena simple y unos pocos vatios deben ser suficientes para que usted pueda decodificar las señales de otros, y viceversa, en la banda de 30 metros durante el día. No se recomienda aumentar la potencia por encima de 5 o 10 vatios; la falta de reportes previsiblemente se debe a un problema de instalación y ajuste y no a un problema de potencia.
2. La página de actividad de WSPRnet <http://wspnnet.org/drupal/wspnnet/activity> puede usarse para ver cuántas estaciones están activas en la banda y dónde están localizadas.
3. ¿Está pasando su transmisor a transmitir? Compruebe que ha seleccionado el **PTT method** correcto y los ajustes de **PTT port** o **CAT** están bien hechos. Estos parámetros se configuran en la ventana **Station parameters**.
4. ¿Está su transmisor generando potencia? Use los medidores de su equipo o un medidor de campo o un medidor de ROE para comprobar que su equipo está generando una señal.
5. Si usted no tiene potencia de salida, compruebe que ha seleccionado el dispositivo **Audio out** correcto en la ventana **Station parameters**. Puede también necesitar el volumen de salida de su mezclador de audio, o ajustar el nivel de sonido en su transmisor (por ejemplo, nivel de Micro).

6. ¿Está transmitiendo en banda lateral superior (USB) en el rango de frecuencia de 200 Hz especificado para WSPR? Con un transceptor, si usted no ve señales WSPR en el espectrógrafo en cascada o no están diseminadas por encima y por debajo de la frecuencia central del rango, puede que su transceptor esté ajustado a una frecuencia incorrecta o que el dial no esté calibrado con precisión.

Mis reportes (spots) de otras estaciones no están apareciendo en la base de datos de WSPRnet.org.

1. ¿Ha marcado la casilla **Upload spots**? Tenga en cuenta que si ha usado la opción del menú **File** que permite decodificar archivos previamente guardados la casilla **Upload spots** habrá quedado desmarcada automáticamente.
2. ¿Está decodificando señales WSPR con éxito? Usted debe ver los mensajes WSPR en la gran ventana de texto en la parte inferior de la ventana WSPR, y los indicativos en el Mapa de la Banda en la esquina superior derecha.

Mi locator se muestra solo con 4 dígitos en la base de datos de WSPRnet.org.

1. ¿ha introducido un código de 6 dígitos en la ventana **Station parameters**? Usted debe siempre introducir un locator de 6 dígitos en esa casilla.
2. En el sitio web WSPRnet, asegúrese que en los detalles de su cuenta ha introducido su locator con 6 dígitos.

El control CAT no está funcionando correctamente con mi radio.

1. Su radio puede requerir ajustes que no están disponibles en la ventana Setup. Usted puede insertar parámetros adicionales de control de su equipo editando la línea **Handshake** en la ventana **Station parameters**. Por ejemplo, si necesita Handshake = Hardware y parity = Even, la línea **Handshake** debe contener el siguiente texto:

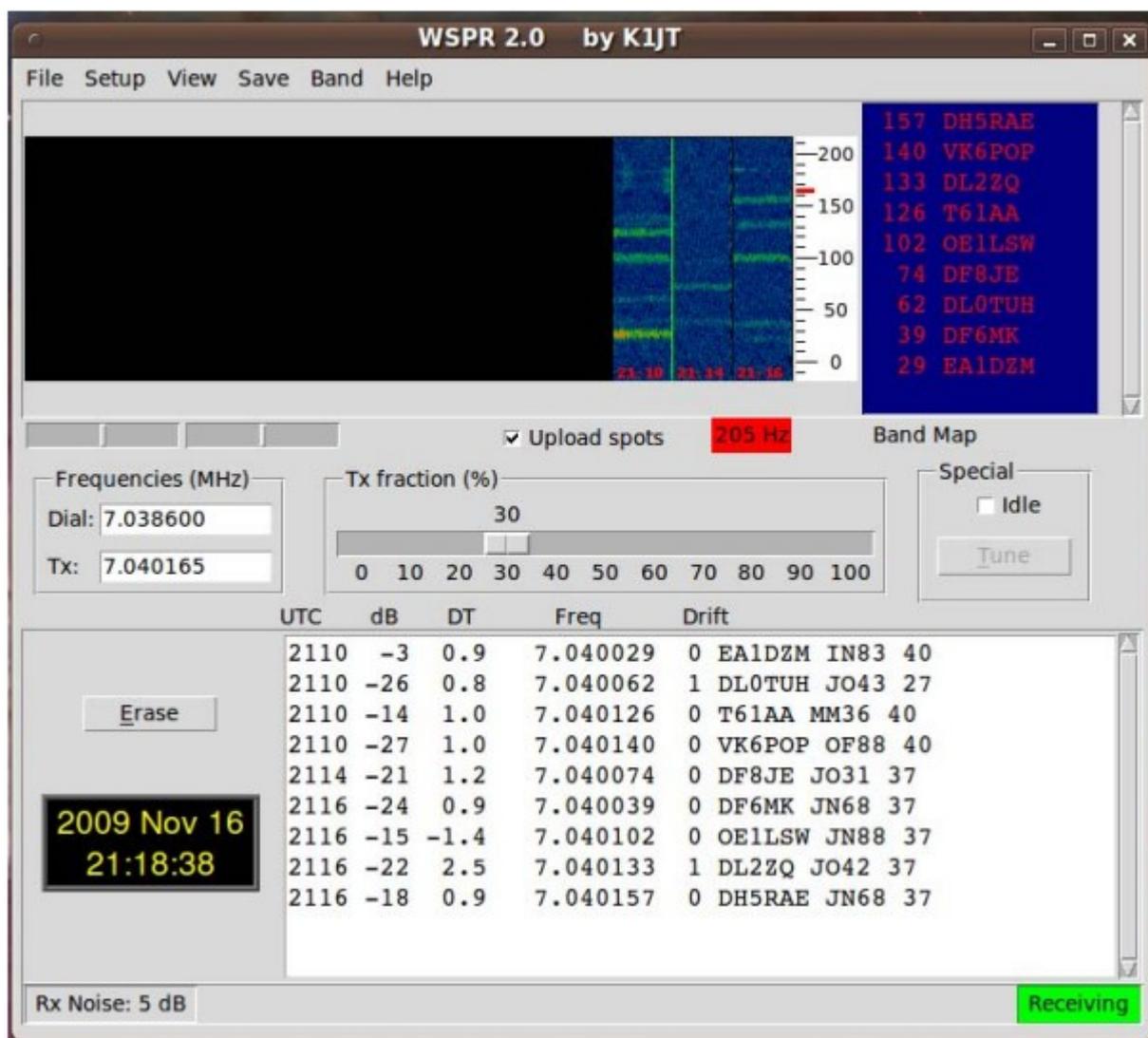
```
Hardware -C serial_parity=Even
```

2. Algunas radios (por ejemplo Yaesu FT-450, FT-950 y FlexRadio 3000) no aceptan los parámetros de temporización por defecto usados por el programa rigctl. El control CAT de esas radios requiere introducir el siguiente texto en la casilla de Handshake:

```
Hardware -C write_delay=0
```

Yo estoy usando WSPR bajo Linux y las etiquetas encima del texto decodificado están mal alineadas.

1. Los detalles de la apariencia de la pantalla dependen del gestor de ventanas, los tipos de letra instalados, etc. Puede hacer pruebas con diferentes tipos de letras editando el archivo `wsprrc`. Como una alternativa, intente hacer una copia de seguridad de `wsprrc` y copie el archivo suministrado `wsprrc.alt` renombrándolo como `wsprrc`. Un ejemplo de la apariencia de la pantalla resultante en OZ1PIF cuando usaba Ubuntu 9.04 se muestra en la siguiente página.



¿Todavía tiene problemas?

La comunidad WSPRnet es de mucha ayuda y puede ser contactada (en inglés) a través de los Foros en <http://wspnnet.org/drupal/forum>, y a través del grupo de correo wsjtgroup@yahoogroups.com.

Agradecimientos

Muchos han contribuido al éxito y popularidad de WSPR. Los miembros del Grupo de Desarrollo de WSJT, especialmente G4KLA, OH2GQC, VA3DB, W1BW, W6CQZ y JCDutton que han escrito el código, especialmente el código que ha resuelto los problemas de portabilidad entre plataformas. G3ZOD, LZ1BB, OZ1PIF y VK3SB han dedicado muchas horas a la corrección de las versiones beta y la preparación de los paquetes de distribución. G3ZOD preparó el borrador de casi todo el Apéndice D de este manual. ¡¡Muchas gracias a todos!!

Fecha de la revisión: 23 de noviembre de 2009