

Guía de inicio rápido de Q65

Joe Taylor, K1JT; Bill Somerville, G4WJS; Steve Franke, K9AN; y Nico Palermo, IV3NWW

3 de abril de 2021

WSJT-X 2.4.0 presenta Q65, un protocolo digital diseñado para QSO bidireccionales mínimos en rutas de propagación especialmente difíciles. En caminos con Doppler extendido más de unos pocos Hz, el rendimiento de señal débil de Q65 es el mejor entre todos los modos WSJT-X. Q65 es particularmente eficaz para la dispersión troposférica, la dispersión por la lluvia, la dispersión ionosférica, TEP y EME en VHF y bandas superiores, así como otros tipos de señales de desvanecimiento rápido.

Q65 utiliza modulación por cambio de frecuencia de 65 tonos y se basa en las fortalezas de señal débil demostradas de QRA64, un modo introducido en WSJT-X en 2016. Q65 difiere de QRA64 en las siguientes formas importantes:

- Un nuevo código de acumulación de repetición Q-ary de tasa baja para la corrección de errores de reenvío
- Mensajes de usuario y secuencias idénticas a las de FST4, FT4, FT8 y MSK144 • Un tono único para la sincronización de tiempo y frecuencia. Al igual que con JT65, este "tono de sincronización" es fácilmente visible en la pantalla espectral de cascada. Además, Q65 proporciona una "curva de sincronización" sensible cerca de la parte inferior de la ventana de cascada. A diferencia de JT65, la sincronización y la decodificación son efectivas incluso cuando hay pings de meteoritos u otras mejoras de señal corta.
- Submodos opcionales con longitudes de secuencia T/R de 15, 30, 60, 120 y 300 s y tono diferente espaciamientos.
- Una nueva técnica de decodificación de listas altamente confiable para mensajes que contienen fragmentos de mensajes copiados previamente. No se hace uso de una base de datos de indicativos.
- Promediación de mensajes altamente efectiva para situaciones en las que las transmisiones individuales son demasiado débiles o las mejoras de la señal son demasiado escasas para decodificar una señal.
- Una opción de "decodificación múltiple" que intenta decodificar todas las señales Q65 en la banda de paso recibida.

Los parámetros básicos de Q65 para cada una de las cinco longitudes de secuencia T/R y sus espacios mínimos de tono (submodos "A") se resumen en la siguiente tabla. Las sensibilidades de umbral (SNR en un ancho de banda de 2500 Hz que produce un 50 % de probabilidad de decodificación) se midieron para cada submodo mediante simulaciones sobre el canal de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN). Al igual que con otros modos desarrollados recientemente en WSJT-X, una función llamada decodificación a priori (AP) mejora la sensibilidad en varios dB adicionales a medida que se acumula información durante un QSO mínimo estándar.

T/R Período (s)	Símbolo Longitud (es)	"A" Tono Espaciado (Hz)	"A" Ocupado Banda ancha (Hz)	Transmisión Duración (s)	SNR (dB)	AP máx. relación señal/ruido (dB)
15	0.150	6.667	433	12.8	-22.2	-23,7
30	0.300	3.333	217	25,5	-24,8	-26,6
60	0.600	1.667	108	51.0	-27,6	-30,2
120	1.333	0.750	49	113.3	-30.8	-32.5
300	3.456	0.289	19	293.8	-33.8	-37.4

La corrección de errores de reenvío (FEC) en Q65 utiliza un código de bloque especialmente diseñado (65,15) con símbolos de seis bits. Se "perforan" dos símbolos del código, lo que produce un código efectivo (63,13) con una carga útil de $k = 13$ símbolos de información transmitidos por $n = 63$ símbolos de canal. Los símbolos perforados consisten en un CRC de 12 bits calculado a partir de los 13 símbolos de información. El CRC se utiliza para reducir la tasa de decodificación falsa a un valor muy bajo. Una secuencia pseudoaleatoria de 22 símbolos distribuida a lo largo de una transmisión se envía como "tono 0" y se utiliza para la sincronización. El número total de símbolos de canal en una transmisión Q65 es, por lo tanto, $63 + 22 = 85$.

Para cada longitud de secuencia T/R, los submodos A - E tienen espaciamientos de tono y anchos de banda ocupados 1, 2, 4, 8 y 16 veces los especificados en la tabla anterior. Las designaciones completas de los submodos incluyen un número para la longitud de la secuencia y una letra para el espacio entre tonos, como en Q65-15A, Q65-120C, etc. Los espacios entre tonos y los anchos de banda ocupados para los submodos más amplios se resumen en la siguiente tabla. Los submodos adicionales 120F, 300F y 300G podrían implementarse en el futuro si se percibe una necesidad.

T/R Period (s)	A Spacing Width (Hz)		B Spacing Width (Hz)		C Spacing Width (Hz)		D Spacing Width (Hz)		E Spacing Width (Hz)	
15	6.67	433	13.33	867	26.67	1733	N/A		N/A	
30	3.33	217	6.67	433	13.33	867	26.67	1733	N/A	
60	1.67	108	3.33	217	6.67	433	13.33	867	26.67	1733
120	0.75	49	1.50	98	3.00	195	6.00	390	12.00	780
300	0.29	19	0.58	38	1.16	75	2.31	150	4.63	301

La experiencia en el aire durante los primeros seis meses de prueba ha demostrado que Q65 es más sensible que cualquier otro modo WSJT-X cuando la propagación Doppler de la ruta es de más de unos pocos Hz. Un excelente ejemplo de usos específicos de Q65 es la dispersión ionosférica en la banda de 6 m. Las pruebas exhaustivas en la ruta de 1150 km entre K1JT y K9AN han demostrado que con una potencia de salida de 300 W, la otra estación copia correctamente casi todas las transmisiones Q65-30A. Q65 permitirá que las estaciones con un Yagi modesto y 100 W o más funcionen entre sí en 6 m a distancias de hasta ~2000 km la mayoría de los días del año, en condiciones de banda muerta. La dispersión ionosférica es mejor cerca del mediodía y en los meses de verano, pero está presente en todo momento.

En los últimos seis meses se han realizado muchas pruebas de Q65 en EME, dispersión troposférica, dispersión por lluvia, dispersión óptica y otras trayectorias potencialmente interesantes. Encontramos que los submodos Q65 adecuados funcionan bien en una amplia variedad de condiciones. La decodificación es efectiva para señales con Doppler extendido hasta diez veces el espacio entre tonos, e incluso más.

Los submodos recomendados que se sabe que son efectivos para aplicaciones específicas incluyen los siguientes. Obviamente, deberías sentirte libre de experimentar con otras combinaciones. Por favor, informe de sus resultados en un foro adecuado!

- Trans-Equatorial Propagation (TEP) on 50 MHz: **15C, 30C**
- Ionospheric scatter on 50 MHz: **30A**
- QRP ionospheric scatter on 50 MHz: **120E**
- Ionospheric scatter on 144 MHz: **60C**
- Troposcatter and rainscatter at 10 GHz: **60D**
- Small-dish EME, 10 and 24 GHz: **120E**
- Other EME: 50, 144 MHz **60A**; 432 MHz **60B**; 1296 MHz: **60C**; 10 GHz: **60D**

Algunas curvas de sensibilidad representativas de las mediciones de simulación se presentan en las Figuras 1 y 2.

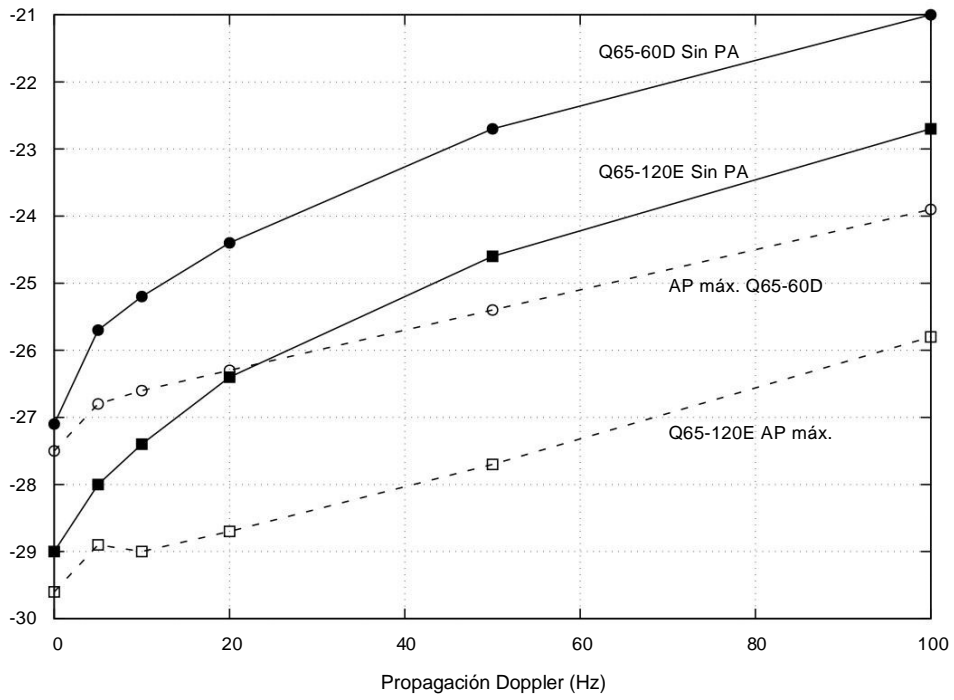


Figura 1. – Sensibilidades de umbral para Q65-60D y Q65-120E en función de la dispersión de frecuencia.

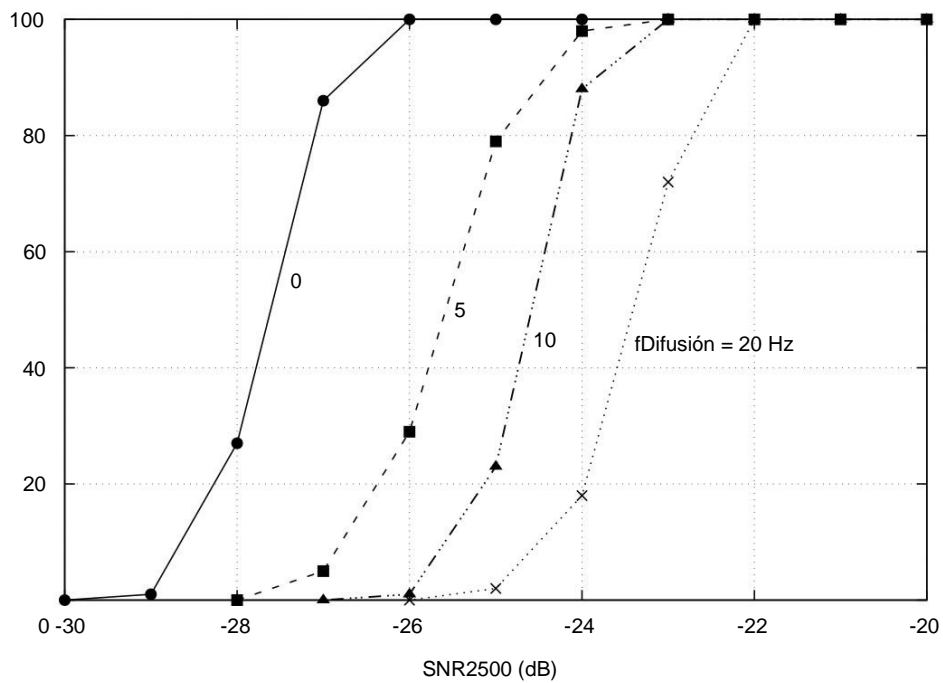
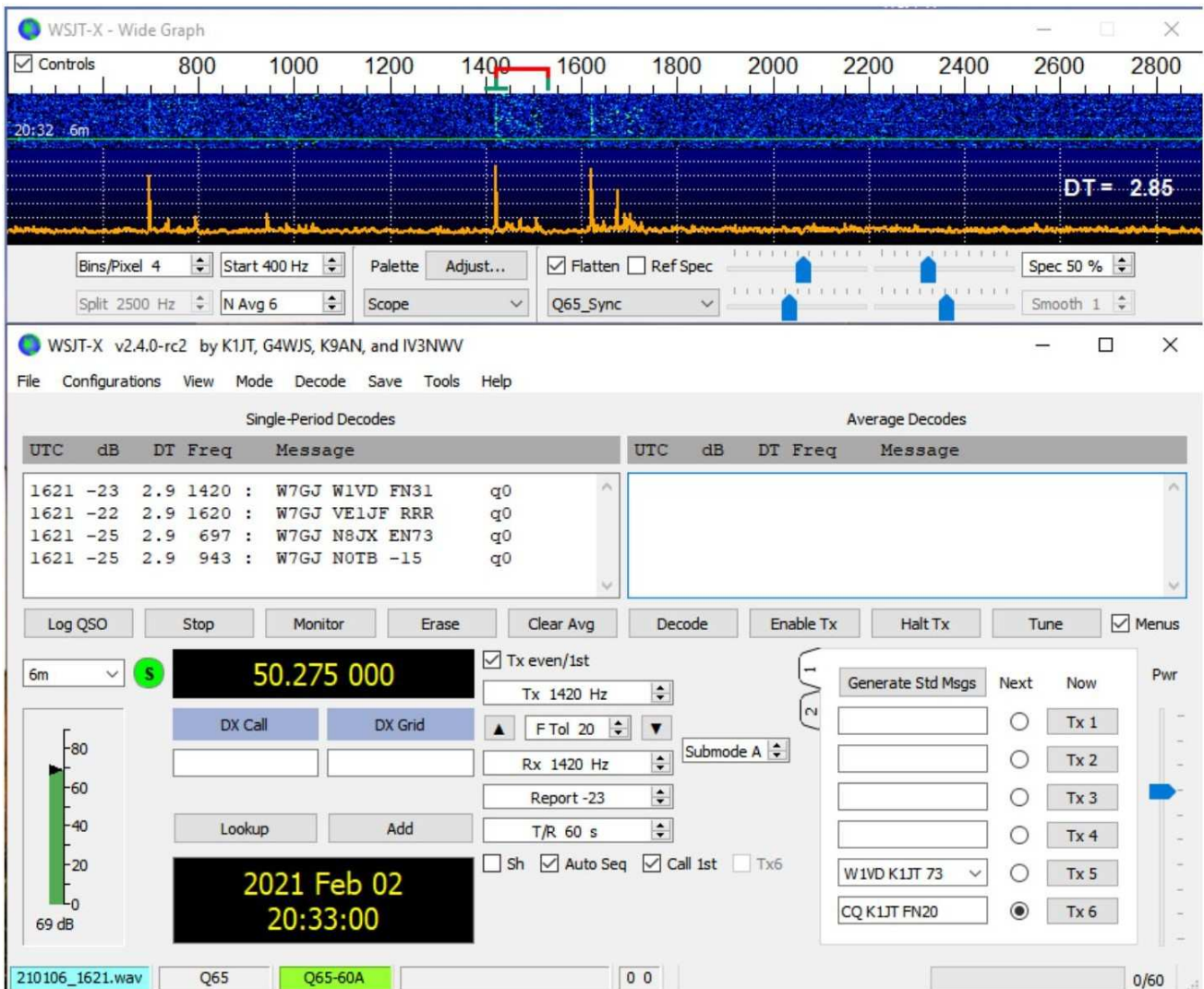


Figura 2. – Probabilidad de decodificación de Q65-60A (sin AP) en función de la SNR y la dispersión de frecuencia.

En la mayoría de los casos, operar con Q65 es similar a otros modos populares de WSJT-X , pero debe conocer algunas diferencias. Muchos de estos se presentan en el siguiente breve tutorial, que recomiendo seguir antes de proceder a hacer QSO con Q65.

1. Descargue una colección de archivos de muestra de Q65 de https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/Q65_Samples.zip y descomprímalo en un directorio conveniente como C:\WSJT-X\Q65_Samples
2. Inicie WSJT-X 2.4.0, seleccione el modo Q65 y configure otros parámetros como se muestra en la siguiente captura de pantalla. En la pestaña Archivo → Configuración → General , asegúrese de marcar Habilitar VHF y funciones de submodo y Decodificar después del retraso de EME, y desmarque Decodificación única. En el menú Decodificar , seleccione Rápido, Habilitar promedio y Borrar promedio automático después de decodificar.
3. Vaya a Archivo → Abrir, navegue hasta donde guardó los archivos de muestra y abra el archivo. ...Q65_Muestras\60A_EME_6m\210106_1621.wav. Debería ver algo como esta captura de pantalla, que muestra la decodificación de cuatro señales EME de 6 metros recibidas en W7GJ el 6 de enero de 2021. Tenga en cuenta que la decodificación se realiza primero en la frecuencia Rx seleccionada y luego en otras frecuencias.



4. Observe que se seleccionó Q65 Sync en la parte inferior de la ventana de gráfico amplio. Esta opción habilita la "curva de sincronización" naranja, una característica especial del Q65 que proporciona indicaciones sensibles de

donde los tonos de sincronización Q65 pueden estar presentes. Aquí puede ver picos significativos en las frecuencias 697, 943, 1420 y 1620 Hz, y el panel Decodificaciones de período único muestra decodificaciones en cada una de estas frecuencias. Las señales fuertes de Q65 muestran "hierba" adicional en la curva naranja a la derecha del tono de sincronización. El decodificador generalmente los ignora.

5. Las decodificaciones Q65 siempre se etiquetan con la letra minúscula "q" seguida de uno o dos decimales. dígitos El primer dígito indica el tipo de información a priori (AP) utilizada, si la hubiere. Cuando está presente, un segundo dígito muestra el número de secuencias Rx que se promediaron para producir la decodificación.

6. Para tener una idea de algunas de estas funciones, cambie al submodo Q65-30A, establezca Rx Freq en 1000 Hz y abra el primer archivo de muestra en el directorio... \Q65_Samples\30A_Ionosscatter_6m.

Este archivo no se decodificará, pero si selecciona Archivo → Abrir siguiente en el directorio (o presiona F6) dos veces para leer los siguientes dos archivos, debería ver

022900 -19 0,4 1010 : K1JT K9AN R-16 q03

en el panel Promedio de decodificación . (Asegúrese de esperar hasta que el indicador azul Decodificación se haya borrado, antes de presionar F6). Ninguno de los archivos a las 022700, 022800 o 022900 UTC proporcionará una decodificación por sí mismo, pero el promedio de los tres sí lo hará.

7. Vaya a Archivo → Configuración → General (o presione F2) y configure MyCall temporalmente en K1JT. Haga doble clic en el botón Borrar para borrar ambos paneles de texto decodificado y luego repita la secuencia de abrir los dos primeros archivos de muestra en el directorio 30A_Ionosscatter_6m . ahora deberías ver

022900 -20 0,4 1010 : K1JT K9AN R-16 q22

en el panel Promedio de decodificación . La bandera "q22" muestra que con el primer indicativo ya disponible como información AP, se obtiene una decodificación válida de las señales en solo dos secuencias Rx.

8. Pulse F6 dos veces más para leer y procesar los archivos tercero y cuarto de este directorio. El archivo a las 022900 UTC no se decodificará, pero el de las 024000 produce el resultado

024000 -21 0,3 1010 : K1JT K9AN R-16 q2

en el panel Decodificaciones de un solo período . Una vez más, la información de AP para el primer indicativo ha hecho posible la decodificación.

9. Haga doble clic en la línea de texto decodificado para que K9AN se copie en el campo de entrada de llamada DX . Ahora debería encontrar que dos de los cuatro archivos en el directorio 30A_Ionosscatter_6m se descodificarán inmediatamente con banderas "q3". Esto sucede porque ambos indicativos ahora están disponibles como información AP. También puede notar que ahora aparece una curva de sincronización roja junto con la curva naranja. Para las decodificaciones de "q3", la curva roja es el indicador más sensible de una sincronización adecuada.

10. A estas alturas ya debería saber lo suficiente para examinar y decodificar señales en todos los demás subdirectorios de archivos de muestra. Las señales en estos archivos son débiles y es posible que no se vean fácilmente en la cascada. Establezca los submodos como lo indican los nombres de los subdirectorios y Rx Freq en los valores que se muestran en la tabla de la página siguiente. Todos los archivos de muestra son señales reales por aire, grabadas por usuarios de WSJT-X 2.4.0 que formaron parte del grupo de prueba Q65. Proporcionan buenos ejemplos de señales en una amplia variedad de rutas de propagación.

Subdirectory	Rx Freq	Message
60B_1296_Troposcatter	1000	VK7MO VK7PD QE38
60D_EME_10GHz	1000	VK7MO K6QPV DM12
12D_Rainscatter_10GHz	1000	VK3WE VK7MO QE37
120E_Ionoscatter_6m	1800	KB7IJ N0AN 73
300A_OpticalScatter	1000	VK7MO VK7PD QE38

11. Mientras ejercita los archivos de muestra, debe experimentar activando y desactivando varios características del programa como decodificación única, habilitar promedio y borrado automático de promedio después de la decodificación. Intente hacer doble clic en la cascada para decodificar una señal en particular, usando, por ejemplo, señales en el subdirectorio 60A_EME_6m . No preste demasiada atención a los valores mostrados de SNR para las señales recibidas. Estamos trabajando en un algoritmo más confiable para estimar estos números.
12. Para tener una mejor idea de cómo funciona Q65 para EME en las bandas VHF más bajas, puede descargar muchos archivos adicionales aquí: https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/60A_EME_6m_2.zip Cada uno de estos archivos grabados en 6 metros por W7GJ incluye al menos dos señales EME decodificables. Por razones que ahora debe entender, la sensibilidad total requerirá decodificarlos con MyCall configurado en W7GJ.
13. Finalmente, aquí hay un resumen de los significados de las banderas "q#":
- q0 ? ? ?
 - q1 CC ? ?
 - q2 Mi llamada? ?
 - q3 MyCall DxCall ?
 - q4 MyCall DxCall [<en blanco> | RRR | RR73 | 73]