

Snelstartgids voor Q65

Joe Taylor, K1JT; Bill Somerville, G4WJS; Steve Franke, K9AN; and Nico Palermo, IV3NWV April 3, 2021

Vertaald door ON4CKT Fontenoy Rudy op 13 April 2021

WSJT-X 2.4.0 introduceert Q65, een digitaal protocol dat is ontworpen voor minimale tweeweg QSO's over bijzonder moeilijke propagatiepaden. Op paden met Doppler-spreiding van meer dan een paar Hz, zijn de zwakke signaalprestaties van de Q65 de beste van alle WSJT-X-modi. Q65 is bijzonder effectief voor troposferische verstrooiing, regenverstrooiing, ionosferische verstrooiing, TEP en EME op VHF en hogere banden, evenals andere soorten snel vervagende signalen.

Q65 maakt gebruik van 65-toons frequentie verschuivings sleutels en bouwt voort op de aangetoonde zwakke signaalsterkte van QRA64, een modus die in 2016 in WSJT-X werd geïntroduceerd. Q65 verschilt op de volgende belangrijke manieren van QRA64 :

- Een nieuwe Q-ary Repeat Accumulate-code met lage snelheid voor voorwaartse foutcorrectie.
- Gebruikersberichten en volgorde identiek aan die in FST4, FT4, FT8 en MSK144
- Een unieke toon voor tijd- en frequentiesynchronisatie. Net als bij JT65 is deze "sync-toon" direct zichtbaar op het spectrale display van de waterval. Bovendien biedt Q65 een gevoelige 'sync-curve' aan de onderkant van het watervalvenster. In tegenstelling tot JT65 zijn synchronisatie en decoding effectief, zelfs wanneer meteorpings of andere korte signaalverbeteringen aanwezig zijn.
- Optionele submodes met T / R-sequentielengten van 15, 30, 60, 120 en 300 s en verschillende toonafstanden.
- Een nieuwe, zeer betrouwbare lijst-decodingstechniek voor berichten die eerder gekopieerde berichten bevatten berichtfragmenten. Er wordt geen gebruik gemaakt van een roepnaamdatabase.
- Zeer effectieve berichtmiddeling voor situaties waarin afzonderlijke transmissies te zwak zijn om te worden gedecodeerd.
- Een "multi-decode" -optie die probeert alle Q65-signalen in de ontvangen doorlaatband te decoderen.

De basisparameters van Q65 voor elk van de vijf T / R-sequentielengten en hun minimale toonafstanden ("A" -subcodes) worden in de onderstaande tabel samengevat.

Drempelgevoeligheden (SNR in een bandbreedte van 2500 Hz die 50% kans op decodering oplevert) werden gemeten voor elke submode met behulp van simulaties over het additieve witte Gaussiaanse ruiskanaal (AWGN). Net als bij andere recentelijk ontwikkelde modi in WSJT-X, verbetert een functie genaamd a priori (AP) -decodering de gevoeligheid met enkele extra dB, aangezien informatie wordt verzameld tijdens een standaard minimale QSO.

T/R Period (s)	Symbol Length (s)	"A" Tone Spacing (Hz)	"A" Occupied Bandwidth (Hz)	Transmission Duration (s)	SNR (dB)	Max AP SNR (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

Voorwaartse foutcorrectie (FEC) in Q65 maakt gebruik van een speciaal ontworpen (65,15) blokcode met zes-bits symbolen. Twee symbolen worden "geperforeerd" uit de code, wat een effectieve (63,13) code oplevert met een nuttige lading van $k = 13$ informatiesymbolen die worden overgebracht door $n = 63$ kanaalsymbolen. De geperforeerde symbolen bestaan uit een 12-bits CRC berekend op basis van de 13 informatiesymbolen. De CRC wordt gebruikt om de foutieve decoderingssnelheid tot een zeer lage waarde te verlagen. Een pseudo-willekeurige reeks van 22 symbolen, verspreid over een transmissie, wordt verzonden als "toon 0" en gebruikt voor synchronisatie. Het totale aantal kanaalsymbolen in een Q65-transmissie is dus $63 + 22 = 85$.

Voor elke T / R-sequentielengte hebben submodes A - E toonafstanden en bezette bandbreedtes 1, 2, 4, 8 en 16 keer die gespecificeerd in de bovenstaande tabel. Volledige submode-aanduidingen omvatten een nummer voor sequentielengte en een letter voor toonafstand, zoals in Q65-15A, Q65-120C, enz. Toonafstanden en bezette bandbreedtes voor de bredere submodes zijn samengevat in de onderstaande tabel. Extra submodes 120F, 300F en 300G kunnen in de toekomst worden geïmplementeerd als daar behoefte aan is.

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

Ervaring in de ether tijdens de eerste zes maanden van testen heeft aangetoond dat Q65 gevoeliger is dan elke andere WSJT-X-modus wanneer de Doppler-spreiding van het pad meer dan een paar Hz is. Een uitstekend voorbeeld van gericht gebruik van Q65 is ionosferische verstrooiing op de 6 m-band. Uitgebreide tests op het 1150 km lange pad tussen K1JT en K9AN hebben aangetoond dat met een vermogen van 300 W bijna elke Q65-30A- transmissie correct wordt gekopieerd door het andere station. Q65 zal stations met een bescheiden Yagi en 100 W of meer in staat stellen om elkaar op 6 m te laten werken op afstanden tot ~ 2000 km op de meeste dagen van het jaar, in dode bandcondities. Ionosferische scatter is het beste in de buurt van het midden van de dag en in de zomermaanden, maar is aanwezig op alle momenten.

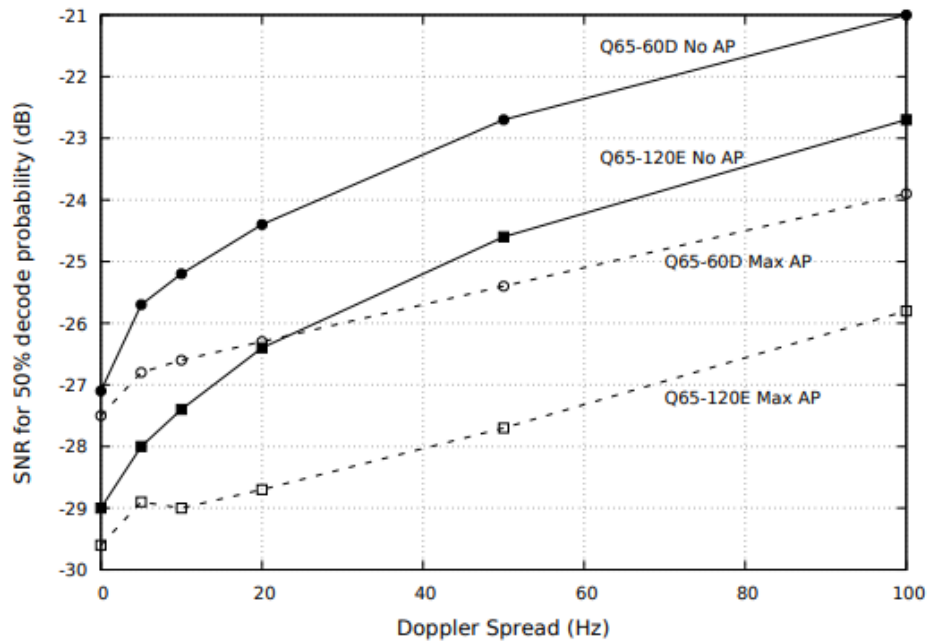
Veel tests van Q65 op EME, troposcatter, regenverstrooiing, optische verstrooiing en andere potentieel interessante paden zijn de afgelopen zes maanden uitgevoerd. We vinden dat geschikte Q65-submodes goed presteren onder een groot aantal verschillende omstandigheden. Decodering is effectief voor signalen met Doppler-spreiding tot tien keer de toonafstand, en zelfs daarbuiten.

Aanbevolen submodes waarvan bekend is dat ze effectief zijn voor specifieke toepassingen, zijn onder meer de volgende. Het is duidelijk dat u gerust mag experimenteren met andere combinaties. Rapporteer uw resultaten op een geschikt forum!

- Trans-equatoriale voortplanting (TEP) op 50 MHz: 15C, 30C
- Ionische verstrooiing op 50 MHz: 30A
- QRP-ionosferische verstrooiing op 50 MHz: 120E
- Ionische verstrooiing op 144 MHz: 60C

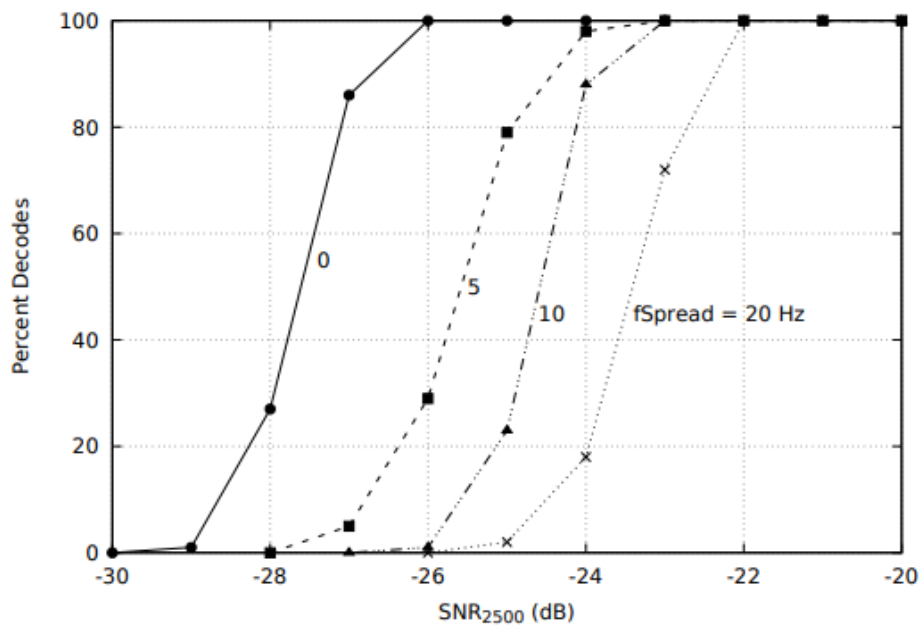
- Troposcatter en regenverstrooiing op 10 GHz: 60D
- Kleine schotel EME, 10 en 24 GHz: 120E
- Andere EME: 50, 144 MHz 60A; 432 MHz 60B; 1296 MHz: 60C; 10 GHz: 60D

Enkele representatieve gevoeligheidscurves van simulatiemetingen worden weergegeven in figuren 1 en 2.



Figuur -

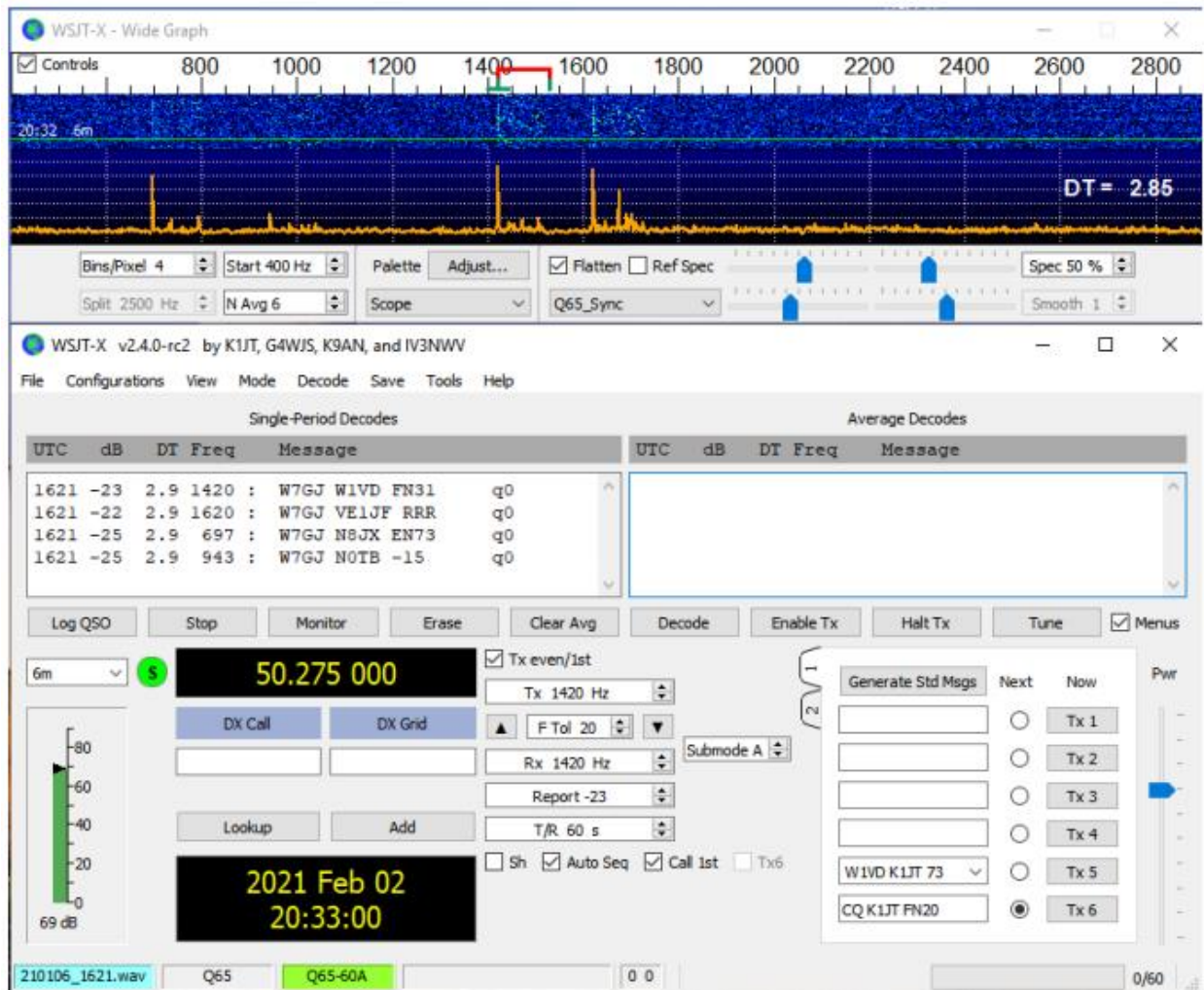
Drempelgevoeligheden voor Q65-60D en Q65-120E in functie van Frequentiespreiding.



Figuur 2. - Kans op decodering van Q65-60A (geen AP) als functie van SNR en frequentiespreiding.

In de meeste opzichten is het werken met Q65 hetzelfde als voor andere populaire WSJT-X-modi, maar u moet enkele verschillen kennen. Veel hiervan worden geïntroduceerd in de volgende korte tutorial, die ik aanbeveel om te volgen voordat je doorgaat met het maken van QSO's met Q65.

1. Download een verzameling Q65-voorbeeldbestanden van https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/Q65_Samples.zip en pak het uit in een handige map zoals C:\WSJT-X\Q65_Samples
2. Start WSJT-X 2.4.0, selecteer de Q65-modus en configureer andere parameters zoals weergegeven in de onderstaande schermafbeelding. Zorg ervoor dat u op het tabblad **File** → **Setting** → **General VHF and submode features** en **Decode after EME delay** aanvinkt en schakel **Single decode** uit. Selecteer in het menu **Decode**, **Fast Enable averaging** en **Auto Clear Avg after decode**.
3. Ga naar **File** → **Open**, navigeer naar waar u de voorbeeld bestanden hebt opgeslagen en open het bestand ... \Q65_Samples\60A_EME_6m\210106_1621.wav. Je zou zoiets als deze schermafbeelding moeten zien, die het decoderen van vier 6-meter EME-signalen laat zien die zijn ontvangen bij W7GJ op 6 januari 2021. Merk op dat het decoderen eerst plaatsvindt op de geselecteerde **Rx Freq** en daarna op andere frequenties.



4. Merk op dat **Q65 Sync** is geselecteerd onder in het Wide Graph-venster. Deze keuze maakt de oranje 'sync-curve' mogelijk, een speciale Q65-functie die gevoelige indicaties geeft van waar Q65-sync-tonen aanwezig kunnen zijn. Hier kun je significante pieken zien bij de frequenties 697, 943, 1420 en 1620 Hz, en de enkele periode decodings op elk van deze frequenties. Sterke Q65-signalen tonen extra "grass" op de oranje curve rechts van de synchronisatietoon. De decoder negeert deze doorgaans.

5. Q65-decoderingen zijn altijd gelabeld met de kleine letter "q" gevolgd door een of twee decimalen. Het eerste cijfer geeft het gebruikte type a priori (AP) informatie aan, indien

aanwezig. Indien aanwezig, toont een tweede cijfer het aantal Rx-reeksen dat gemiddelde is om de decodering te produceren.

6. Om een idee te krijgen van enkele van deze functies, schakelt u over naar submode Q65-30A, stelt u **Rx Freq** in op 1000 Hz en opent u het eerste voorbeeldbestand in de directory ... \ Q65_Samples \ 30A_Ionosscatter_6m. Dit bestand zal niet decoderen, maar als je **File** → **Open next in directory** selecteert (of op **F6** drukt) om de volgende twee bestanden te lezen, zou je onderstaande moeten zien

```
022900 -19 0.4 1010 : K1JT K9AN R-16 q03
```

in het paneel **Average Decodes**. (Zorg ervoor dat u wacht tot de blauwe **Decode** indicator is verdwenen voordat u op **F6** drukt.) Geen van de bestanden op 022700, 022800 of 022900 UTC levert zelf een decodering, maar het gemiddelde van alle drie doet dat wel.

7. Ga naar **File** → **Settings** → **General** (of druk op **F2**) en stel **MyCall** tijdelijk in op K1JT. Dubbelklik op de knop **Erase** om beide panelen met gedecodeerde tekst te wissen en herhaal vervolgens de volgorde van het openen van de eerste twee voorbeeldbestanden in de map 30A_Ionosscatter_6m. Je zou nu moeten zien

```
022900 -20 0.4 1010 : K1JT K9AN R-16 q22
```

in het paneel **Average Decodes**. De vlag "q22" geeft aan dat met het eerste oproepteken al beschikbaar als AP-informatie, een geldige decodering wordt verkregen uit de signalen in slechts twee Rx-reeksen.

8. Druk nog twee keer op **F6** om het derde en vierde bestand in deze map te lezen en te verwerken. Het bestand op 022900 UTC zal niet decoderen, maar het bestand op 024000 geeft het resultaat

```
024000 -21 0.3 1010 : K1JT K9AN R-16 q2
```

in het paneel **Single-Period Decodes**. Opnieuw heeft AP-informatie voor de eerste roepnaam de decodering mogelijk gemaakt.

9. Dubbelklik op de regel met gedecodeerde tekst zodat K9AN naar het invoerveld **DX Call** wordt gekopieerd. Je zou nu moeten ontdekken dat twee van de vier bestanden in de 30A_Ionosscatter_6m directory onmiddellijk zullen decoderen met "q3" vlaggen. Dit gebeurt omdat beide roepnamen nu beschikbaar zijn als AP-informatie. U zult wellicht ook opmerken dat er nu samen met de oranje curve een rode synchronisatiecurve verschijnt. Voor "q3" - decodering is de rode curve de meest gevoelige indicator voor een goede synchronisatie.

10. U zou nu genoeg moeten weten om signalen in alle resterendesubmappen van voorbeeldbestanden te onderzoeken en te decoderen. De signalen in deze bestanden zijn zwak en zijn mogelijk niet direct zichtbaar op de waterval. Stel de submodes zoals aangegeven door

de submapnamen en **Rx Freq** in op de waarden die in de tabel op de volgende pagina worden weergegeven. Alle voorbeeldbestanden zijn echte over-the-air-signalen,

opgenomen door gebruikers van WSJT-X 2.4.0 die deel uitmaakten van de Q65-testgroep. Ze bieden goede voorbeelden van signalen op een breed scala aan voortplantingspaden.

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. Tijdens het oefenen met de voorbeeldbestanden zou u moeten experimenteren met het in- en uitschakelen van verschillende programmafuncties, zoals **Single decode**, **Enable averaging** en **Auto Clear Avg after decode**. Dubbelklik op de waterval om een bepaald signaal te decoderen, bijvoorbeeld met signalen in de submap 60A_EME_6m. Let niet te veel op de weergegeven waarden van SNR voor ontvangen signalen. We werken aan een betrouwbaarder algoritme om deze cijfers te schatten .

12. Om een nog beter idee te krijgen van hoe Q65 werkt voor EME op lagere VHF-banden, kunt u hier veel extra bestanden downloaden:

https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/60A_EME_6m_2.zip Elk van deze bestanden is opgenomen op 6 meter door W7GJ bevat ten minste twee decodeerbare EME-signalen. Om redenen die u nu zou moeten begrijpen, vereist volledige gevoeligheid decoding ervan met **MyCall** ingesteld op W7GJ.

13. Ten slotte volgt hier een samenvatting van de betekenissen van de "q #" -vlaggen:

- q0 ? ? ?
- q1 CQ ? ?
- q2 MyCall ? ?
- q3 MyCall DxCall ?
- q4 MyCall DxCall [<blank> | RRR | RR73 | 73]