

The FT4 Protocol for Digital Contesting

Joe Taylor, K1JT, Steve Franke, K9AN, and Bill Somerville, G4WJS
April 22, 2019

Introduktion: FT4 er en eksperimental digital mode designet specifikt til Radio Contest. Lige som FT8 bruges der fast TX længde, struktureret meddelelse med optimeret format for minimal QSO'er, og en stor forward error correction. T/R er 6 sekunder lang, så FT4 er 2.5 gange hurtigere end FT8 og med nogenlunde samme hastighed som ved en RTTY Contest. FT4 kan håndtere signaler, som er 10dB svagere end krævet til RTTY, og samtidig anvendes meget mindre båndbredde.

Basis parametre: FT4 meddelelses format er den samme som i FT8 og bliver encoded med samme (174,91) lav-densitet paritets check kode. TX varer 4,48sek., sammenlignet med 12,64 sek. med FT8. Modulationen er en 4-tone FSK, hvor hastigheden er ca. 23,4 baud, hvor tonerne er separeret med baud raten. Båndbredden som indeholder 99 % af effekten er på 90Hz. Grænsefølsomheden ved 50 % decodning er et S/N = -16,4 dB målt i standard 2500Hz reference støj båndbredde. A priori (AP) decodning kan give en grænsefølsomhed for 50 % decodning på -18 dB eller bedre.

Installation og Initial Setup

For at deltage i FT4 Test-gruppen og være med i en eller flere kommende 'mock contest', hvor FT4 testes og afprøves skal man allerførst lige foretage nogle ting for at installere og konfigurere en release candidate version af *WSJT-X 2.1.0*:

1. Download installations filen fra et Link som vil blive offentliggjort senere
2. Installer programmet på samme måde som du plejer, at gøre. Dog vil det være en god ide, at vælge en anden mappe til installationen for ikke, at konflikte med den version som du normalt bruger. Det er en god ide at omdøbe både den gamle og den nye genvej inden man starter release candidate op.
3. Start det nyinstallerede program som du normalt gør det med WSJT-X og vælg Mode FT8.
4. I Menu **Configurations** vælges **DEFAULT/CLONE**
5. I Menu **Configurations Default – Copy** vælges **Rename** for at omdøbe den nye configuration til FT4. Vælg I **Configuration FT4** og **Switch To**.
6. Vælg FT4 i **Mode** menu
7. I Menu **File** vælges **settings** og herefter vælges fanen **Frequencies**. Højreklik et eller andet sted i **Frequency** feltet og tryk på **Reset**. Svar ja til om du vil erstatte de nuværende med default frekvenser. På denne måde vil kun de "normale" FT4 frekvenser være på listen.
8. I **Settings/Advanced** fanen sættes flueben i **Special operating activity**. Sæt herefter flueben i **ARRL RTTY Roundup** og i feltet **RTTY RU Exch** indsættes den korrekte "Contest

Exchange". Alle andre en USA skriver her DX. Når man trykker OK vil et lille "Contest Log" vindue dukke.

9. Hvordan man kan logge fra *WSJT-X* til *N1MM Logger+* kan findes i *WSJT-X 2.1 User Guide*, Sektion 4.5.

Nu er release candidate versionen af *WSJT-X 2.1.0* konfigureret til FT4. Det er en god ide at downloade og se et eksempel på FT4 signaler. Vælg **Download Samples** i **Help** menu og marker FT4. Nu konfigureres **Wide Graph** (vandfald) med de indstillinger som er på Figur 1. I **Decode** menu vælges **Deep**. Nu åbnes den downloadede Sample file i menuen **File**.

Optagelsen varer ca. 19 sek. igen som vist på Figur 1. De fleste af de deocodede signaler kan ikke høres eller de er meget svage. Mindre end en tredjedel er kraftige nok til at være blevet decoded, hvis det havde været RTTY signaler og så fald ville de også ligge over en større frekvens område.

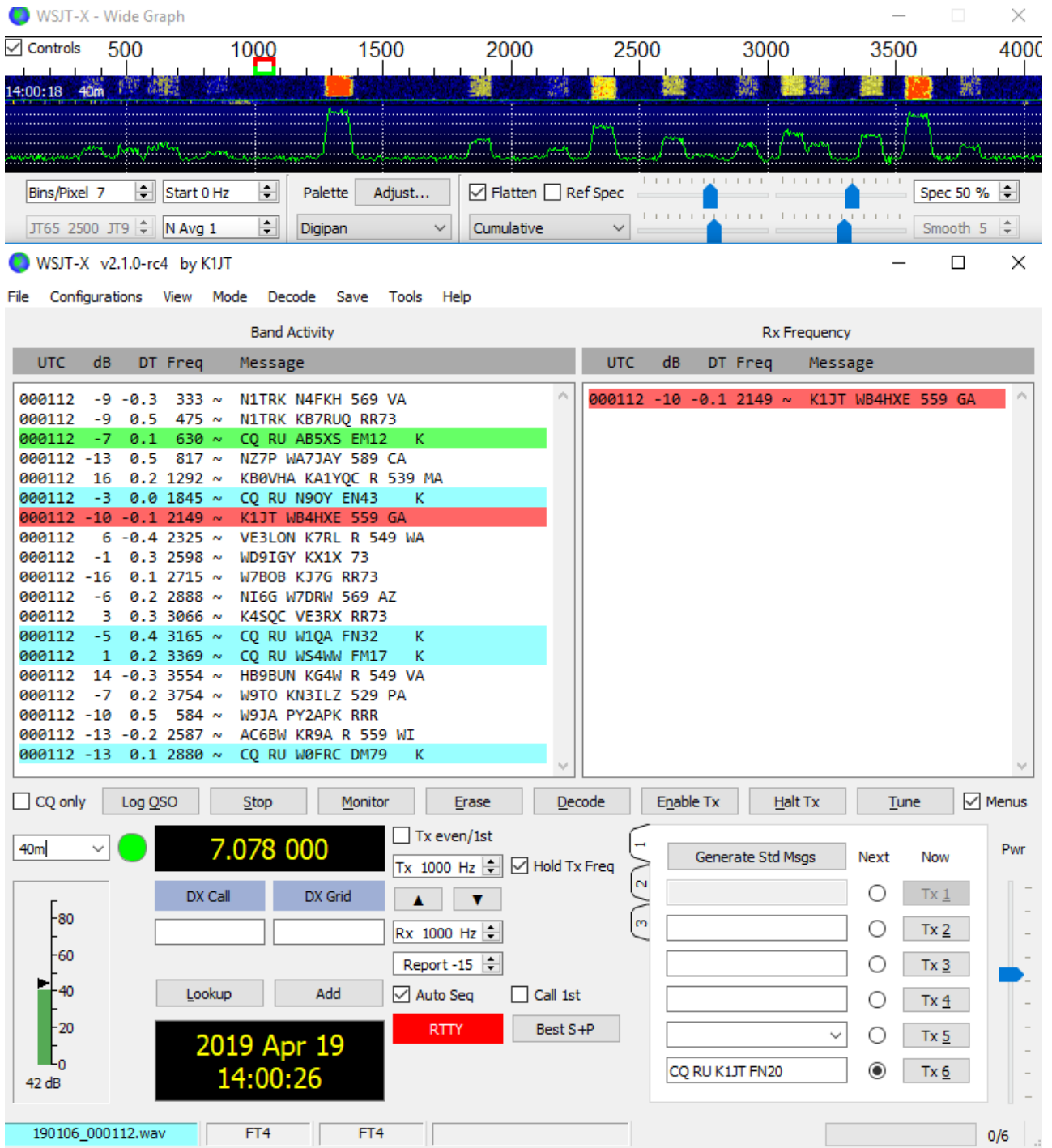


Figure 1. — Screen shot som viser simulerede FT4 signaler og decoding

Operation: Bortset fra en meget kortere T/R sekvens, opfører FT4 sig essentielt på samme måde som FT8. Der er kommet en ny skærmbkontrol knap til i FT4 og den hedder **Best S+P** lige under **Call 1st** knappen. Klikker man på denne knap under en RX sekvens gør programmet klar til, at undersøge alle CQ kaldene efter den 6 sek. RX periode. Programmet udvælger så den potentielt bedste QSO partner (Set ud fra et Contest synspunkt) og håndterer den udvalgte som man havde dobbeltklikket på linjen i **Band Activity** vinduet. Med potentiel bedste QSO partner menes det "Ny Multiplier" (1.priortet) eller "New Call on Band" (2.prioritet). Med "Ny multiplier" skal det her forstås

som "Nyt DXCC". Senere vil der blive implementeret en mere veldefineret multiplier kategori til ARRL RTTY Roundup reglerne. Der kommer muligvis også andre prioriteringer ind og disse tilpasses de forskellige Contests f.eks "New Grid on Band" som passer til VHF Contest. Desuden noget som sortering efter signalstyrke er der også planer om.

Under **Settings/General** fanen kan man markere **Alternate F1–F6 bindings**. Når man så kører contest trykker man **F1** for at kalde CQ. For at besvare en CQ og sende ens contest "Exchange" dobbeltklikker man på en decoded linje. Alternativ kan man som tidligere nævnt lade **Best S+P** gøre det. **Auto Seq** og **Call 1st** virker lige som i FT8. Funktionstasterne **F2 - F5** kan bruges til at sende indholdet af TX2 – TX5 på Tab1. **F6** sætter eller fjerner fluebenet ved **Call 1st**. Kombinationen **Alt+B** vælger om **Best S+P** skal være on eller off.

FT4 er p.t. konfigureret så stationer som opererer med Search-and-Pounce ("S+P") logger en QSO når RR73 er afsendt og den station som kaldte CQ ("Run") logger når et RR73 er modtaget. Lige som FT8 er der i FT4 også en lille forskel på en S+P station og en Run station. En operatør kan nemt og ofte skifte mellem disse to måder og køre QSO på. Så ens contest evner afhænger af optimering og en del andre beslutninger. Med nok stationer og køre er det muligt med for en Single-radio, at opnå en QSO rate på over 100 i timen når man kører FT4.

Transmitted signal: FT4 bruger en modulations teknik også kendt som Gaussian frequency shift keying eller GFSK. Den genererede audio waveform indeholder 105 toner i sekvens som en af fire frekvenser. Den encoded serie af de forskellige audiotoner vil måske originalt have set ud som den øverste røde kurve i Figur2. Men i FT4 bliver sekvensen af frekvenser afrundet med en Gaussian funktion før den sendes til software modulatorens. Den blå kurve viser samme kurve efter afrunding. TX sekvensen indeholder ikke længere nogle stepvise diskontinuiteter.

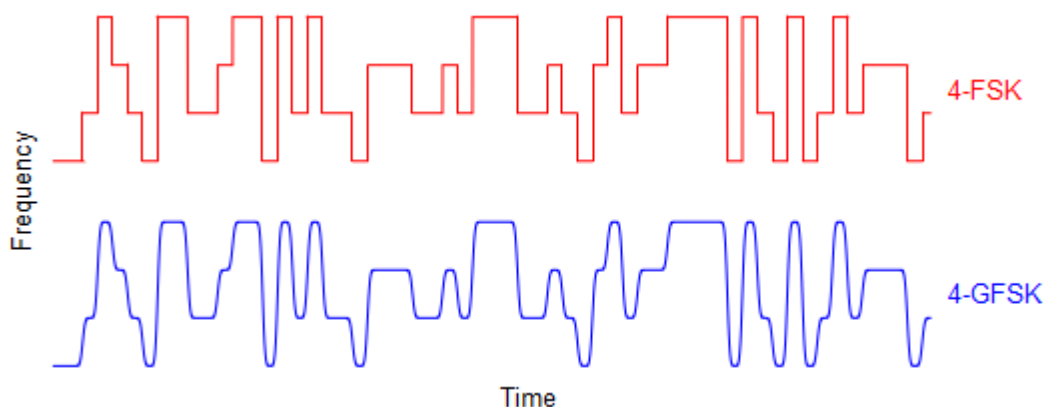


Fig2. — Eksempel på encoded (rød) og afrundet (blå) frekvens sekvens for en del af en FT4 msg.

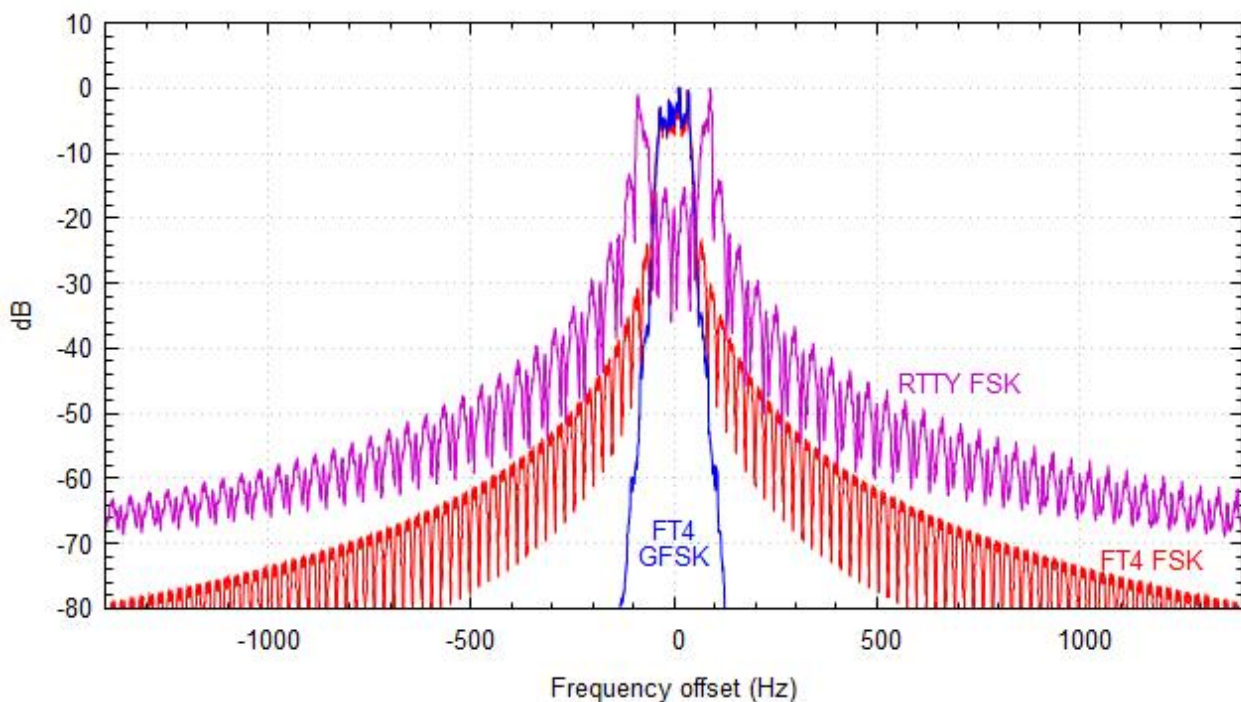


Fig3. — Spectrum af et FT4 signal sendt med GFSK (blå), FT4 med FSK (rød), og RTTY med continuous-phase FSK (violet).

Figure 3 viser spectrum af et standard RTTY signal (violet) som er mere end 2000Hz bredt ved -60 dB. Nogle software genererer RTTY signaler ved audio frequency shift keying (AFSK) og efterfølgende filtrering af waveform for at reducere uønskede sidebånd. Det er således, at en sådan post-modulation filtrering vil ødelægge constant-envelope egenskaberne i et continuous-phase FSK signal og tilbage er et signal som skal forstærkes med en god linearitet for, at undgå og generere nye uønskede sidebånd. Som kontrast har FT4 GFSK signalet en constant envelope og det er immun over for inter-modulations forstyrrelse.

Decoding og Frekvenser: FT4 decoderen i *WSJT-X 2.1* identificerer og decoder signaler i passband helt til 5 Khz bredde. Som i alle andre *WSJT-X* modes, modtagne msg er "Alt eller intet" – der er ingen delvis decoding og falske decodes er sjældne. Udskilningen af et decoded signal i en modtaget data strøm gør det muligt at decode transmissioner som overlapper hinanden i frekvens og sandsynligvis også overlap med et meget kraftigere signal. De sidste 3 decodes som er vist i **Band Activity** vinduet på Figur1. er eksempler på second-pass decodes. Med den normale odd/even sekventiel TX perioder og signalerne liggende med en afstand på 120-150 Hz er det muligt for helt op til 50 stationer kan operere inden for et 3 eller 4 Khz passband. Og det kun med en smule forstyrrelse også selv om signalstyrken mellem det ønskede og uønskede signal er helt op til 60 dB.

Erfaring vil vise den bedste strategi for valg af frekvenser under en contest og hvor mange 3 Khz der er nødvendige på hvert bånd til FT4. Som foreløbig guideline vil vi anbefale følgende default VFO frekvenser for FT4: 3.595, 7.090, 10.140, 14.140, 18.104, 21.140, 24.919, 28.180, 50.318 og 144.170 Mhz. Enhver form for feedback til et bedre valg af frekvenser er velkommen.

Følsomhed: Figur 4 viser målinger af FT4 decoder følsomheden med forskellige simulerede udbredelses forhold. De to kurver til højre viser Doppler spredning (Hz) og tovejs differentiell delay (ms) for variende ITU standard forhold ved, at bruge Watterson modellen for ionosfæriske udbredelsesforhold.

Den fuldoptrukne kurve til venstre viser "common mid-latitude" udbredelse under uforstyrrede forhold. Stiplet linjer viser den målte følsomhed for decoding med maksimum *a priori* (API) information under to ekstreme udbredelses forhold. Ved hurtig sammenligning med RTTY har vi bemærket, at i simuleret "mid-latitude" under moderate forhold viser det sig, at RTTY har opnået fejl procenter på mindre end 10 %, dog kun hvis SNR er over -1 til +4 dB og igen afhængigt af hvilket softwaremodem som er i brug. FT4 har en fordel på omkring 10dB i forhold til RTTY

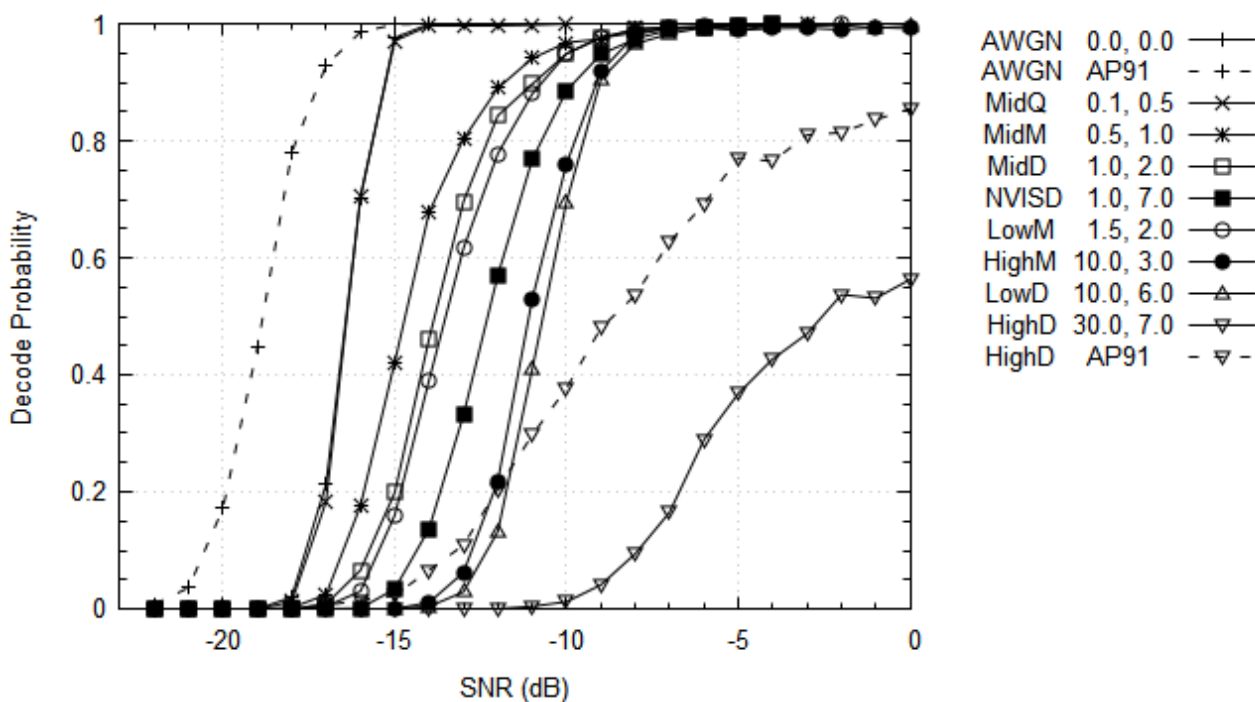


Fig 4. — Målt decoding sandsynlighed for FT4 som en function af SNR. AWGN betder Additive White Gaussian Noise; Low, Mid, og High referer til geomagnetisk latitude; Q, M, og D er Quiet, Moderate, eller Disturbed ionosfæriske forhold; NVIS betyder Near Vertical Incidence Skywave; AP91 refererer til *a priori* decoding af en RR73 msg i en typisk contest QSO.

Tidlige test: En prerelease candidate af *WSJT-X* gav os mulighed for, at udforske muligheden for FT4 med asynkron mode og ingen faste start tidspunkter for T/R intervaller. Disse test havde også til formål, at vise de signifikante fordele der er ved brug af tids-synkroniseret sekvenser. Faste sekvens længde med et forudbestemt starttidspunkt sikre, at en meget større del af de modtagne signaler er dekodbare. Specielt ved Contest lignende situationer, hvor en given station sender omkring det halve af tiden. Ved de betingelser som normalt bruges for at genere kommunikation øger synkronisering kapaciteten af kanalen.

Plan: Nogle få parametre og indstillinger af FT4 bliver stadig testet og optimeret. Det vil være fordelagtigt, at afholde flere Mock contest med en større gruppe af aktive deltagere. Selv om det skulle vise sig, at der ikke er nogen seriøse bugs eller andre mangler, mener vi at FT4 er for nyt til at blive brugt i to kommende events. Det drejer sig om ARRL VHF Contest (8-10 Juni) og ARRL Field Day (22-23 Juni). Derfor planlægger vi, at udgive en release candidate som udløber den 7. juni 2019. Ellers forventer vi, at følge nedenstående plan så vidt det er muligt:

- April 22: Offentliggørelsen omkring FT4 med et link til dette dokument
- April 29: anden offentliggørelse, med link til download af installationspakken for *WSJT-X 2.1.0-rc5*
- 9. Maj, 0000 – 0100 UTC: FT4 praktik session, 7.090 MHz
- 14. Maj, 0000 – 0100 UTC: FT4 praktik session, 7.090 MHz
- 5. Juni, 0000 – 0100 UTC: FT4 praktik session, 7.090 MHz (hvis behovet er der)
- 15. Juli General Availability (GA) release af *WSJT-X 2.1.0*

Lidt konklusioner og tanker: FT4 er en speciel mode designet til contest, hvor udveksling af informationer skal ske hurtigt og effektivt. Dette klares vældigt godt af FT4, men som med FT8 er det ikke beregnet til QSO' er som er lange og omfattende. FT4 bruger mindre båndbredde end RTTY og kan decode signaler med meget lavere styrke. Der er ikke brug specielle contest hjælpemidler. Erfarne operatører vil efterhånden blive mindre motiveret til at bruge DX-Cluster eller andre non-radio hjælpemidler. Al nødvendig information for at opnå en god score i contest findes jo On Air via ens egen radio og antenner. Med FT4 er der kun en lille forskel mellem at kalde CQ eller S+P operation så det er nemt og skifte mellem de for at finde en QSO partner. Selv om en station kun bruger low power og måske også kompromis antenner kan man alligevel deltage i en contest ved at bruge FT4