

FT4-protokollen for digital contesting

Joe Taylor K1JT, Steve Franke K9AN og Bill Somerville G4WJS

22. april 2019

Innledning: FT4 er en eksperimentell digital modus spesielt utformet for contesting. På samme måte som FT8, bruker FT4 sendinger av fast lengde, strukturerte meldinger med formater som er optimalisert for minimale QSO-er samt kraftig forlengs feilretting. Sende-/mottasekvensene er 6 sekunder lange, så FT4 er 2,5 x raskere enn FT8 og med omtrent samme hastighet som RTTY for contesting. FT4 kan kjøres med signaler som er 10 dB svakere enn de som trengs for RTTY, samtidig som FT4 bruker mye mindre båndbredde.

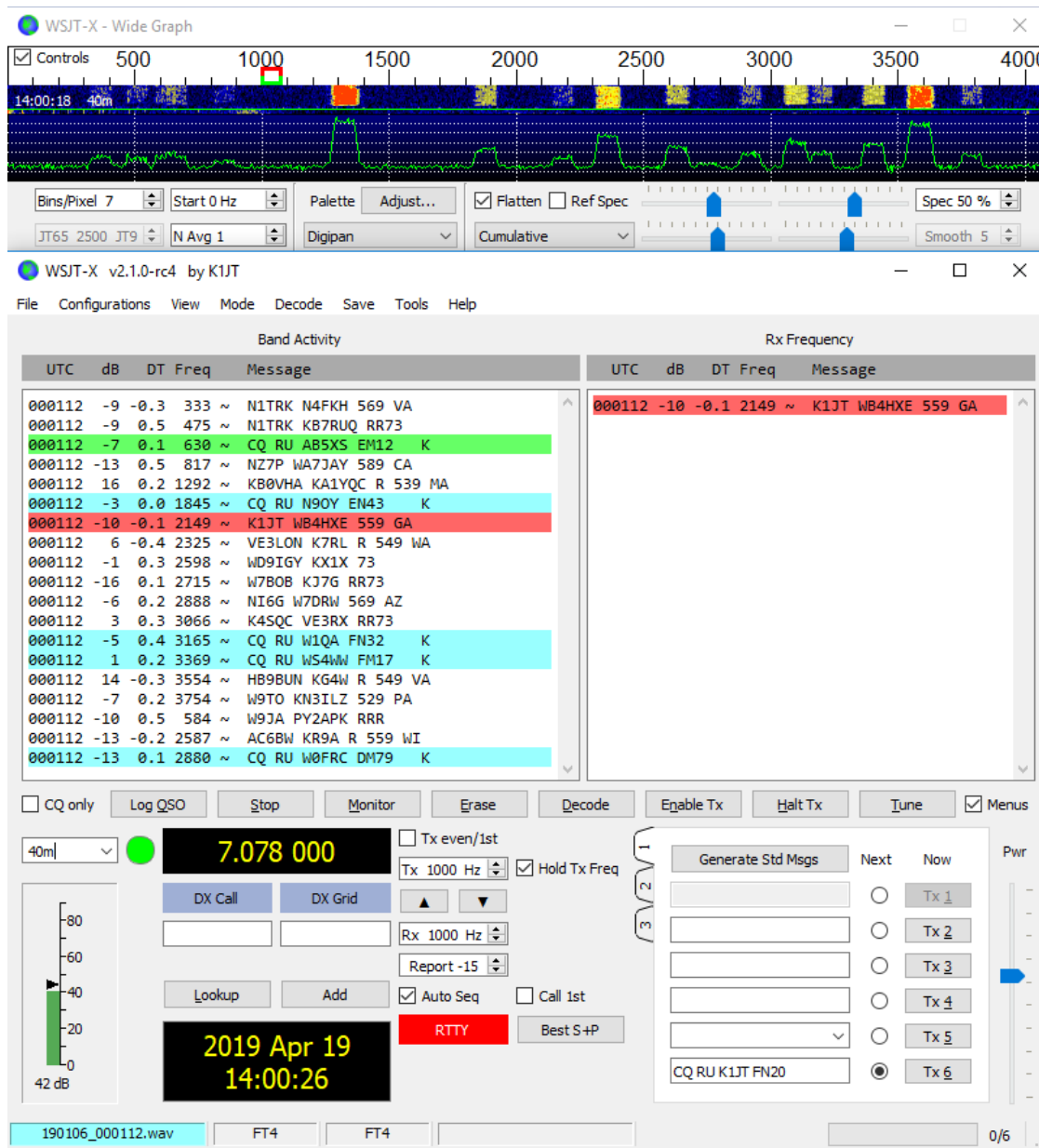
Grunnleggende parametere: Meldingsformatene for FT4 er de samme som de som brukes i FT8 og blir kodet med den samme (174,91) lavtetthets paritetssjekkcode. Sendingene varer i 4,48 sekunder, sammenlignet med 12,64 sekunder for FT8. Modulasjonen bruker 4-toners frekvensskiftnøkling på omtrent 23,4 baud, med toner separert med baudraten. Båndbredden (som inneholder 99 % av utsendt effekt) er 90 Hz. Terskelfølsomheten for 50 % dekodings sannsynlighet er signal/støyforhold = -16,4 dB, målt i standard 2500 Hz båndbredde for referansestøyen. *A priori* (AP)-dekoding kan skyve terskelsensitiviteten ned til -18 dB eller bedre.

Installasjon og første gangs oppsett

For å bli med i testgruppen for FT4 og delta i en eller flere av de kommende øvingsomgangene med "liksom"-contest, må du følge disse punktene for å installere og konfigurere en kandidatversjon av *WSJT-X 2.1.0*:

1. Last ned installasjonspakken fra en link som vil bli oppgitt senere.
2. Installer programmet på vanlig måte for ditt operativsystem. For å unngå konflikt med din vanlige operasjon, kan det være greit å bruke en annen filkatalog enn den du bruker for *WSJT-X 2.0*.
3. Start programmet slik du vanligvis ville gjort for FT8.
4. I **Configurations**-menyen velger du **FT8 | Clone** (eller **Default | Clone**).
5. **Rename** (bytt navn på) den nye konfigurasjonen til **FT4**, og velg den nye konfigurasjonen.
6. Velg **FT4** fra **Mode**-menyen.
7. I fanen **File | Settings | Frequencies** høyreklikker du en hvilken som helst linje i tabellen over **Working Frequencies** og trykker på **Reset**-knappen. Denne handlingen vil fange opp de anbefalte arbeidsfrekvensene for FT4.
8. Kryss av i boksen **Special operating activity** i fanen **Settings | Advanced**. Så velger du **RTTY Roundup messages** og skriver inn den riktige contest-meldingen i feltet **RTTY RU Exch**.
9. Instruksjoner for å koble *WSJT-X* sammen med *N1MM Logger+* finner du i *WSJT-X 2.1 Brukerveiledning*, [seksjon 4.5 Fanen Rapportering](#).

Du har nå en kandidatversjon av *WSJT-X 2.1.0* som er konfigurert for FT4-operasjon. Det kan være nyttig for deg å laste ned og undersøke en eksempelfil med FT4-signaler. Velg **Download Samples** fra **Help**-menyen og merk av **FT4**-boksen. Konfigurer **Wide Graph**-kontrollene som vist i Figur 1 og velg **Deep** i **Decode**-menyen. Deretter åpner du eksempelfilen fra **File**-menyen. Dette opptaket skal gi deg 19 dekodinger, som vist i Figur 1. De fleste av de dekodete signalene kan ikke høres eller er knapt hørbare i lydfilen. Mindre enn en tredel er kraftige nok til å bli pålitelig dekodet dersom de hadde vært RTTY-signaler — og da bare dersom de også hadde vært spredt ut over et langt videre frekvensområde.



Figur 1. — Skjerm bilde som viser simulerte FT4-signaler og deres dekodinger.

Operasjon: Bortsett fra de mye kortere sende/mottasekvensene, oppfører FT4 seg stort sett som FT8. Én ny kontrollfunksjon finnes på FT4-skjermbildet, en knapp merket **Best S+P**, rett nedenfor **Call 1st**-boksen. Når du klikker på denne knappen under en mottakssekvens, vil programmet bli innstilt til å undersøke alle CQ-meldingene som blir dekodet på slutten av den 6-sekunders mottakssekvensen. Programmet vil velge den beste potensielle QSO-partner (fra et contest-perspektiv), og behandle den som om du hadde dobbeltklikket på den aktuelle linjen med dekodet tekst. “Beste potensielle QSO-partner” betyr her *ny multiplikator* (“New Multiplier”) med 1. prioritet eller *nytt kallesignal på dette båndet* (“New Call on Band”) med 2. prioritet. “New Multiplier” er i øyeblikket tolket som *ny DXCC-enhet* (“New DXCC”); En noe bredere definert multiplikatorkategori (tilpasset reglene i ARRL RTTY Roundup) vil bli iverksatt snart. Det er også mulig vi vil tilby andre prioritetsrekkefølger, for eksempel *ny lokator på dette båndet* (“New Grid on Band”, nyttig for nordamerikanske VHF-contester), sortering etter signalstyrke, etc.

For å kunne kontrollere de utsendte meldingene direkte fra tastaturet kan du gå til fanen **Settings | General** og krysse av i ruten for **Alternate F1–F6 bindings**. I typisk contest-stil kan du da trykke på **F1** for å invitere til en QSO ved å sende CQ. For å svare på et CQ-anrop og sende din contest-melding, dobbeltklikker du på den dekodede meldingen. Alternativt, kan du klikke på **Best S+P** og la utvalgsalgoritmen velge en stasjon som kalles opp. Avkryssingsboksene for **Auto Seq** og **Call 1st** virker på samme måte som i FT8, slik at resten av en minimums-QSO kan fortsette uten ytterligere handlinger fra operatøren. Funksjonstastene **F2 – F5** kan brukes til å sende meldingene som blir vist i innskrivingsfeltene for Tx2 – Tx5 på fane 1, nederst til høyre i hovedvinduet. Funksjonstasten **F6** bytter mellom avkryssing og ikke-avkryssing for **Call 1st**, og nøkkelkombinasjonen **Alt + B** kan brukes til å koble inn og ut funksjonen **Best S+P**.

FT4 er nå konfigurert slik at en stasjon som kjører i søk-og-slå-til-modus (Search-and-Pounce, “S+P”) logger en QSO når RR73 sendes, mens CQ-stasjonen (“Run”) logger en QSO når RR73 mottas. På samme måte som FT8, skiller FT4 lite mellom en S+P-stasjon og en Run-stasjon. En operatør kan enkelt og ofte bytte mellom disse to måtene å starte QSO-er, og contesting-ferdighetene vil avhenge av hvordan man optimaliserer disse og mange andre operasjonsbeslutninger. Med en jevn strøm av tilgjengelige stasjoner som kan kjøres, vil det være mulig for stasjoner som kjører FT4 og med kun én radio å oppnå QSO-rater på godt over 100 QSO-er/time.

Utsendt signal: FT4 bruker en modulasjonsteknikk kjent som gaussisk frekvensskiftnøkling eller GFSK. Den genererte audiobølgeformen består av 105 symboler (toner) sendt i rekkefølge på én av fire frekvenser. Den kodede serien av distinkte toner for en del av en sending kan opprinnelige se ut som den øverste (røde) kurven i Figur 2. I FT4 blir imidlertid sekvensen av frekvenser glattet ved konvolusjon med en gaussisk funksjon før den sendes til programvarens modulator. Den blå kurven viser den tilhørende glattede sekvensen av frekvenser som faktisk sendes til modulatorene. The utsendte sekvensen har ikke lenger noen stegvise brudd (diskontinuiteter).

Forskjellene mellom de røde og blå kurvene synes å være temmelig liten, men spektra for de audiobølgeformene som blir resultatet av de to kurvene er bemerkelsesverdig forskjellige. Figur 3 viser spektra for et FT4-signal (blå) og et standard FSK-signal med kontinuerlig fase (rød) for den samme kodede bitsekvensen. GFSK-spekteret har bratte skjørt, og legger beslag på en båndbredde på kun 75 Hz ved –6 dB, 200 Hz ved –60 dB og 260 Hz ved –80 dB. Ingen tilleggsfiltrering er anvendt på audiobølgeformene.

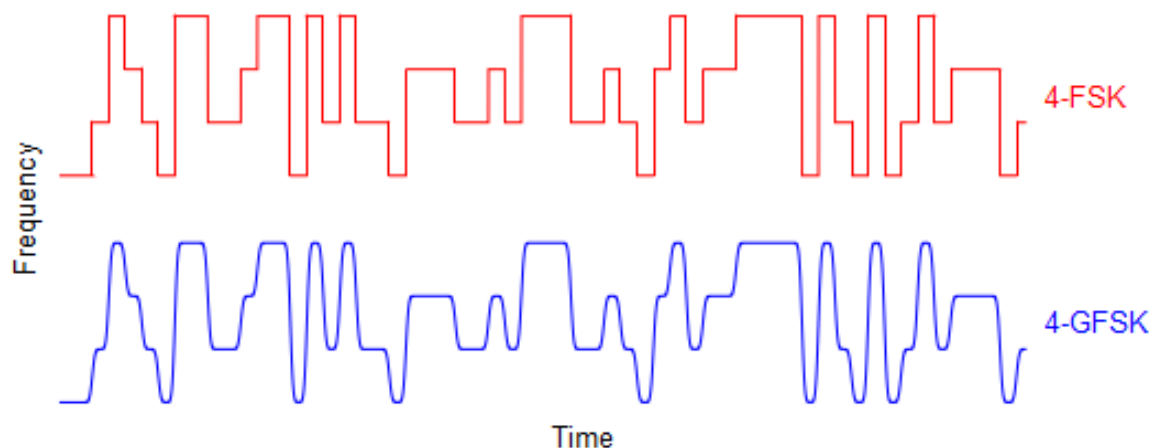


Fig 2. — Eksempel på den kodede (rød) og glattede (blå) frekvenssekvensen for en del av en FT4-melding.

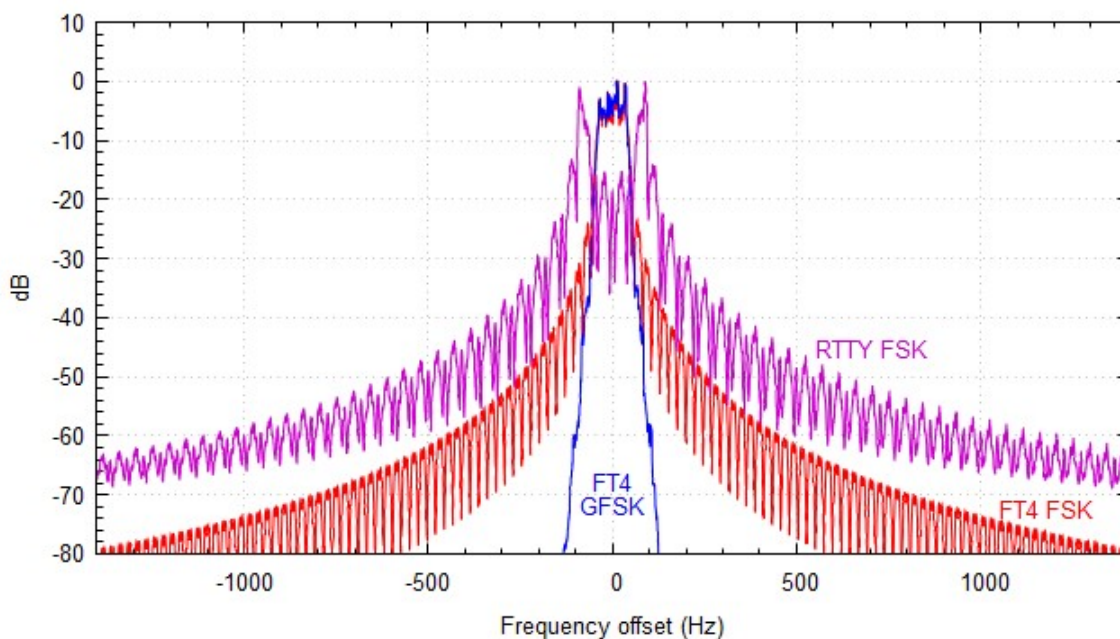


Fig 3. — Spektra av et FT4-signal sendt med GFSK (blå), FT4 med FSK (rød) og RTTY med kontinuerligfase FSK (fiolett).

Figur 3 viser også spekteret for et standard RTTY-signal (fiolett), som er mer enn 2000 Hz bredt ved -60 dB. Noen radioamatørprogrammer som genererer RTTY-signaler ved audiofrekvensskiftning (AFSK) tilbyr mulighet for filtrering av bølgeformen for å redusere uønsket nøkling i sidebåndene. Kontinuerligfase FSK-signal har som egenskap at signalet har en konstant omhyllingskurve. Slik filtrering etter at moduleringen har skjedd, ødelegger imidlertid denne egenskapen med konstante omhyllingskurve, og etterlater en bølgeform som må forsterkes med god linearitet dersom man skal unngå å generere uønskede sidebånd. GFSK-signal i FT4 har derimot en konstant omhyllingskurve og er immune mot intermodulasjonsforvrengning.

Dekoding og frekvensbruk: FT4-dekoderen i *WSJT-X 2.1* identifiserer og dekoder signaler hvor som helst i passbåndet som er opp til 5 kHz bredt. Som i andre *WSJT-X*-modus er mottatte meldinger “alt eller ingenting» — det er ingen delvis dekodning, og falske dekodninger er sjeldne. Ved å trekke ut allerede dekodete signaler fra den mottatte datastrømmen, er det mulig å dekode sendinger som overlapper i frekvens med andre og muligens mye sterkere signaler. De tre siste dekodningene som vises i Band Activity-vinduet i Figur 1 er eksempler på slike dekodninger som er gjort i andre pass. Med den normale oddetall/partallsekvensene (“odd/even”) for sending og med signaler fordelt med mellomrom på 120 – 150 Hz, vil så mange som 50 stasjoner kunne operere med liten interferens i et 3 eller 4 kHz passband, selv når forskjellene i signalstyrke kan variere så mye som 60 dB.

Erfaring vil vise hva som vil kunne være den best strategien for valg av frekvens (vist på radioen) under konkurranser, og for hvor mange ~3 kHz-segmenter som trengs å brukes for FT4 på hvert bånd. Som innledende retningslinjer foreslår vi de følgende standard skjermfrekvensene for FT4: 3595, 7090, 10140, 14140, 18104, 21140, 24919, 28180, 50318 og 144170 MHz. Vi lytter gjerne til tilbakemeldinger som kan føre til bedre frekvensvalg.

Følsomhet: Figur 4 viser målinger av følsomheten til FT4-dekoderen over et bredt utvalg av simulerte signalutbredelsesforhold. Tallparene til høyre angir Doppler-spredning (Hz) og toveis differensialforsinkelse (millisekund) for forskjellige sett av ITU-standardforhold ved bruk av Watterson-modellen for ionosfæriske utbredelsesforhold. De heltrukne kurvene helt til venstre tilsvarer vanlige utbredelsesveier på middels breddegrad under uforstyrrede forhold.

De stiplede kurvene vi ser de målte følsomheten for dekodning med maksimal *a priori*-informasjon, i to ekstreme tilfeller av signalutbredelsesforhold. For en grov sammenligning med RTTY, legger vi merke til at RTTY, i simulerte moderate forhold på middels breddegrad

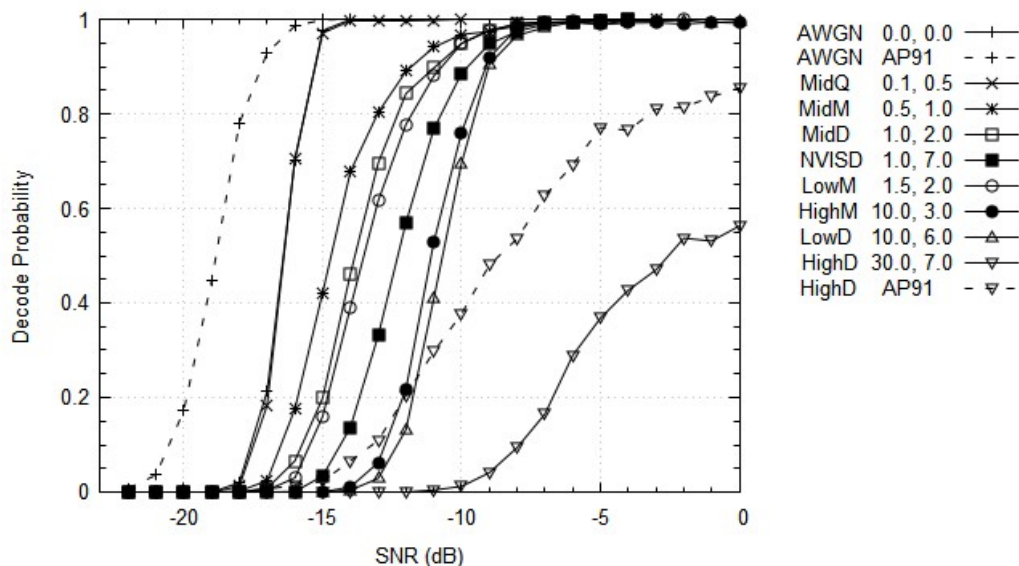


Fig 4. — Målt dekodningssannsynlighet for FT4 som funksjon av SNR.

AWGN betyr Additive White Gaussian Noise; Low (lav), Mid (middels) and High (høy) viser til geomagnetisk breddegrad; Q, M, and D betyr Quiet (stille), Moderate (moderate), or Disturbed (forstyrrede) ionosfæriske forhold; NVIS betyr Near Vertical Incidence Skywave (nesten vertikalt innfallende himmelbølge); AP91 viser til *a priori* dekodning av RR73-meldingen i en typisk contest-QSO.

har vist seg å gi karakterfeilrater på mindre enn 10 % kun når signal/støyforholdet (SNR) overstiger -1 til $+4$ dB, avhengig av hvilket programvaremodem som benyttes. FT4 tilbyr en følsomhetsfordel på omtrent 10 dB over RTTY.

Forutgående testing: Tidlige kandidatversjoner av *WSJT-X 2.1.0* gjorde det mulig for oss å undersøke om det var tilrådelig å gjøre FT4 til en asynkron modus uten faste starttidspunkter for sende/mottaintervallene. Disse testene viste at det var betydelige fordeler med å bruke tidssynkroner sekvenser. Faste sekvenslengder med fastsatte starttidspunkter sikrer at en langt høyere andel av de mottatte signalene er dekodbare, særlig under contest-lignende operasjonsforhold der en gitt stasjon kan sende grovt sett halve tiden. Synkronisering øker kanalkapasiteten, for å si det med begreper brukt i kommunikasjons-engineering.

Timeplan: Noen få parametere og operasjonsadferd for FT4 er fortsatt under testing og optimalisering. Det vil være svært nyttig å avholde flere øvingsomganger med "liksom"-contester, med en større gruppe aktive deltakere. Selv om disse ikke skulle avdekke noen alvorlige feil eller utilstrekkeligheter, tror vi FT4 er for ny til å bli brukt i to forestående begivenheter: ARRL VHF Contest (8.-10. juni) og ARRL Field Day (22.-23. juni). Av den grunn planlegger vi å bygge en kandidatversjon *WSJT-X 2.1.0-rc5* som vil utløpe 7. juni 2019. Så langt som mulig planlegger vi å holde oss til følgende timeplan:

- 22. april: Offentlig publisering av FT4, med en link til dette dokumentet
- 29. april: Andre publisering, med linker til nedlastbare installasjonspakker for *WSJT-X 2.1.0-rc5*
- 9. mai 0000 – 0100 UTC: FT4 øvingsomgang, 7,090 MHz
- 14. mai 0000 – 0100 UTC: FT4 øvingsomgang, 7,090 MHz
- 5. juni 0000 – 0100 UTC: FT4 øvingsomgang, 7,090 MHz (om nødvendig)
- 15. juli: Generelt tilgjengelig utgivelse (GA) av *WSJT-X 2.1.0*

Tilfeldige avsluttende tanker: FT4 er en spesialmodus utformet for hurtigskytende contest-QSO-er. Til dette formål vil det være effektivt, men på same måte som for FT8 vil denne modusen ikke være nyttig for mer utvidete samtaler. FT4 bruker mye mindre båndbredde enn RTTY og gir pålitelig dekoding på langt lavere signalnivåer. Det har ikke behov for "Super Check Partial" (liste over kjente aktive contest-kallesignaler) eller andre contest-hjelpemidler, og dyktige operatører som bruker FT4 vil finne mindre motivasjon i å bruke et DX-cluster eller andre ikke-radio-hjelpemidler. All informasjon som er nødvendig for å oppnå høy poengsum i en contest kan finnes på luften under contest-en gjennom ens egne antenner og radioer. Med FT4 er det liten forskjell på CQ- and S&P-operasjon, så det er lett å bytte ofte mellom de to metodene for å finne QSO-partnere. Stasjoner som bruker lav effekt og ikke-optimale antenner kan delta svært effektivt i en contest dersom de bruker FT4.

Oversatt av Frode Igland LA6VQ