

Protokol FT4 pro Digital Contesting

Joe Taylor, K1JT, Steve Franke, K9AN a Bill Somerville, G4WJS

April 22, 2019

Úvod: FT4 je experimentální digitalní mód navržený specificky pro radio závody. Stejně jako FT8 využívá relace s pevnou délkou, strukturované zprávy, formát optimalizovaný pro minimální QSO a silnou forward korekci chyb. Tx/Rx sekvence jsou dlouhé 6 sekund, takže FT4 je 2,5 x rychlejší než FT8 a přibližně stejně rychlý jako RTTY pro radio contesting. FT4 může pracovat se signály o 10 dB slabšími, než je potřeba pro RTTY, při použití mnohem menší šířky pásma.

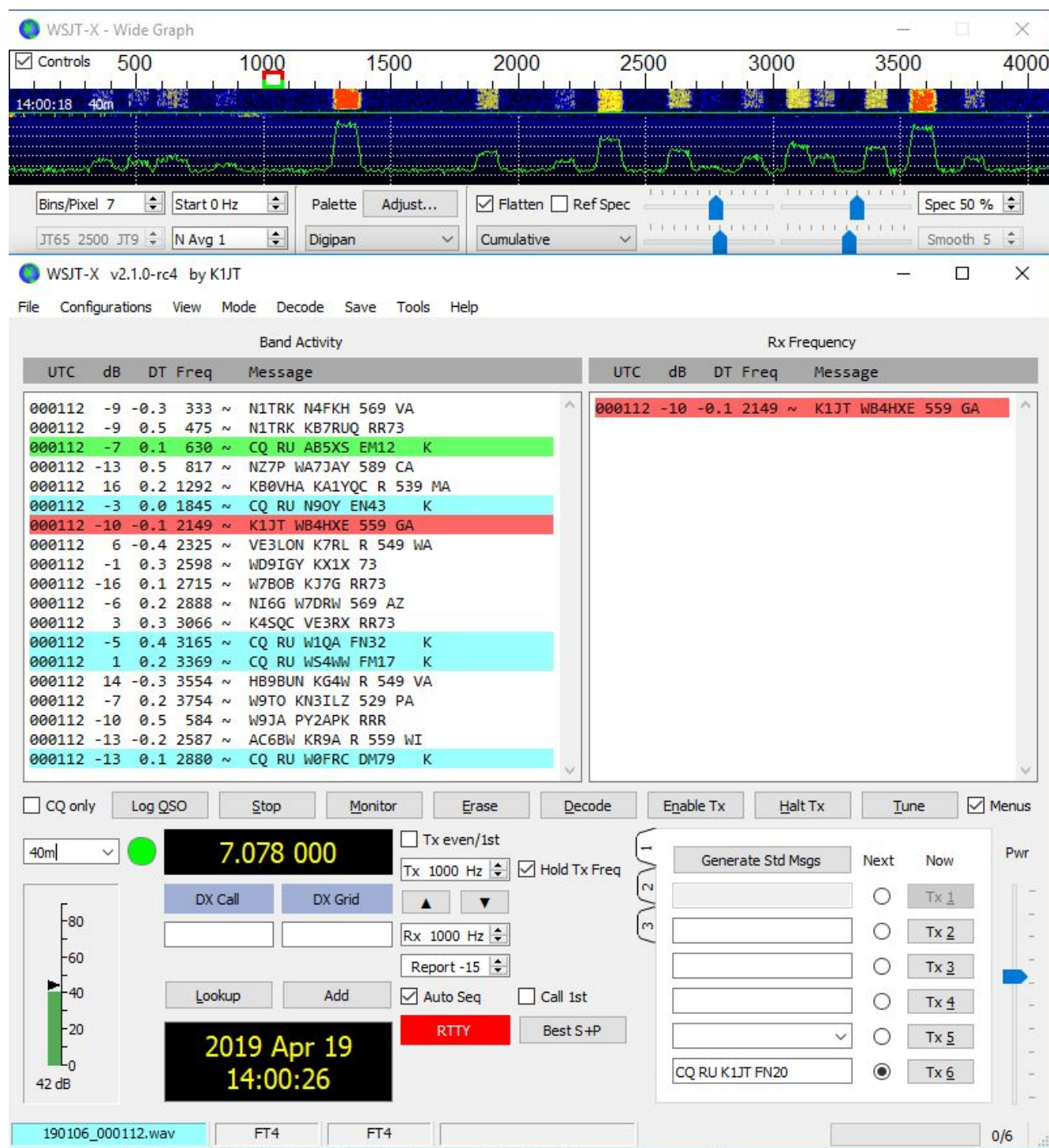
Základní parametry: Formáty FT4 zpráv jsou stejné jako u FT8 a kódované stejným kontrolním kódem parity (174,91). Relace trvají 4,48 s, ve srovnání s 12,64s pro FT8. Modulace využívá 4-tónové klíčování frekvenčním posunem na přibližně 23,4 baud, s tóny oddělenými přenosovou rychlostí. Okupovaná šířka pásma (která obsahuje 99% vysílaného výkonu) je 90 Hz. Mezní citlivost pro 50% pravděpodobnost dekódování je S/N = -16,4 dB, měřeno ve standardu 2500 Hz šířka pásma referenčního šumu. A Priori (AP) dekódování může tlačít prahovou citlivost dolů do -18 dB nebo lepší.

Instalace a počáteční Setup

Připojte se ke zkušební skupině FT4 a zúčastněte se jedné nebo více cvičných „falešných soutěží“, postupujte podle následujících kroků k instalaci a konfiguraci **WSJT-X 2.1.0**:

1. Stáhněte instalační balíček z odkazu, který **bude** poskytnut.
2. Nainstalujte program obvyklým způsobem pro váš operační systém. Pro vyhnutí se konfliktu při běžném provozu můžete použít jiný instalační adresář než WSJT-X 2.0.
3. Spustěte program jako obvykle pro FT8.
4. Z menu **Configuration** vyberte **FT8 | Clone** (nebo **Default | Clone**).
5. Přejmenujte výslednou novou konfiguraci na FT4 a vyberte novou konfiguraci.
6. V menu Mode vyberte FT4.
7. Ve **File | Setting | Frequencies**, klikněte pravým tlačítkem myši na libovolný řádek v části **Working Frequencies** a stiskněte tlačítko **Reset**. Tato akce vyzvedne doporučené pracovní frekvence pro FT4.
8. Zaškrtněte políčko **Special operating activity** na kartě **Setting | Advanced**. Potom vyberte zprávy pro RTTY Roundup a zadejte svůj správný výměnný kód v poli RTTY RU Exch.
9. Pokyny pro připojení WSJT-X k N1MM Logger + lze nalézt v uživatelské příručce WSJT-X 2.1 oddíl 4.5.

Nyní máte release candidate pro WSJT-X 2.1.0 nakonfigurovaného pro provoz FT4. Může být užitečné stáhnout a prozkoumat ukázkový soubor FT4. Zvolte **Download Samples** z menu **Help** a zaškrtněte políčko FT4. Konfigurujte ovladače Wide graphu jak je znázorněno na obrázku 1, v menu **Decode** vyberte možnost Deep a poté otevřete ukázkový soubor z menu **File**. Zaznamenaný interval by měl produkovat 19 dekódů, viz obr. 1. Většina dekódovaných signálů je ve zvukovém souboru neslyšitelná nebo sotva slyšitelná. Méně než jedna třetina je dost silná, aby mohla být spolehlivě dekódována kdyby to byly RTTY signály - a teprve pak, pokud byly rozloženy na mnohem širší rozsah frekvencí.



Obrázek 1. — Záchyt obrazovky zobrazující simulované signály FT4 a jejich dekódy

Provoz: Kromě mnohem kratších Tx/Rx sekvencí se FT4 chová v podstatě jako FT8. Pro ovládání FT4 je k dispozici na obrazovce jeden nový ovladač, tlačítko označené jako **Best S+P**, těsně pod zaškrtávacím boxem Call 1st. Kliknutím na toto tlačítko během Rx cyklu přinutí program, aby prozkoumal všechny CQ zprávy dekodované na konci 6-sekundové RX sekvence. Program vybere nejlepšího potenciálního QSO partnera (z contestové perspektivy) a zachází s ním tak, jako kdybyste na něj dvakrát klikli. Zde „nejlepší potenciální QSO partner“ znamená „New Multiplier“ (1. priorita) nebo „New Call on Band“ (2. priorita). „Nový násobič“ je v současné době interpretován jako „nový DXCC“, širší kategorie multiplikátorů (pro pravidla ARRL RTTY Roundup) bude brzy provedena. Můžeme také poskytnout další prioritní žebříčky např: „New Grid on Band“ (užitečné pro soutěže VHF v Severní Americe), třídění podle síly signálu atd

Pro ovládání přenášených zpráv pomocí klávesnice zaškrtněte box **Alternate F1 – F6 bindings** v **Setting | General** tab. V typickém soutěžním stylu pak můžete stisknout klávesu F1 a vyžádat si QSO odesláním CQ. Chcete-li odpovědět na CQ a odeslat soutěžní kód, dvojklikněte na dekodovanou zprávu. Můžete také kliknout na **Best S+P** a nechat výběrový algoritmus zvolit stanici, kterou budete volat.

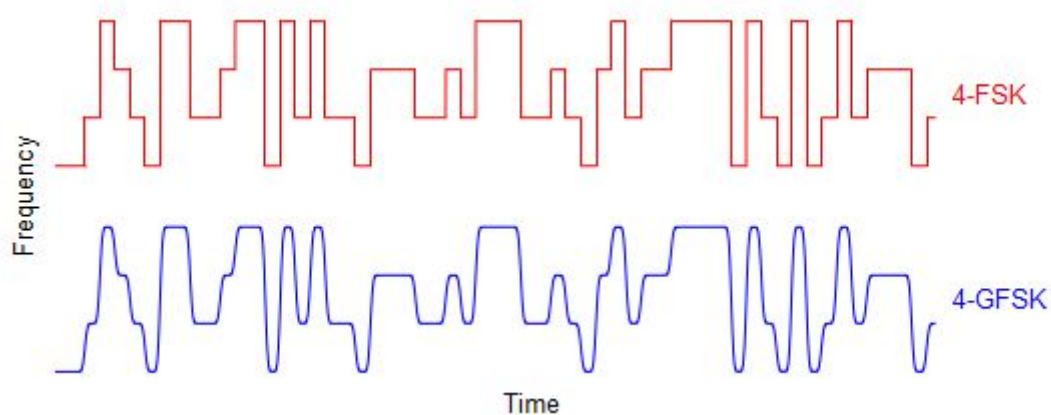
Zaškrtávací boxy Auto Seq a Call 1st se chovají stejně jako u FT8, takže zbytek minimálního QSO může pokračovat bez dalšího zásahu obsluhy. K odeslání lze použít funkční klávesy F2 - F5 pro zprávy zobrazené ve vstupních polích pro Tx2 - Tx5 na záložce 1, vpravo dole na hlavním panelu. Funkční klávesa F6 přepíná zatržený stav Call 1st. a kombinaci kláves Alt + B lze použít k přepínání stavu Best S+P.

FT4 je v současné době nakonfigurován tak, aby stanice pracující v módu Search and Pounce („S+P“) logovaly QSO, když je **vysílán** RR73 a stanice CQing („Run“) ukládaly QSO při **přijetí** RR73. FT4 stejně jako FT8, nerozlišuje mezi stanicí S+P a stanicí Run. Operátor může snadno a často přepínat mezi těmito dvěma způsoby jak iniciovat QSO a soutěžní dovednost bude záviset na optimalizaci těchto a mnoha dalších provozních rozhodnutí. Díky stálému proudu dostupných stanic, které pracují, je možné pomocí FT4 dosáhnout rychlosti při single-radio nad 100 QSO / hod.

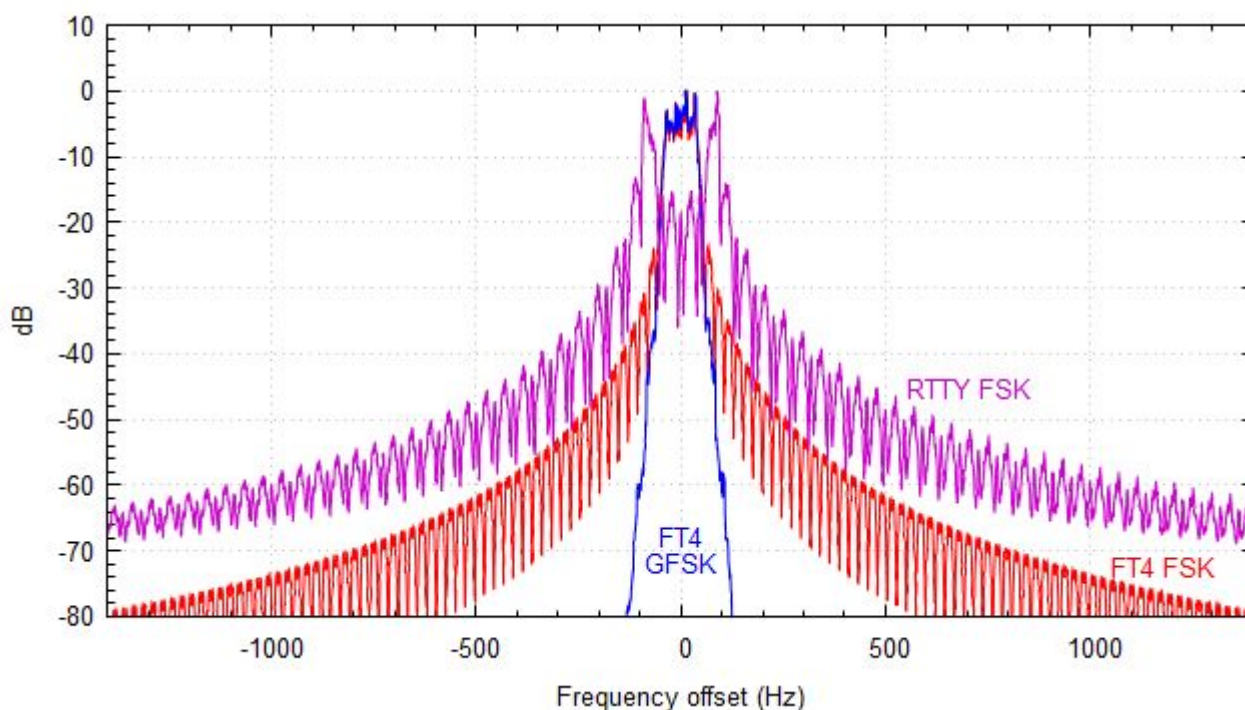
Vysílaný signál: FT4 používá modulační techniku známou jako Gaussovo FSK neboli GFSK. Generovaný zvukový průběh se skládá z posloupnosti 105 symbolů (tónů) na jedné ze čtyř frekvencí. Kódovaná řada odlišných tónů pro část přenosu může původně vypadat jako horní (červená) křivka na obrázku 2.

V FT4 je však sekvence frekvencí vyhlazena konvolucí pomocí Gaussovy funkce před odesláním do softwarového modulátoru. Modrá křivka ukazuje odpovídající vyhlazenou sekvenci frekvencí skutečně poslaných do modulátoru.

Vysílaná sekvence již nemá žádné postupné nespojitosti. Rozdíly mezi červenou a modrou křivkou se zdají být poněkud malé, ale spektra výsledné zvukové vlny jsou pozoruhodně odlišná. Obrázek 3 ukazuje spektra pro signál FT4 (modrý) a standardní spojitý fázový FSK signál (červený) pro stejnou kódovanou bitovou sekvenci. Spektrum GFSK má strmé boky, které zabírají šířku pásma pouze 75 Hz při -6 dB, 200 Hz při -60 dB a 260 Hz při -80 dB. Žádné další filtrování zvukových vln není použito.



Obrázek 2. — Příklad kódovaných (červených) a vyhlazených (modrých) frekvenčních sekvencí pro část zprávy FT4.



Obrázek 3 také ukazuje spektrum standardního RTTY signálu (fialová), což je šířka více než 2000 Hz při -60 dB. Některý radioamatérský software generuje RTTY audio signály klíčované s frekvenčním posunem (AFSK) a nabízejí volitelné filtrování tvaru vlny pro potlačení nežádoucích postranních pásem

postranních pásem. Nicméně, takové post-modulační filtrování nutně ničí charakter konstantní obálky FSK signálu spojitě fáze a odchází za křivkou, která musí být zesílena s dobrou linearitou, aby se zabránilo tvorbě nových nežádoucích postranních pásem. Naproti tomu signál GFSK FT4 má konstantní obálku a je imunní vůči inter-modulačnímu zkreslení.

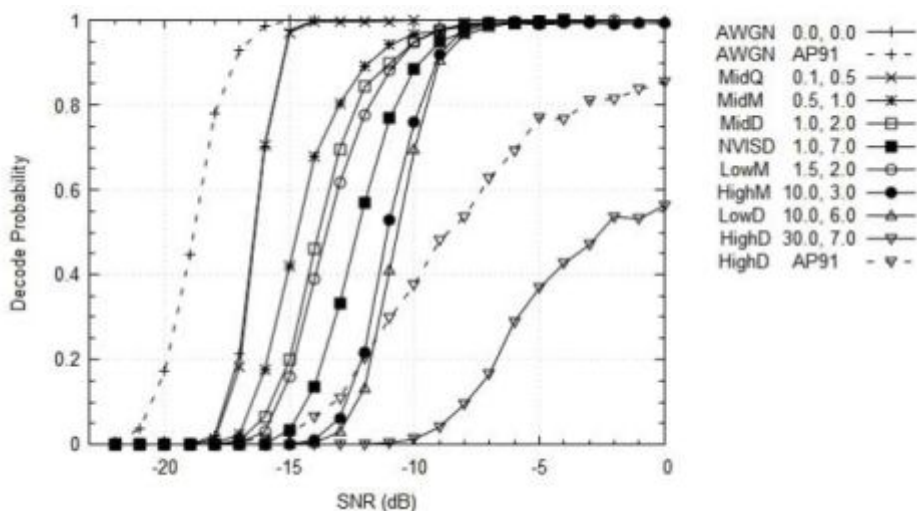
Dekódování a využití frekvencí: Dekodér FT4 ve WSJT-X 2.1 identifikuje a dekoduje signály kdekoli v propustném pásmu až do šířky 5 kHz. Stejně jako v jiných WSJT-X módů jsou přijaté zprávy všechno nebo nic - nejsou zde žádná částečná dekodování a falešné dekódy jsou vzácné. Odčítání dekodovaných signálů z přijatého datového toku umožňuje dekodování relací, které se

frekvenčně překrývají s jinými, případně mnohem silnějšími signály. Poslední tři dekódování zobrazená v okně Band Activity na obrázku 1 jsou příklady takových dekódů druhého průchodu. S normálním lichým / sudým sekvenováním relací signály rozložené v intervalech 120 - 150 Hz, až 50 stanic pracují v pásmu 3 nebo 4 kHz s malým rušením a to i při silném signálu se liší až o 60 dB.

Zkušenosti prozradí, co může být nejlepší strategie pro výběr frekvencí VFO a kolik ~ 3 kHz segmentů by mělo být použito pro FT4 na každém pásmu.

Jako počáteční pokyny navrhuje následující standardní frekvence VFO pro FT4: 3,595, 7,090, 10,140, 14,140, 18,104, 21,140, 24,919, 28,180, 50,318, 144,170 MHz. Uvítáme jakoukoli zpětnou vazbu, která by mohla vést k lepšímu výběru frekvencí.

Citlivost: Obrázek 4 představuje měření citlivosti dekodéru FT4 v širokém rozsahu podmínek simulovaného šíření. Párová čísla vpravo dávají Dopplerovský rozptyl (Hz) a dvoucestné diferenciální zpoždění (ms) pro různé sady standardních podmínek ITU s použitím Wattersonova modelu pro ionosférické šíření. Plně křivky vlevo odpovídají běžným cestám šíření střední šířky v nenarušeném stavu podmínek. Čárkované křivky ukazují naměřené citlivosti pro dekódování s maximem A Priori informací ve dvou extrémních podmínkách šíření. Pro hrubé srovnání s RTTY jsme si všimli, že v simulovaných podmínkách střední šířky by RTTY ukázaly, že poskytují chybovost znaků menší než 10% pouze tehdy, když SNR překročí -1 až +4 dB, v závislosti na používaném softwarovém modemu. FT4 nabízí výhodu citlivosti o cca 10 dB lepší než RTTY



Obr 4: Měřená pravděpodobnost dekódování pro FT4 jako funkce SNR. AWGN znamená přidavný bílý Gaussův šum; Low, Mid a High označují geomagnetickou šířku; Q, M a D znamenají klidné, mírné nebo rušené ionosférické podmínky; NVIS znamená Near Vertical Incidence Skywave; AP91 označuje A Priori dekódování zprávy RR73 v typickém soutěžním QSO.

Předběžné testování: Uživatelé předem uvolněného WSJT-X 2.1.0 nám umožnili prozkoumat vhodnost provedení asynchronního režimu FT4 bez pevných časů startu pro Tx/Rx intervaly. Tyto testy posloužily k zvýraznění významných výhod používání časově synchronizovaných sekvencí. Pevně stanovené délky sekvencí s předepsanými časy spuštění zajišťují že mnohem větší zlomek přijatých signálů je dekódovatelný, zejména v soutěžních podmínkách, kdy daná stanice může vysílat zhruba polovinu času. Obvykle se používá pro komunikační techniku, synchronizace zvyšuje kanálovou kapacitu.

Rozvrh: Několik parametrů a provozní chování FT4 je stále testováno a optimalizováno. Bude velmi užitečné uspořádat několik dalších simulovaných tréninků, s větší skupinou aktivních účastníků. I když tyto neodhalí žádné závažné chyby nebo nedostatky, myslíme si, že FT4 je příliš nové, aby mohlo být použito ve dvou nadcházejících událostech:

ARRL VHF contest (červen 8-10) a ARRL Field Day (22. - 23. června). Proto plánujeme vytvořit release candidate WSJT-X 2.1.0-rc5, který bude „time out“ 7.června 2019.

Jak jen to bude možné, plánujeme dodržovat následující harmonogram:

- 22. dubna: Veřejné oznámení o FT4 s odkazem na tento dokument
- 29. dubna: Druhé oznámení s odkazy na instalační balíčky ke stažení WSJT-X 2.1.0-rc5
- 9.května, 0000 – 0100 UTC: FT4 praktické cvičení, 7.090 MHz
- 14, května, 0000 – 0100 UTC: FT4 praktické cvičení, 7.090 MHz
- 5. června, 0000 – 0100 UTC: FT4 praktické cvičení, 7.090 MHz (podle potřeby)
- 15.června : General Availability (GA) uvolnění WSJT-X 2.1.0

Náhodné závěrečné myšlenky: FT4 je speciální mód určený pro rychlopalná soutěžní QSO. Slouží tomuto účelu velmi efektivně, ale stejně jako mód FT8 není použitelný pro rozsáhlejší konverzace. FT4 používá mnohem menší šířku pásma než RTTY a poskytuje spolehlivé dekódování při mnohem nižších úrovních signálu. Není třeba „Super Check Partial“ nebo podobné contestové pomůcky a kvalifikovaní operátoři používající FT4 najdou méně motivací k použití DX clusteru nebo jiných nerádiových pomůcek. Všechny potřebné informace k dobrému výsledku v soutěži mohou být získány ze vzduchu, během soutěže, přes vlastní antény a radio. S FT4 je malý rozdíl mezi provozem CQ a S+P a tak lze snadno přepínat mezi oběma způsoby hledání QSO partnerů. Stanic, které používají kompromisní antény a nízký výkon, se mohou efektivně účastnit soutěží pomocí FT4.