

## Bekanta dig med digitala moder på HF

Det händer mycket inom radioamatörernas kommunikationssätt på HF. Chatt via datorn till transceivern ökar i popularitet och de nya protokollen är markant effektivare vid svaga signaler än de vi kommunicerat med tidigare. Låt oss bekanta oss med några av dem.

*Text: SA7CND Poul Kongstad*

Låt oss här sammanfatta några användbara protokoll för digital kommunikation på HF, dvs med kombinationen dator + transceiver. Det är bra att veta hur en del av dem *låter* eftersom man behöver välja bland protokollen i sitt avkodningsprogram. I kommande nummer skriver vi om sådana program, som FLDIGI, JS8Call och andra datorprogram.

Det hörs olika slags "kvitter" på HF numera, ibland snabbt porlande eller melodiska pip, ibland som långa sega toner. **Lyssna** på några exempel i referens [1], t.ex. BPSK31, THOR-11 och RTTY.

Man brukar säga att "det är bra med standarder, synd bara att det finns så många olika". Detsamma gäller protokollen för de digitala signaler som dyker upp på HF numera. Kända exempel är FT8, PSK31 och RTTY. Kreativa radioamatörer har hittat på fler nya protokoll, det ena effektivare eller snabbare än det andra.

Vi kan vara mycket tacksamma gentemot *de stora* när de skapade nya robustare protokoll och program de senaste 20 åren. Några lysande exempel:

- Peter Martinez G3PLX (PSK31 och Varicode teckenkodning)
- nobelpristagaren Joe Taylor K1JT (JT65, FT8, programmet WSJT-X)
- Murray Greenman ZL1BPU m.fl (MFSK, DominoEX)
- David Freese W1HKJ (THOR, programmet FLDIGI).

De nya protokollen kan ofta detektera meddelanden då signalen ligger under brusnivån, ibland långt under! De kan ha inbyggd felrättning och andra finesser, men ibland också ha vissa nackdelar.

### Ett "bra" protokoll

När du skriver och tar emot på datorn via HF, vill man gärna att överföringen har:

- hög överföringshastighet (ord/min, WPM) men måttlig bandbredd (Hz)
- tolerans mot brus och störningar (lägsta användbara signal/brusförhållande S/N i dB), och så låg felprocent som möjligt, t.ex mha felrättning
- enkel frekvensinställning (dvs protokollet är inte så kritiskt på VFO:n)
- svenska och andra "specialtecken".

Felrättning - ofta FEC, forward error correction - innebär vid sändning att listig extra information läggs in för att kunna rekonstruera informationen även om flera fel uppstått på

vägen till mottagaren. FEC är vanligt i rymdkommunikation. Speciell omkodning av tecknen dämpar fel från impulsstörningar ytterligare [3].

Men bra FEC kostar: halverad överföringshastighet eller lägre, och längre övergångstid sändning-mottagning. Ibland är det viktigare att det går *snabbt* (contest) och då kör man utan felrättning.

Bandbredden beror av överföringshastighet och protokollrobusthet, och är oftast så låg som 50-350 Hz. Det är klart mindre än SSB med 2000-3000 Hz bandbredd.

### Duty cycle

Man bör känna till hur *hårt* varje protokoll belastar sändaren (slutsteget). Vissa har 100% "duty cycle" medan andra i snitt modulerar ut sändaren bara 10-20%, så den även svalnar emellanåt. Det gäller att:

- slutsteget inte överbelastas - en liten 100 W station kanske inte bör/får köras över 30-40 W vid 100% duty cycle, men full effekt vid CW (44%). "Be kind to your finals"
- sändaren inte överstyrs och "splattar" på banden, då försvinner läsbarheten snabbt med de fina digitala protokollen. Se till att ALC-indikeringen (Automatic Level Control) är noll eller bara rör sig obetydligt. Var särskilt noga med detta för *PSK och RTTY*, medan THOR och DominoEX inte är så känsliga. (AFSK)

### Jämför digital-protokoll

När du *lyssnat på signalerna* i [1] och kanske på HF-banden, låt oss gruppera några protokoll och *jämföra* dem. Vi kallar här *keyboard-to-keyboard protocols* eller *DX conversation modes* för chatt-protokoll.

Siffrorna är ibland ungefärliga. I flera protokoll går VERSALER långsammare och "ääö" ännu långsammare: Varicode optimerar efter (engelsk) normaltext. Här kommer vårt urval, sammanställt från ett flertal källor.

### Äldre klassiska chatt-protokoll

Typiskt har dessa hög hastighet och ingen felrättning. Det kan faktiskt vara svårt att skriva så snabbt på tangentbordet som dessa protokoll klarar. *WPM = ord per minut*.

Protokoll	Hastighet wpm	Felrätn.	Tillåtna tkn	Duty cycle	Bandbredd m m
<b>RTTY</b> 45.45 baud	60	Nej	A-Z, 0-9, +14 tkn	100 %	270 Hz. Snabbt men inte så robust
<b>PSK31</b> (BPSK31)	50	Nej	A-Z, a-z, 0.9, +15 tkn Sv.tecken*	ca 80 %	63 Hz, snabbt och vanligt. Versaler saktare. Tål QSB, inte multipath (se nedan)

<b>PSK63F</b>	55	Ja (FEC)	Som ovan	Ca 80 %	125 Hz. Lika snabbt som PSK31 + felrättn.
---------------	----	----------	----------	---------	---

\* Testat i FLDIGI v4.0.18

### Nyare chatt-protokoll

Många av dessa snabba och är dessutom mycket robusta med utmärkt felrättning. De passar ypperligt för långväga DX och vid störningarna på låga HF-band (40-160 m). Flera är mycket okänsliga vid VFO-inställning och tål drift (DominoEx, THOR, OLIVIA).

Protokoll	Hastighet wpm	Felrättn.	Tillåtna tkn	Duty cycle	Bandbredd m m
<b>DominoEX11</b>	70. Felrättn: 35	Nej (70) Ja (35)	ASCII-256 Sv.tecken*	100 %	262 Hz. Robust. Versaler# saktare. Se [3]. Går bra utan felrättn FEC.
<b>THOR11</b>	40	Ja, stark	ASCII-256 Sv.tecken*	100 %	262 Hz. Robust. Versaler saktare. Se [3]. Även bildöverföring.
<b>OLIVIA</b> (ex 8/500)	20-30 typ.	Ja, stark	ASCII-128 Sv.tecken*	100 %	Typ 250-1000 Hz = bred. Robust men låg hastighet. Mycket långsam S/M-växling.
<b>MFSK16</b>	58	Ja	ASCII-256 Sv.tecken*	100 %	316 Hz. Robust, mycket frekv.känsligt (få Hz!) Se [3]
<b>JS8</b>	Ca 15	Ja mkt stark	A-Z 0-9 . - + ? ! " / \ (ej sv.tkn)	85 % 15 sek pass	50 Hz! Långsamt, robust. 15 sek per medd.del 15-20 tkn. Förmedlingsfunktioner. Kräver exakt datortid.

# DominoEx i FLDIGI 4.0.18 kan sända versala ÅÄÖ men utelämnar dem vid mottagning.

En lustighet med THOR och DominiEX-protokollen är att de sänder en fast alternativ textsträng när man *inte* skriver, om man definierat en sådan (eller anropssignal). Texten, som kan vara en fri identifiering eller position, tickar då fram i en separat ruta. Testa i FLDIGI :-)

## Weak signal modes (svagsignalprotokoll)

Protokoll	Hastighet wpm	Felrättn.	Tillåtna tkn	Duty cycle	Bandbredd m m
<b>WSPR</b>	Call+grid+dBm tar 1min 41s	Ja, mkt stark	A-Z 0-9	93% i 2min pass, väntar sen 6-8 min.	6 Hz! Mätning våg-utbredn.
<b>FT8</b>	Standardmedd eller 13 tkn per sändning	Ja, mkt stark	A-Z 0-9 alt: Call, grid osv	43 % i 30 sek pass (TX - RX)	50 Hz, automatiserat, 15 sek./sändn. Kräver exakt datortid.

## "Gammaldags" protokoll

Protokoll	Hastighet wpm	Felrättn.	Tillåtna tkn	Duty cycle %	Bandbredd m m
<b>CW</b>	Typ 20	Nej	A-Z + sv.tkn**, 0-9, 18 tkn, prosigns.	44 %	50 Hz om "klickfri"
<b>FeldHell</b>	25	Nej	Valfritt (fax)***	22 %	350 Hz
<i>SSB för jämförelse</i>	<i>200-250</i>	<i>Nej</i>	-	<i>10-30%</i>	<i>2600 Hz</i>

\*\* Många program för CW har inte svenska tecken. FLDIGI 4.0.18 kan sända men inte ta emot ÅÄÖ.

\*\*\* Ej svenska tecken i FLDIGI FeldHell 4.0.18.

## Kommentarer

I den lägsta delen av *nya 60 m bandet*, får protokoll under 200 Hz bandbredd användas. t.ex. CW, PSK31, och JS8, medan t.ex. RTTY, THOR11, DominoEX11 skulle vara lagliga på resterande del 5354-5366 kHz enligt bandplan gällande från 2018-11-01. 200 Hz bandbredd gäller också på övriga CW-delar av HF-banden och Digimoder och Smalbandsmoder anvisas vissa delar i bandplanen.

Det finns fler intressanta digitala protokoll, några med förmedlingsfunktioner (FSQ, även JS8 ovan) - en liten värld att upptäcka.

Är du mera nyfiken, kan du även prova FSQ [6] i program FLDIGI eller FSQCall. Det är mycket robust och där skriver man en mening/rad åt gången, som i chat på Skype m.fl: Enter=sänd raden. Å Ä Ö saknas dock.

FSQ är snabbt 30-60 WPM och körs på fixa frekvenser (vfo: 3588, 7044, 10144 kHz USB).

Man kan rikta en sändning till enbart en angiven station eller grupp, och även skicka bilder, samt förmedla meddelanden via mellanliggande stationer - samma som man också kan i nya JS8 (program JS8Call). Än så länge får man nog avtala kontakt i förväg.

## Om robusthet mot störningar

Störningar är ett omfattande område - de varierar med HF-band och kan t.ex vara:

- QRM (människans knatter), QRN (naturens sprakande)  
QSB (styrkevariationer), flutter (snabb QSB, sprider ut signalen lite: doppler spreading)
- Multipath (signal från oliklånga signalvägar blandas och smetar ut signalen)
- Interferens från andra sändare.

Det vore intressant om någon ville skriva i QTC om störningar och förhållanden på olika HF-band och signalvägar.

Det är *stor* skillnad mellan olika protokoll vilken signalstyrka som krävs i förhållande till bruset för att signaler kan tolkas. Siffrorna nedan är ganska ungefärliga och från olika källor (bl.a. [1]), men säger ändå något om hastighet (WPM) kontra krav på signal/brusförhållande (S/N, dB).

Vid 0 dB S/N är bruset lika starkt som signalen, vid -10 dB S/N uppfattas signalen som 3-4 ggr svagare än bruset, och vid -20 dB S/N 10 ggr svagare (1/100 av effekten), -30 dB S/N 35 ggr svagare (1/1000 av effekten).

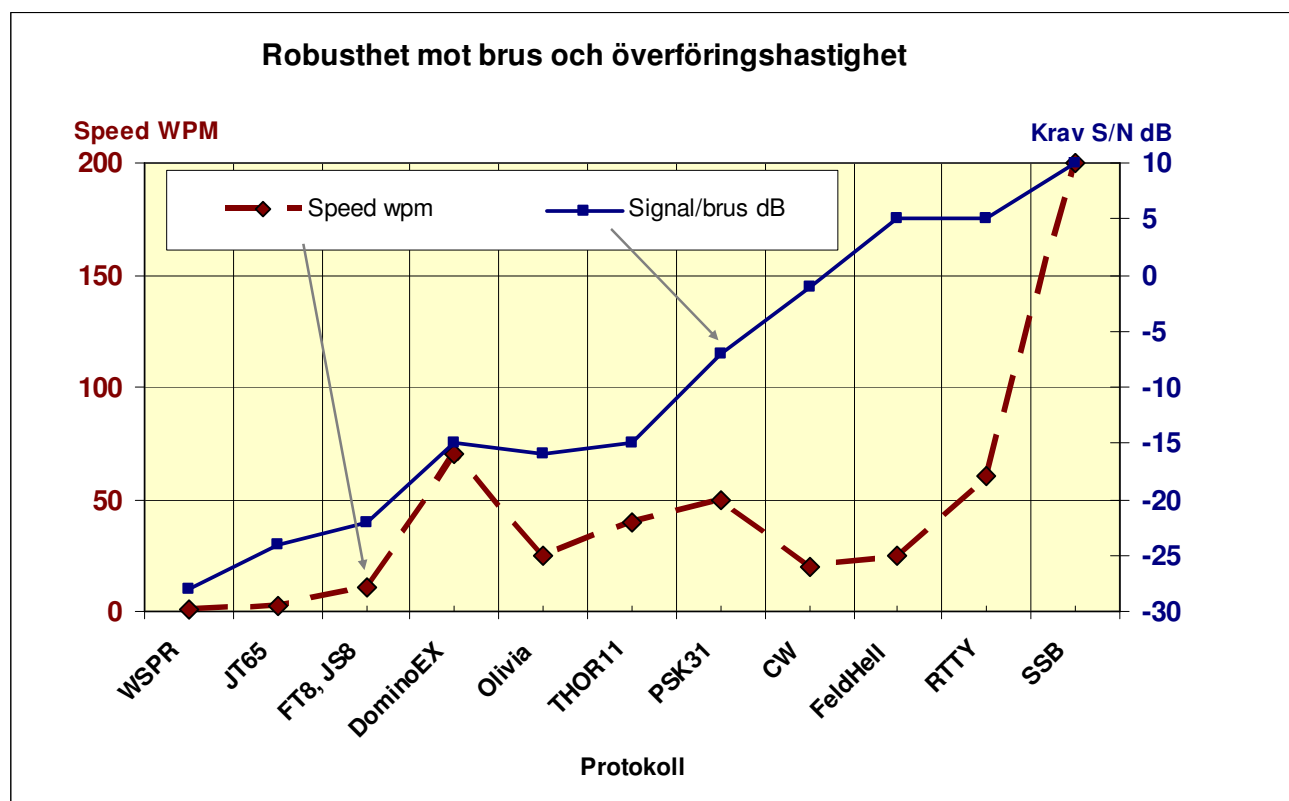


Bild 1. Jämför för varje protokoll maxhastighet (röd streckad linje) med lägsta användbara signalnivå i förhållande till bruset (blå linje), oftast under brusnivån 0 dB (lägre=robustare). Ungefärliga värden.

Ett allmänt råd om konditionerna blir *sämre* under ett QSO, säg till och byt:

- THOR11 --> THOR5 (dessa har felrättning)
- DominoEx11 --> DominoEx5 (dessa är normalt utan felrättn.)
- PSK31 eller PSK63 --> PSK63F (slår på felrättn.)

Om närliggande stationer stör din trafik (och du stör andras), kan du byta till ett *smalare* protokoll med *liten* bandbredd, t.ex PSK31 eller i extremfall JS8, och använda mottagarens smala filter.

## Test

Peter SM6KFY [5] och jag har kört några prov mellan Orust och Växjö dagtid på ett lite brusigt 80 m men trots att jag gick ner till **1W** effekt fungerade flera protokoll helt perfekt. Vi provade t.ex THOR11, DominoEX11 och -8, PSK63F, PSK31, och sist RTTY. Så i stället får man prova med testprogram i dator, t.ex *linsim* (W1HKJ).

En intressant studie [7] jämförde olika protokoll vid *störningar* typiska för olika HF-situationer. Med fokus på enbart textöverföring >80% rätt vid kraftiga störningar fick man följande rangordning i olika typfall. PSK och RTTY klarade inte överföringskravet.

80 m dagtid, VHF FM, enkelhopp QSO fading	Praktisk WPM	80 m natt kort distans	Praktisk WPM	20-40 m enkelhopp doppler, multipath	Praktisk WPM
THOR8, -11, -16	25-55	THOR 8, THOR11	40-58	Contestia 4/125 *	20
Contestia 4/125 *	19	Contestia 4/125 *	19	THOR4	14
Olivia 4-250	19	Olivia 4-250	19	MFSK8	17-25
DominoEX8, -11	35-44	DominoEX11	53-54	THOR11	40
FSQ3, -4.5	20-22	FSQ3	20		

\* Contestia är en snabbare variant av Olivia med mindre teckenuppsättning (enbart VERSALER; ej Å Ä Ö).

Olivia och Contestia är tåliga men bredbandiga och långsamma, medan THOR, DominoEX och FSQ är smalare och mycket bra.

## Vi korar "bästa" protokoll

Detta är fullständigt subjektivt och beror också på vad och hur man vill köra. Men så här tycker vi baserat på vad vi upplevt och läst.

Hör gärna av dig till Digitalspalten ([sm7vrz@gmail.com](mailto:sm7vrz@gmail.com)) om vad du tycker. Denna lista uppdateras vid behov.

Digitala trafiksätt HF	Vinnare, guld-medalj	Silver-plats
Chat, även svaga condx	<b>THOR11</b> Snabbt, robust, sv.tecken, okritisk tuning	<b>PSK63F</b> Snabbt, ganska robust, smalt

Chat vid svåra condx	<b>JS8</b> Mycket långsamt men synnerligen robust. Förmedlingsfunktioner	<b>DominoEX11 med FEC</b> felrättning. Snabbt och robust, okritisk tuning
DXCC-jakt, delvis automatiserat	<b>FT8</b>	JT65
<b>Smalbandigt</b> (mot trängsel på bandet eller störspikar)	<b>PSK31</b>	Välj mellan JS8 och CW...
" <b>Kvickt</b> ". Bra vid contest +DX	CW, RTTY, PSK31, PSK63, DominoEx8 (utan felrättning)	

## Avrundning

- *Lyssna* i första hand på inspelningarna av olika protokoll, se ref [1] och [2]. Det gör det lättare att välja "Op Mode" i ditt avkodningsprogram
- I andra hand, slå på funktionen *RxID* i ditt program (t.ex. FLDIGI), så kommer du att få en blänkare när en ny digital-signal dyker upp i passbandet och vilken typ det är - om sändaren använder motsvarande funktion *TxID*.  
*Anm: I FLDIGI behöver man konfigurera "Notify only" och "Searches passband" samt sätta Receiver och Transmit modes, mera om detta en annan gång, se även [4]*
- Prova själv lyssna och köra med några av protokollen på HF, t.ex runt 3580, 7040, 10140, 14070, 18105, 21070 kHz, + lite uppåt. FLDIGI kan användas.
- På Wikipedia hittar du förklaringar till många av akronymerna här.

. . . .

- Visst ska du också prova digitala moder på HF!

*Som vanligt, lycka till och 73 de Poul SA7CND.*

## Referenser

1. Ljud m m för några digitala moder:  
<http://w1hkj.com/FldigiHelp-3.21/Modes/>
2. Ljud och beskrivningar för digitala protokoll, här THOR som exempel. Använd sökrutan för att komma vidare.  
<https://www.sigidwiki.com/wiki/THOR>
3. Teknisk översikt över MFSK-baserade protokoll (som THOR, Domino, :  
<https://www.qsl.net/zl1bpu/MFSK/Index.htm>
4. Allmänt om att komma igång med "digital HF-station": QTC nr 6/2018 pp 10-15, samt  
<http://radio.pk2.se>
5. Digitala trafiksätt för "prat-QSO": QTC nr 5/2018 pp 16-17.

6. FSQCall info: <https://www.qsl.net/z/zl1bpu/MFSK/FSQweb.htm>  
samt [http://w1hkj.com/FldigiHelp/fsq\\_page.html](http://w1hkj.com/FldigiHelp/fsq_page.html)
7. Jämförelser mellan digitala protokoll (pdf): <https://www.qsl.net/z/zl1bpu/DOCS/>  
klicka sen på "Ionospheric Performance of FSQ.pdf"

*Tack till Peter SM6KFY för samarbetet kring artikeln.*