

Digitala moderna JT65 och JT9 är fantastiska

Har du inte provat än är det dags nu

Av SM0JZT, Tilman D. Thulesius

K1JT Joe Taylor (bild 1) är inte bara radioamatör. Han fick även 1993 års Nobelpris i Fysik, som öppnade upp nya vägar kring forskningen om gravitation. Han är numera pensionär (född 1941) och ägnar en hel del tid och experiment kring lågeffekt-sändningar med utveckling av programvaror och modulationssätt för att kunna överbrygga stora avstånd med otroligt svaga signaler. Tack vare Joe Taylor har vi alltså inte bara modulationssätt som klarar av att detektera signaler som ligger hela 10 dB under det som är möjligt då man kör CW. Programvarorna finns fritt tillgängliga på nätet och det är mycket lätt att komma igång och köra. Mer än 5 Watt behövs inte för att slå vanliga QRO-sändningar med hästlängder.

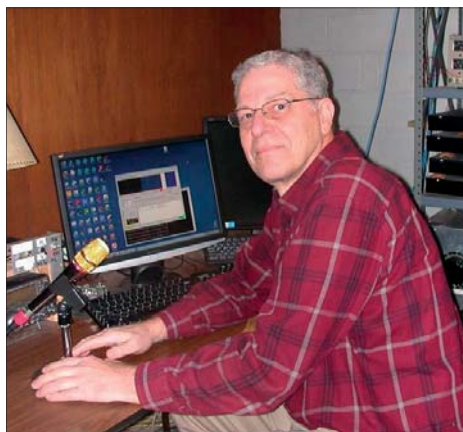


Bild 1 - Joe Taylor K1JT, blev radioamatör redan i unga år, ses här vid radion där han inte förvånande har WSJT-programmet igång på PC:n.

Snicksnack – Life is too short...

Rätt frekvens, rätt tid på dygnet och inte minst rätt modulationssätt är allt som behövs för att vara framgångsrik med amatörradion. Kanske lite förenklat kan tyckas, men även om jag inte är någon utpräglad DX-jagare eller Contest-specialist så känns det som en riktigt bra sammanfattning.

Att alltså bara kompensera dåliga förutsättningar med mera effekt löser knappast något problem. Visst är det skillnad på 1 mW och 1 kW. Men det överskuggas komplett om inte rätt verktyg eller kunskap används för att jobbet. Det gamla talesättet ”en skarpslipad yxa eller välriktad slägg kan slå världen med häpnad” [1] illustrerar kanske just misinformationen kring att just använda rätt saker vid rätt tidpunkt.

WSPR känner vi till

Runt 2013 skrev undertecknad en del artiklar [2] om modulationssättet WSPR (uttalas Wisper). Ett modulationssätt som även det är utvecklat av K1JT Joe Taylor. Jag inspirerades så till den milda grad av WSPR och dess förmåga att överföra information till motstationer trots oerhört små signaler och effekter. Det resulterade även i att jag höll en hel del föredrag i ämnet både inom och utanför Sverige. Syftet var att inspirera till att fler skulle fascineras av vad som kan göras. Kanske delvis därför är vi nu ganska många som från tid till annan kör WSPR. Det är lätt att se vem som är aktiv och vad som har körts genom att titta på hemsidan [3]. Där uppdateras databasen och kartpresentationen i realtid (bild 2) för intresserade att se och inspireras av. Som jag nämnde då behöver man inte använda sin stora (klumpiga.) radio till att köra WSPR med. Varför inte rent av bygga sig en liten radio från exempelvis QRP-labs [4]? Koppla upp den mot en separat antenn, har själv en enkel dipol för 30 meter på vinden för detta.

Nackdelen med WSPR

JT65 utvecklades från början för att kunna köra QSO via månstuds (EME – Earth Moon Earth) och meteorscatter på VHF. Här har man att göra med oerhört svaga signaler eftersom månen visserligen ligger bra till som reflektor där ute i rymden. På lagom långt avstånd för att peta tillbaka signalerna till jorden. Men någon bra reflektor är det inte. Så det är alltså otroligt lite energi som kommer tillbaka till jorden. Att genomföra QSO:n med så ineffektiva modulationssätt som SSB finns inte på kartan. En duktig CW operatör kan klara av att detektera signaler -15 dB nere i bruset. Det är alltså 3,1 % av energin visavi bruset.

Och även om man som duktig CW-operatör kan uppfatta signalen så är det inte säkert att man uppfattat rätt information. Så varje dB eller förbättring av felkorrigering är guld värd.

Guld i ordets rätta bemärkelse faktiskt. Var och en vet vad en dB kostar i mera effekt från sändaren eller förstärkning i antennen, eller för all del bättre kablar eller minskat egenbrus i radiokonstruktionen. Ovan nämnda modulationssätt WSPR klarar av att detektera information -27dB nere i bruset! Att protokollet dessutom inkluderar felkorrigering är bara det i sig värt en förmögenhet och gör att den reella informationsöverföringen kan snabbas upp väsentligt.

Felkorrigering i detta sammanhang innebär att det meddelandet man ser på skärmen är precis det som skickats iväg från motstationen. Varken mer eller mindre, inga konstiga kryptiska ord eller osäkerhet kring motstationens locator eller anropssignal.

Alla som försökt köra radio via meteorscatter vet att även varje sekund är guld värd. Så har man ett felkorrigerat QSO så slipper man förbannas av att tiden gick ut med den skur som precis drog förbi.

”Nackdelen” med WSPR är att man inte kan sägas kunna genomföra ”riktiga” tvåvägs QSO:n. Så här slog Joe Taylor så att säga två flugor i en smäll då protokollet JT65 utvecklades.

Definitionen för ett godkänt genomfört QSO är att båda stationerna har uppfattat varandras anropssignaler, QTH och utväxlat signalrapport.

QTH bestäms genom att använda stationens QTH-locator.

Värdet för signalrapport anges i dB. För JT65 kan denna vara så liten som -25 dB. Det motsvarar blotta 0,32 % av energin visavi brusnivån. Alltså en 10-del av vad en duktig CW-operatör klarar! JT65 slår alltså CW med hästlängder!

JT65 är alltså från början designat för att kunna logga fullt kvalificerade QSO:n. Programvaran som används inkluderar till och med en integrerad elektronisk loggningsfunktion så att man kan snabba upp hela processen. Ett komplett QSO kan vara avklarat på knappa 5 minuter. Även under riktigt usla förhållanden alltså.

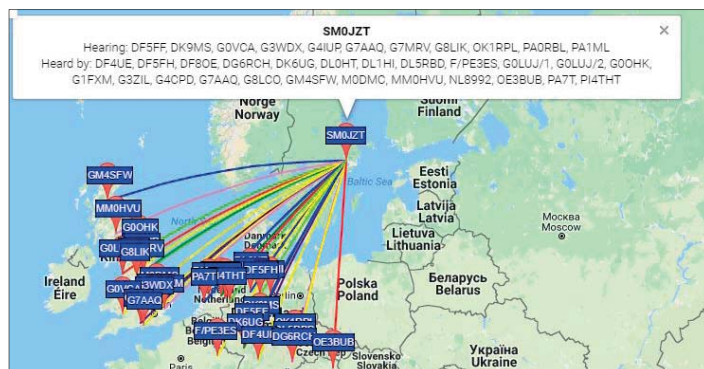


Bild 2 – WSPR är även det ett protokoll som är utvecklat av K1JT. Protokollet är rysligt effektivt, men ger inte tvåvägs-QSO:n. Men på hemsidan wspnrt.org kan man följa vem man hört och vem som hört en.

Lite JT65-teori

Om man som Joe Taylor är fascinerad av matematik allt sedan unga år så ser man tjustringen i att analysera behoven, teorin och möjligheterna då man vill skapa av en metod att kunna överföra information mellan två motstationer. Vi radioamatörer utövar vår hobby "för att det är kul". Men lika intressant, viktigt och kritiskt är det för kommersiella brukare att överföra information över dåliga förbindelser och slippa elda pengar för att vara säkra på att informationen kom fram helskinnad (felkorrigerad).

Den som vill fördjupa sig i teorin om JT65 kan studera detta utmärkta dokument av Joe Taylor [5]. Joe Taylor har inspirerats av en mängd intressanta studier i ämnet digital kommunikation för arbetet att ta fram JT65. Bland annat skrifter från 1948 av Claude Shannon.

Några viktiga hållpunkter tar vi här för förståelsen.

Varje meddelande är 13 tecken långt och skickas som en sammanhållen informationssträng. Alltså inte som då man kör CW, tecken för tecken.

Vid överföringen sänds den genom att kombinera 65 olika tonhöjder, därav namnet på modulationssättet, den listige har redan räknat ut vad JT kommer sig ifrån. Man använder frekvensskift (FSK Frequency Shift Keying), detta då FSK är minst känslig för instabil frekvens eller fasfel.

Sändningen av meddelandet sker under exakt 46,8 sekunder. Sändningen startar en sekund efter varje påbörjad minut. Den avslutas därför 47,8 sekunder efter den påbörjade minuten. Den återstående 12,2 sekunderna lämnar programvaran åt motstationen att avkoda det skickade meddelandet och presentera det för operatören. Meddelandet är då felkorrigerat och därför fullt användbart. Felkorrigeringen görs på enklast tänkbara vis genom att det meddelandet man vill skicka upprepas ett stort antal gånger under den 46,8 sekunderna som sändningen sker. Programvaran jämför de olika delarna som har skickats och gör en interpolering av datat. Av det man får fram mellan alla eventuella störningar,

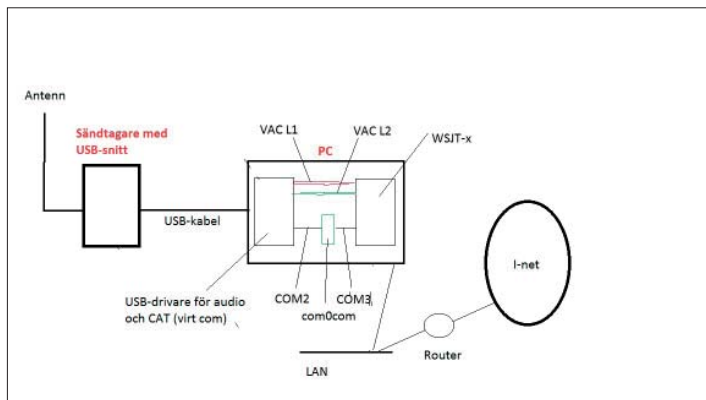


Bild 3 – Har man ett USB-snitt på radion "emuleras" ljudkort och seriesnitt från radion i PC:n. kan sedan kopplas till lämpligt program som WSJT-x. Otroligt smidigt.

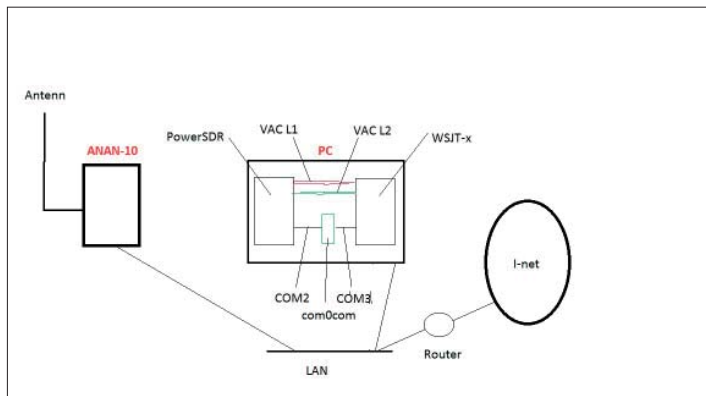


Bild 4 – Har man en SDR-radio (exempelvis en ANAN-10) så kopplar man klientprogramvaran (PowerSDR) till WSJT-x via virtuella ljud och seriekanaler.

allt för djupa QSB-dalar, blir det korrekta meddelandet. Man brukar kalla denna felkorrigering för FEC (Forward Error Correction). Alltså att man överlåter åt mottagaren att plocka ihop pusselbitarna. Så mycket som 80 % av det uppfattade kan vara obrukbart, ändå får man fram korrekt information om meddelandets innehåll.

Det där med att skicka samma informationssträng multipla gånger förekommer även i redan nämnda modulationssätt WSPR. Synnerligen effektivt alltså då man förstår hur i grunden enkelt det fungerar. Eftersom man alltså inte alltid kan höra en JT65-signal (kan ju ligga långt ner i bruset och därmed ohörbart för det mänskliga örat) så hör man då inte att det låter nästan som att någon spelar musik. Det man i bästa fall hör är då dom 65 olika tonerna spelas fram.

Likt WSPR så kan och behöver man inte veva runt på bandet för att hitta aktivitet. Här har man kommit överens om att lyssna på fasta frekvenser för dom olika modulationssätten.

Eftersom dessa modulationssätt är så rysligt smalbandiga så finns den knappast några problem med krockar. Ett QSO med JT65 behöver blott cirka 185 Hz bandbredd. Alltså får många stationer plats inom ett vanligt "SSB-filters" bandbredd om 2,5 kHz.

Joe Taylor lät sig inte nöjas med JT65. När väl inspirationen kom till så utvecklades även JT9. Detta modulationssätt kan gå ännu djupare ner i bruset för att detektera en signal. Nu är det -27 dB. Kom ihåg att varje dB är guld värd. En del i vinsten ligger i att inte lika många toner används (läsaren får gissa antalet). Därmed behövs inte lika mycket frekvensutrymme (15,6 Hz) och så är hela vinsten gjord. -27 % dB innebär att man har blott ofattbara 0,2 % av energin visavi bruset tillgängligt. Vi kan tacka smarta beräkningsalgoritmer och den beräkningskraft som finns i dagens PC:s.

Vad behövs för att köra?

Undertecknad hoppas nu att alla läsare blivit riktigt nyfikna på att prova själva hur detta fungerar.

Att vi behöver en radio och en PC är vid det här laget solklart. PC:n kan nyttja operativsystemet Windows, LINUX eller Apples OS-X. Som redan nämnt hämtas programvaran gratis från nätet. Bland annat här [6]. Programvaran som använts till denna artikel är alltså WSJT-X från Joe Taylor. Det finns alternativ från andra "leverantörer" för den så önskar. Källkoden finns publikt tillgänglig och har därför använts av andra för att skapa sin egen lösning.

Användarmanualen till WSJT-X finns även den på nätet [7] och är riktigt välskriven.

Man behöver inte ha en SDR-radio, men det är onekligen enklare och smidigare på det sättet att få det hela att fungera ihop. En helt vanlig radio kan som i gamla tider med PSK31 eller RTTY kopplas in till PC:n via PC:ns ljudkort. Alltså att radios analoga signal till och från högtalare och mikrofon kopplas till ljudkortet. Ljudkortet är sedan programvarans länk för att behandla den analoga signalen digitalt och tvärt om.

Ljudkortet får gärna vara av god kvalitet med så lite egenbrus som möjligt. Samplingshastigheten skall vara minst 48 kHz. Det klarar alla ljudkort idag. Dagens moderna radios är utrustade med USB-snitt. Det ger effekten av att radion i PC:n genom leverantörens drivrutiner "emulerar"/simulerar ett ljudkort respektive serieport (COM-port) som är kopplad till radion (via USB-snittet).

Det seriella snittet används för att få programvaran att kunna kommunicera med radion (CAT) för att bestämma frekvens och nyckla mellan mottagning och sändning (PTT via CAT). Eftersom olika radios har olika protokoll/syntax för att styra radion så krävs det att programvaran i PC:n kan prata med exempelvis en Kenwood TS-2000 eller ICOM IC-7700. Se även bilderna 3–9.

Vi det här laget är det ganska solklart att den radio som krävs är modernare än 1985 eller så då CAT-snittet infördes. Att radion även behöver vara frekvensstabil är ganska självklart. Så det gör väl att gamla radios som COLLINS KWM-2A eller Heathkit HW-101 får stå kvar i museer/nostalgi-hyllan och samla damm.

Uteffekten ställer vi ner till max 5 watt, allt över det är att elda för

kråkorna. Till och med är det till nackdel att köra på med för hög effekt. Antennen kan för all del vara stor och bufflig, men det fungerar väl även med mera blygsamma lösningar. Självklart är det bra om den mottagna signalen inte blandas upp med allt för mycket störningar, brus och annat elände. Men här är det inte mycket skillnad mot SSB eller CW, även om läsaren förstår mycket väl att JT65/JT9 är relativt sett är mycket mer förlåtande.

Av bilderna i artikeln framgår en del av det som behöver göras för att konfigurera programvaran. Undertecknad har (sin vana trogen) alltså använt sig av en SDRadio även till detta. Men även om det alltså är oerhört smidigt med en sådan i dessa sammanhang så är det INTE ett måste.

Som bekant körs för en SDRadio användar/operatörsprogramvaran i en PC. Det gör att man bara behöver skapa en virtuell länk mellan SDR-programvaran (exempelvis PowerSDR) och den som används (WSJT-X) för att köra JT65/JT9.

De virtuella länkarna är i sig programvara som installeras på samma PC.

Undertecknad använder Virtual Audio Cable [8] för ljudkanalerna och com0com [9] för att länka serieportar. Att använda virtuella länkar krävs troligen även också då man kör en USB-ansluten radio.

Se bilderna 3–9 invid som illustrerar hur dom olika programvarumodulerna interagerar i en Windows-PC. I LINUX/OS-X ser det annorlunda ut.

WSJT-X användarmiljö

Det finns som redan nämnt en utmärkt användarmanual [7] att studera på nätet. Programvaran är då man kommit underfund med den riktigt användarvänlig. Titta på bilderna invid och konstatera att den i grova drag är uppdelat i två delar/fönster. Det ena fönstret visar ett vattenfall (bild 10) och grafisk presentation av det som hörs på den valda frekvensen. Det programvaran "hör" låter för örat i bästa fall alltså som en gröt av signaler eller musik. Som redan nämnts är det ganska många samtidiga QSO:n som samtidigt kan vara igång. Man kan här se hur sändningarna börjar och slutar.

Här vill jag passa på att påpeka vikten av att det är av yttersta vikt att sändningarna startar och stoppar i rätt tid. Som redan nämnt så SKALL den starta en sekund efter hel minut. Det låter avancerat men låter sig ganska lätt skötas. Enklast realiseras detta om ens PC är ansluten till nätet och får sin klocka synkroniserad från lämpligt NTP-server. NTP står för Network Time Protokoll och är till för att synkronisera tiden hos nätverksanslutna enheter. Detta är oerhört viktigt i nätet för att på bråkdelen av en sekund veta när något hände för exempelvis felloggar. Då duger det inte enheterna har olika tidsuppfattning. Som ett litet kuriosum kan berättas att Sverige fick sin första tidsnormal (NTP-server) 1993 genom radioamatören Peter Lötberg SM4KEL.

Har man till äventyrs inte sin dator ansluten till nätet så duger ofta den inbyggda klockan skapligt och tappar inte tiden mellan synkroniseringarna. För PC:s som inte tar synkronisering från nätet så kopplar man en GPS-mottagare till PC:n. Från den tar man GPS-satelliternas tidsuppfattning. Hela deras existens som noggrann positionsangivningsrådgivare bygger på att ha koll på klockan ner på en bråkdel av en sekund. Undertecknad har så gott som alltid PC:n ansluten till nätet. Bland annat för att kunna kolla WSPR-databaser och för att skicka upp loggar från QSO:n i realtid.

Det andra fönstret (bild 11) används för att se vem som kör, vilka meddelanden som skickas och för att kunna genomföra ens QSO:n. Denna information ser man i huvudsak i fönstrets vänstra del. Hittar man där en intressant station som ropar CQ är det bara att klicka på den. Det men ser då är att stationens anropssignal dyker upp i fönstrets högra del. Närmare bestämt fylls ett antal förprogrammerade meddelandesträngar i med anropssignalen. Det man behöver göra nu är att starta sändningsfunktionen. Man noterar förstås nu att radion inte går över i sändningsläge om inte det är rätt tid (en sekund efter hel minut). Man får vackert vänta tills tiden är inne. Ovanför dessa givna meddelandesträngar ser man nu i ett fönster dom strängar man själv har sänt och dom svar man

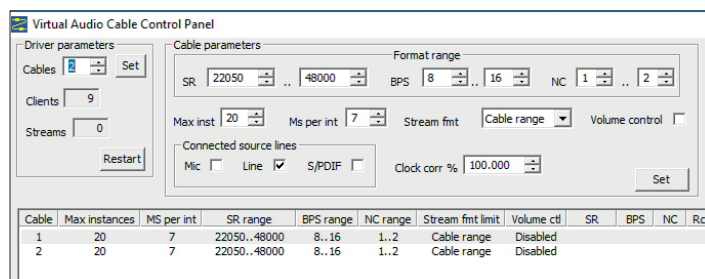


Bild 5 – Med programvaran VAC (Virtual Audio Cable) kan man bygga virtuella ljudkanaler för att koppla ljudet från det ena programmet till det andra. Inga kablar, bara virtuellt.

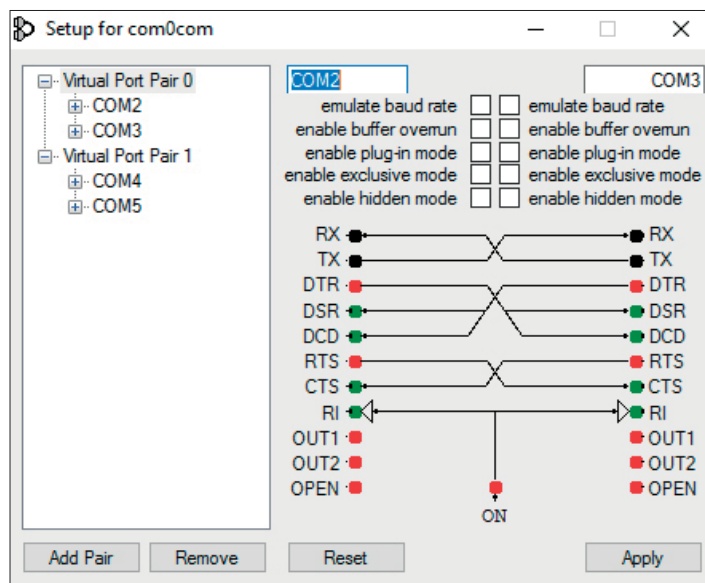


Bild 6 – com0com är en programvara som används för att bygga virtuella seriella bryggor mellan programvaror. Detta för att CAT-snittet skall fungera för radiostyrning.

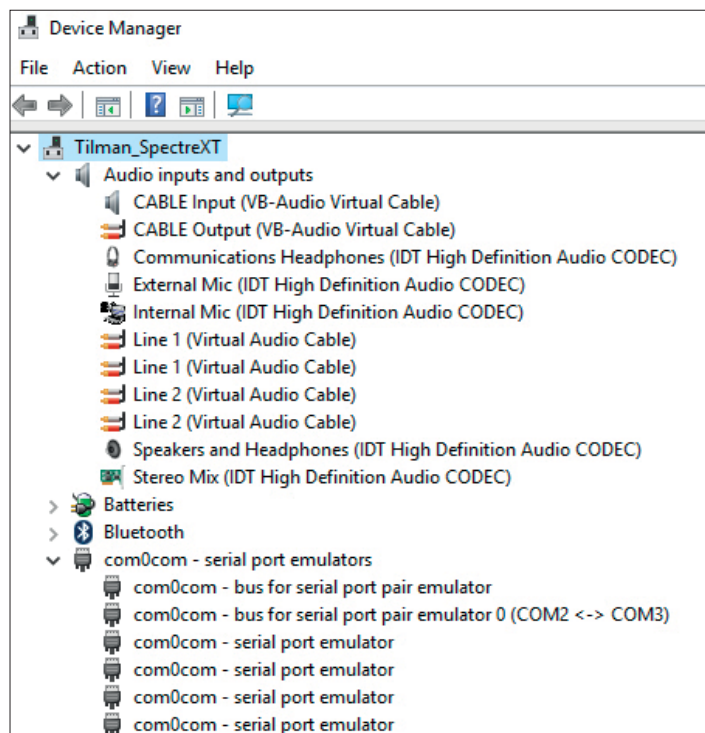


Bild 7 – I Windowsmiljön kan man kika vilka resurser som finns tillgängligt. Kallas för Device Manager och visar här dom virtuella ljud och serie-kanalerna som man byggt.

förhoppningsvis fått på ens anrop. Meddelandena är färgmärkta för att lätt kunna igenkännas. Gröna textrader är CQ-anrop, röda vänder sig till dig eftersom din anropssignal finns först i fältet.

Dom förvalda textsträngarna kan sedan väljas i den ordning man önskar sig. Alternativt att man faktiskt kan brodera ihop sina egna strängar. Dock är begränsningen som redan nämnt 13 tecken lång. Vem hade trott att man skulle kunna kallprata med JT65? Visst går det. Men det blir korta meddelanden, en utmaning i sig att kunna hålla sig till det väsentliga och det som är tanken med amatörradio. Experiment med elektromagnetiska vågrörelser... Och inte om effekterna av utgången av det amerikanska presidentvalet.

När sedan QSO:t är avslutat: anropssignaler, QTH och signalrapport är ömsesidigt utväxlat kan man logga QSO:t automatiskt. Programvaran har under QSO:ts tillblivelse sparat undan den informations som behövs enligt ovan. Bara att trycka på "Log QSO" och så är saken klar.

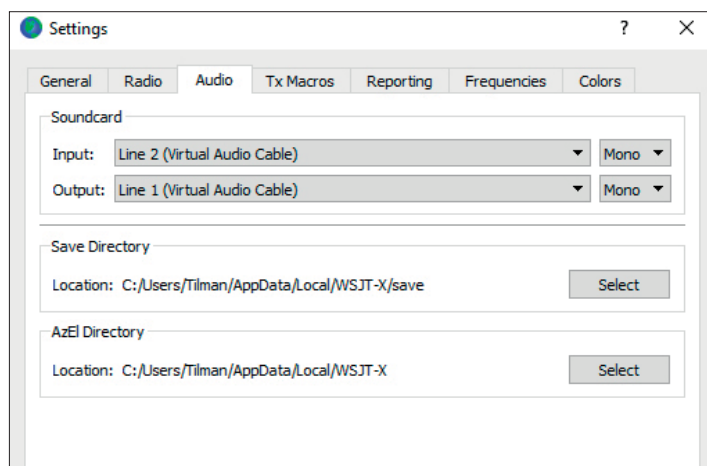


Bild 8 – För audiokanalerna måste rätt länkning göras. Det som kommer från radions "output" skall in till WSJT-x "input" och vice versa.

Mera än JT65 i WSJT-X

Intressant nog får man mera än protokollen JT65 och JT9 i programvaran WSJT-X. För den som är sugen på WSPR så funkar det fint. Programvaran är till och med så fiffigt så att den väljer frekvens på radion (via CAT) som gäller för respektive "mode". Det är som redan nämnt förutbestämt.

För den som vill diskutera programvaran WSJT finns det en diskussionsgrupp på "Yahoogroups".

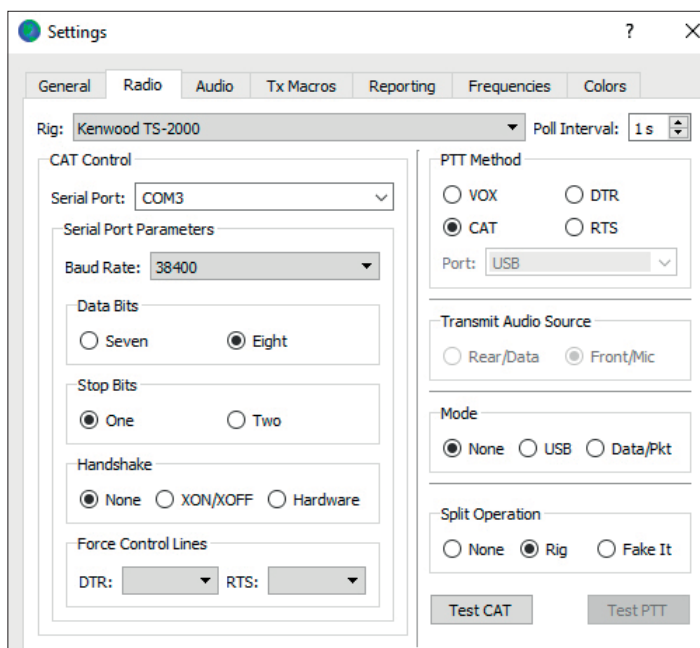


Bild 9 – I inställningarna för WSJT-x måste man koppla den ena sidan på COM-portlänken. I detta fall COM3. Radioändan för följaktligen COM2. Se till att baudrate och annat korresponderar i båda ändarna.

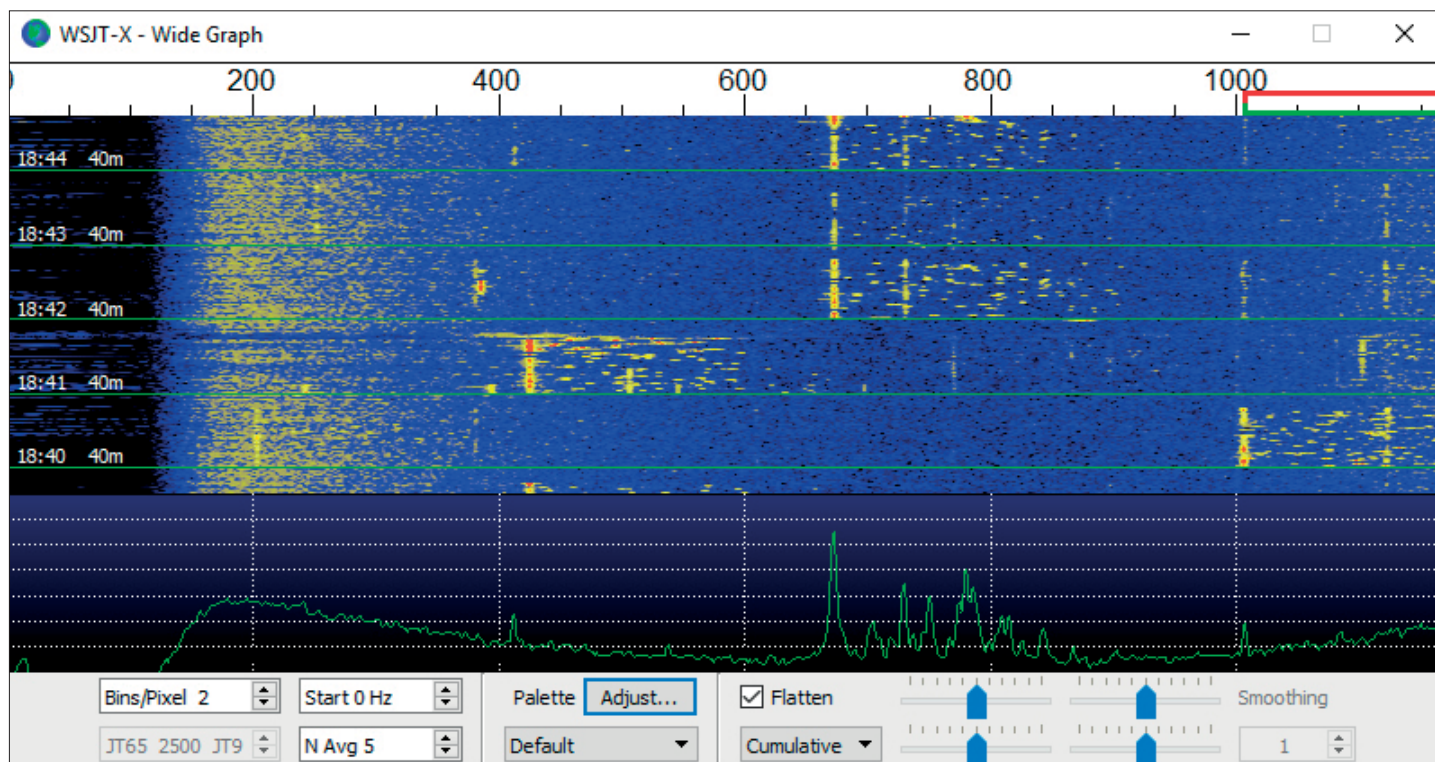


Bild 10 – Spektrumvisningen i WSJT-x visar det som mottagaren hör. Med blotta örat låter det som en gröt av olika musiker som spelar varsin egen låt. Notera att start och stopp på sändningarna måste ske vid exakt rätt tidpunkt.

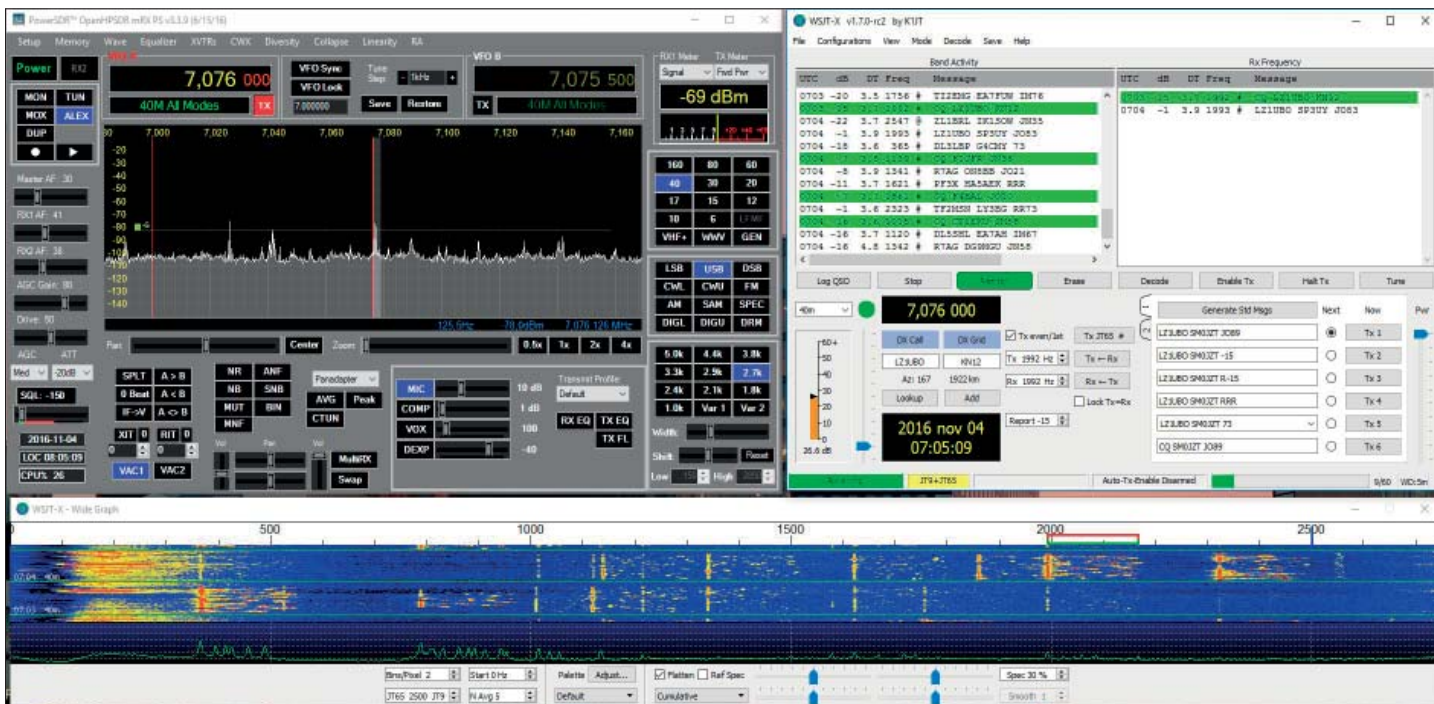


Bild 12 - I denna bild ser man hur det kan se ut på bildskärmen då man kör WSJT-X tillsammans med operatörssnittet till en SDRRadio som ANAN-10. Uppe till vänster ser man PowerSDR som är operatörsprogramvaran till den radion. På detta sätt kan man sitta med sin bärbara PC i soffan och via trådlösa nätet köra radion och JT65-QSO:n över hela världen.

Föredrag i en klubblokal nära dig

Genom åren har jag haft den stora glädjen få träffa många radioamatörkompisar i och utanför Sverige där jag antingen genom individuella samtal eller i grupp (klubbmöte) fått inspirera till radioexperiment.

Denna artikel har förhoppningsvis fått ett frö hos läsaren att komma igång med den digitala moden JT65. Jag vill härmed dessutom sända ut en förfrågan om intresse finns att jag kommer för att prata om saken och demonstrera tekniken handgripligt.

För den som redan kör, har synpunkter eller vill inspirera så är jag mer än intresserad av återkoppling. Precis som vanligt.

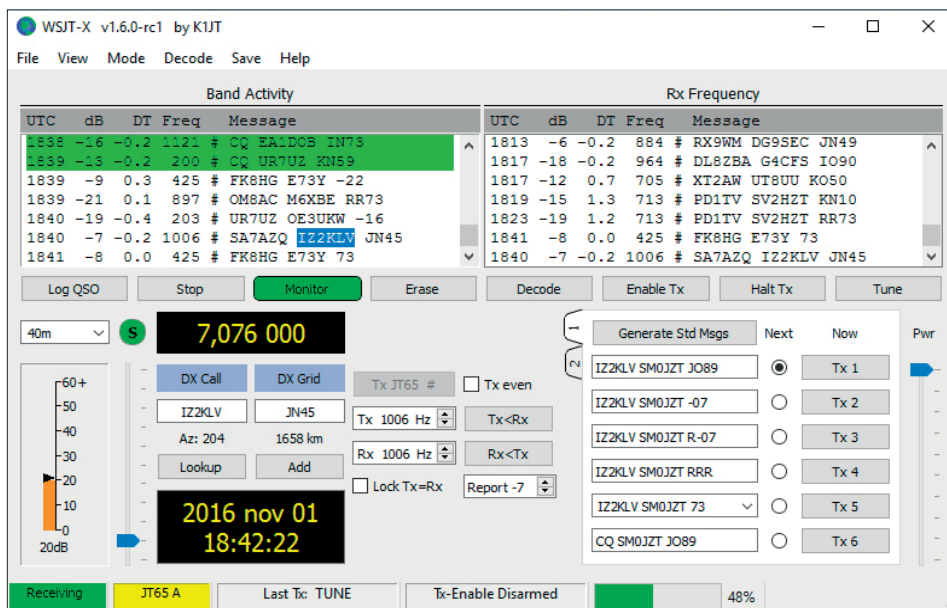


Bild 11 – Huvudfönstret för WSJT-X visar en hel del information om vem som kör, men vem man kör och vilka meddelanden som överförs. Allt felrättat med FEC så att man inte skall sväva i osäkerhet om innehållet.

Referenser:

- [1] Det kanske inte är ett talesätt, men det låter fränt.
- [2] SM0JZT hemsida: radio.thulesius.se
- [3] WSPRNET: wspnet.org
- [4] QRP-labs: shop.qrp-labs.com
- [5] JT65 theory: www.ar1l.org/files/file/18JT65.pdf
- [6] WSJT-X: www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjsx.html
alternativt
WSJT-X 1.7: www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjsx-1.7.0-devel-win32.exe
- [7] WSJT-X user guide
www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.6.0.html
- [8] Virtual Audio Cable : <http://software.muzychenko.net/eng/vac.htm>
- [9] com0com: <http://com0com.sourceforge.net>



SM0JZT
Tilman D. Thulesius
Klostervägen 52
196 31 Kungsängen
0700-09 75 01
sm0jzt@ssa.se
radio.thulesius.se