

# WSPR-sändare att bygga själv

## Bygg för WSPR, QRSS och andra moder

Av SMOJZT, Tilman D. Thulesius

I majnumret av QTC [1] resonerades om tekniken bakom den spännande digitala moden WSPR. Man kan inte annat än bli bra nyfiken på hur lång man kan komma per watt då man ser vilka möjligheter som bjuds och vad lite som krävs.

Man kan lätt komma igång med den befinnliga radion för att se hur det fungerar. Dock är det frestande och klokt att se om man inte kan bygga sig åtminstone sändaren själv så att den kan få tuffa på i sin hörna och inte låsa upp "vardagsradion". Hans Summers G0UPL har rosat många radioamatörer med en QRSS-sändare. Nu har han utökat byggsatsutbudet och har nu en ny variant som även kan sända WSPR med mycket goda prestanda. Byggsatsen kostar blott 18 pund så det tål dom flesta hobbybudgetar.

Denna månad bygger vi den och provar. Vad sägs om en egen eller klubbägd WSPR-sändare/fyr?

### Bakgrund

I tidigare artiklar (det har blivit en del vid det här laget) har jag skrivit om QRSS och även då sändarebyggsatsen från Hans Summers G0UPL. Det är en enkel konstruktion som trots sin enkelhet klarar av att sända QRSS-signaler med skaplig noggrannhet och hörbarhet. QRSS är ju otroligt smalbandig (typiskt 5 Hz), så frekvensnoggrannhet är viktigt för att kunna följa en motstation.

G0UPL är en kreativ och duktig herre med tekniken. Det har resulterat i en ny sändarebyggsats som inte bara sänder olika typer av QRSS utan även kan nyckla CW, Hellshreiber och framförallt WSRP. Den sistnämnda moden

var för mig huvudanledningen att skaffa den nya sändaren som kallas "Ultimate 2, Multi-mode QRSS beacon" [2].

### Enkel men vass

Tittar vi på schemat på byggsatsen på nästa sida finner vi en till synes ganska enkel konstruktion. I grunden påminner den en hel del om den första generationen för QRSS där en mikroprocessor får en kristaloscillator att ändra frekvens (frekvensskift) i långsam telegraftakt. Den enkla kristaloscillatoren har ersatts med en noggrann och flexibel DDS variabel oscillator. DDS-kretsen av typen AD9850 från Analog Devices återfinns på ett färdigt separat kretskort tillsammans med en referensoscillator som klockar in på hela 125 MHz. Noggrannheten är mycket god och framförallt erbjuder DDS:en möjligheten att ställa in valfri frekvens inom hela kortvågsbandet. Dessa DDS-kretsar är ganska dyra, men genom att som Hans Summers köpa in dessa monterade på standardmoduler från tillverkare i Asien, så kan priset hållas ner väsentligt.

DDS-en används för att skapa den bäarfrensens som skall användas. Frekvensändringar för frekvensskift genereras med lämplig programvara i sändaremodulens mikroprocessor. Processorn är en ATmega168 från ATMEL. Processorn har sin egen 20 MHz styrkristall. För att kunna övervaka och programmera sändarens funktion finns en 24 teckens LCD-display kopplad till processorn. Den svaga signalen från DDS-kretsen förstärks till i runda slängar 150 mW med en enkel FET-transistor innan den passerar ett lågpasfilter för att kunna fångas upp runt jorden.

Lågpasfiltret monteras på sändaren som en

separat enhet beroende på band på vilket sändaren skall sända. Till byggsatsen följer ett filter. Ytterligare filter kan beställas efter behov.

### 150 mW låter inte mycket för världen

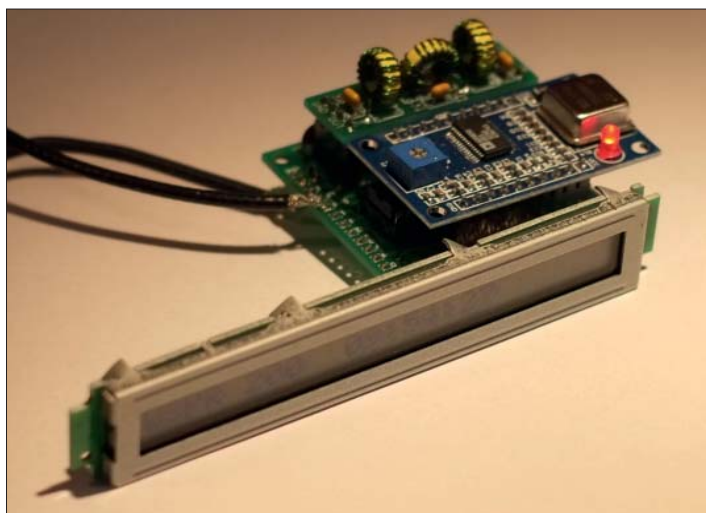
Men hu så man bedrar sig. På nästa sida finner du ett utdrag ur WSPRnet-databasen [3] där undertecknads lilla sändare har hörts över 800 mil bort i W4/USA. Sändaren är kopplad till en dipol för 30 meter som sitter uppspikad på vinden i huset. I tabellen noterar man även den signalrapport som givits. Här ser man att signalstyrkorna var så låga som -28 dB. Alltså inom ett område där det mänskliga örat för länge sedan givit upp. Digital signalbehandling är fantastisk och ger oss fantastiska möjligheter för intressanta experiment med svaga signaler och låga effekter.

Om man kommer på den märklige idén att 150 mW inte räcker till så kan man montera ytterligare en "PA-transistor" och öka matningsspänningen till exempelvis 10 VDC istället för 5 VDC så blir det väl nästan 1 W... Men vad skall det tjäna till när man når så långt redan med 150 mW.

Min kompletta sändare drivs av ett enkelt 5 VDC-aggregat som tidigare har använts för att ladda en smartphone via USB.

### Byggsatsen byggs lätt

Notera dom delar som följer med byggsatsen på bilden invid. Idel hålmonterade komponenter att montera så långt ögat når. Spänningsmatningen till "slutsteget" passerar en toroid att linda. Lågpasfiltret har även 3 toroider som kan kräva lite koncentration då dom skall lindas. Monteringen av LCD-displaymodulen kan göras på lite olika sätt beroende på den låda man avser använda. På bilden invid har modulen ännu



LCD-displayen ser ganska stor ut vid sidan om själva sändaren med sin DDS och lågpasfiltermodul monterad. Bilden visar enheten innan den har monterats i en skyddande låda.



Det är inte många komponenter som ingår i byggsatsen att montera. Allt är hålmonterat. Som framgår av bilden så är dom ytmonterade komponenterna redan på plats på DDS-modulen med sin AD9850-krets.



Om man skulle visualiser signalen från en WSPR-sändare så skulle man se dom olika toner som sänds enligt ett visst mönster och kombination för att motsvara ett tecken. Varje sändningspass består som tidigare beskrivits [1] ett antal kopior för att kunna genomföra en felkorrigering. I bilden ser man två kompletta sändningar (och en påbörjad) som motsvarar det meddelande man vill skicka.

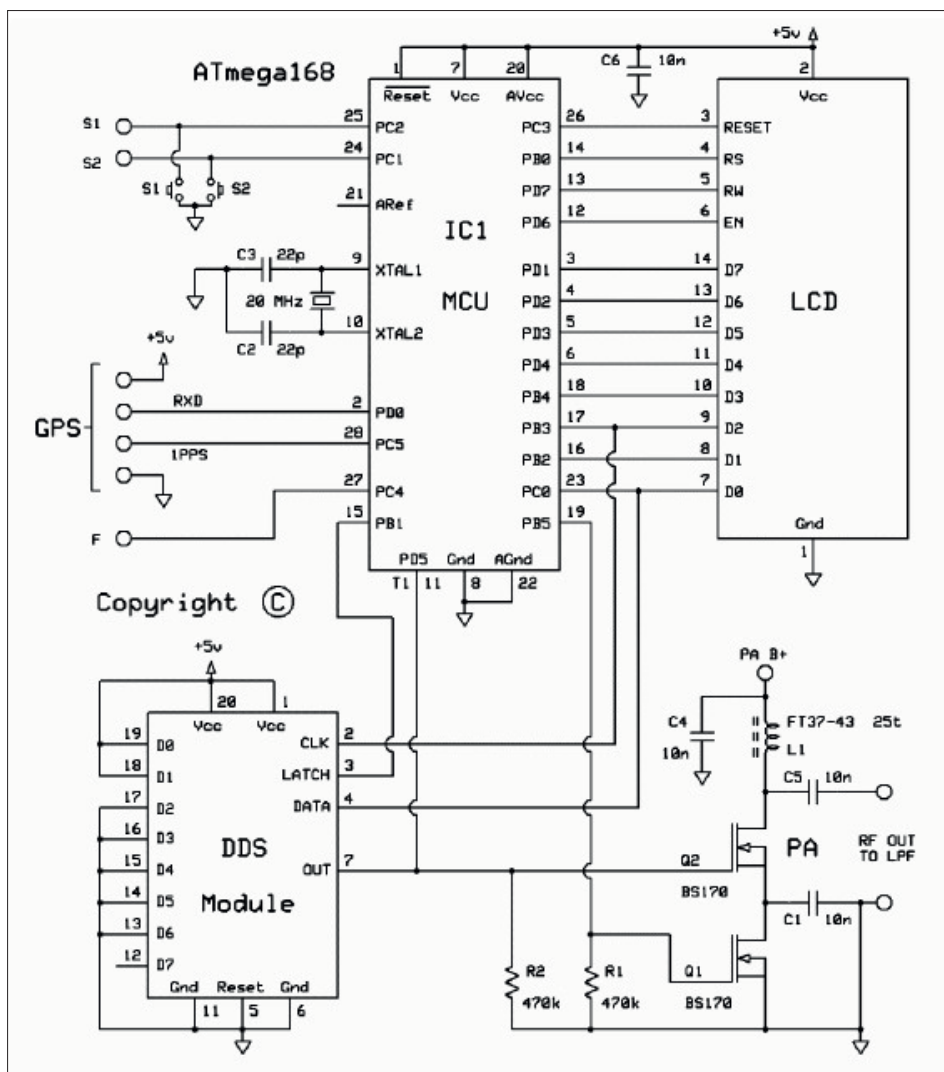
ej monterats i lådan. Det är dock bra och snyggt att montera sändaren i en skyddande låda. Inte minst viktigt för frekvensnoggrannheten om dom frekvensbestämmande kretsarna inte utsätts för temperaturväxlingar om dom sitter i fria luften. Själv föredrar jag lådor av gjuten aluminium. Dock kan det vara vettigt att använda en plastlåda om man avser bygga in en GPS-mottagare i lådan (mera om den nedan). I övrigt så är det inte mycket som kan gå snett om man bara följer den välskrivna dokumentationen på engelska. Dokumentationen hämtas från hemsidan [2] i pdf-format och studeras gärna innan byggsatsen beställs via samma hemsida.

Som redan nämnts så är den frekvensbestämmande DDS-kretsen placerad på ett separat kretskort. Detta kort placeras via stiftlistor ovan på huvudkortet invid lågpassfiltret.

### GPS-mottagare är bra

Som nämnt ovan så kan man ansluta en GPS-mottagare till sändaren. Som bekant används GPS-mottagare för att noggrant bestämma ens position. I fallet med vår lilla sändare är det inte tänkt att den skall vara monterad i en mobil enhet likt en APRS-nod. I vårt fall använder i GPS-mottagaren för att få till en mycket noggrann tidsangivelse för synkronisering av sändningsintervallet. GPS-tekniken är som bekant beroende av mycket exakta tidsbegrepp för att kunna bestämma en position. I min tidigare artikel om WSPR [1] skrev jag att sändningen sker i intervall om 110,6 sekunder. För att mottagaren som lyssnar på sändande stationer skall kunna lyssna vid rätt tidpunkt för att snappa upp så mycket som möjligt av det som sänds är det viktigt att det sker någorlunda synkroniserat i tid. Den GPS-modul som krävs till detta skall ha en så kallad 1PPS-utgång. Alltså en utgång som med mycket hög noggrannhet pulser en gång varje sekund. Till mina experiment har jag använt en NAVILOCK EM406A-modul som finns att köpa för några hundralappar på lite olika ställen (bland andra ELFA och eBay). Om man använder eBay är det klokt att kontrollera betalningsmetod och vilka fraktkostnader som tillkommer. Det är bra att välja en leverantör i Europa för att få ner just fraktkostnaderna. Betalning via kreditkort eller överföring via PayPal funkar mycket bra vid dessa små belopp.

Bild på GPS-modulen har du på nästa sida och visar att den inte bara är liten utan även inte är kapslad. Notera att man INTE kan använda vilken GPS-modul som helst för att få



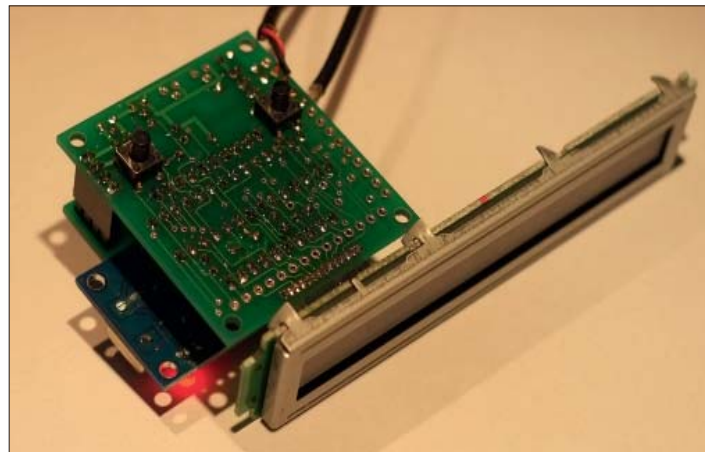
Schemat ordas det om i texten invid. Notera inkopplingen av LCD-display och att DDS-modulens schema inte finns med.

Timestamp	Call	MHz	SNR	Reporter	RGrid	km	az
2013-04-22 05:32	SM0JZT	10.140185	-22	W4AC	EL86	8071	293
2013-04-22 00:32	SM0JZT	10.140182	-28	W3BI	FN20en	6390	296
2013-04-21 19:22	SM0JZT	10.140175	-26	4Z4TI	KM71jg	3386	150
2013-04-21 22:52	SM0JZT	10.140183	-19	4X1RF	KM72ls	3231	149
2013-04-21 18:52	SM0JZT	10.140210	-25	EC5AJN	IM99tl	2560	218
2013-04-26 02:02	SM0JZT	10.140193	-28	SV8RV	KM07ks	2424	173
2013-04-24 18:42	SM0JZT	10.140177	-22	F1VMV	JN24kh	1895	213
2013-04-23 17:42	SM0JZT	10.140182	-27	IW1RGP	JN33vt	1867	205
2013-04-23 09:22	SM0JZT	10.140250	-26	IZ1DLU	JN33vu	1862	206
2013-05-02 21:42	SM0JZT	10.140184	-22	IK1WVQ	JN44cb	1830	205
2013-04-22 20:02	SM0JZT	10.140193	-18	EI7GSB	IO52qd	1820	255
2013-04-23 05:52	SM0JZT	10.140203	-26	UT3IB	KN98cg	1819	124
2013-04-22 20:42	SM0JZT	10.140190	-26	F5PVG	JN16hd	1787	221
2013-05-02 21:22	SM0JZT	10.140185	-20	G4INK	IO70ld	1775	244
2013-04-25 17:22	SM0JZT	10.140196	-28	F6DED	JN07bx	1714	230
2013-04-22 16:52	SM0JZT	10.140198	-21	IZ4PSG	JN54kp	1712	199
2013-04-24 17:12	SM0JZT	10.140190	-21	IZ2WMD	JN45sq	1627	203
2013-04-23 18:22	SM0JZT	10.140198	-12	M0ARM	IO80vp	1594	241
2013-05-02 17:32	SM0JZT	10.140188	-26	MI0UYD	IO64	1588	260
2013-04-24 07:32	SM0JZT	10.140199	-17	F6BIA	JN18dq	1558	226

Här en lista på dom rapporter som givits in till WSPRNET [3] kring sändningarna från SM0JZT med 150mW och dipol under taket. W4 får väl duga.



GPS-mottagaren är inte någon stor klump utan göms lätt i en hand. Den är inte kapslad utan placeras med fördel i en icke skärmande låda. Antennen ser man på toppen av modulen i bild. Detta är en NAVILOCK EM406A-modul som bland har 1PPS utgång.



På huvudkortets undersida finns två knappar att programmera enheten med. Då man monterar enheten i en lådan måste man parallellkoppla två knappar så att man kommer åt att programmera om även då.

ut ”1PPS”-signalen. Alltså kan man exempelvis INTE använda dom populära inkapslade GPS-mottagarna med USB-anslutning. Kolla noga specifikationen innan köp.

### Det funkar även utan

För den som vill komma igång, men utan GPS-synkad klocka så funkar den inbyggda realtidsklockan i sändaren riktigt bra. Den frekvensbestämmande delen till denna klocka är mikroprocessorns klockkristall (20 MHz). Om denna inte ligger rätt i frekvens (vilket den troligen inte gör) så kan man kalibrera klockan via en enkel programmering, som beskrivs väl i manualen. Undertecknad har efter kalibrering kört under flera veckor i sträck utan att mot-

tagarna har tappat bort min sändning. Så GPS-synk är inte ett måste.

Det viktiga är att som redan nämnt att sändningssekvensen vid WSPR påbörjas rätt i tid, så att mottagande station fångar upp så mycket som möjligt av det som sänds. Du väljer den metod som passar dig.

### Programmera med två knappar

Som redan nämnt följer en LCD-display med byggsatsen. Huvudsyftet är att man skall kunna se vad som händer och kunna programmera enheten. Programmeringen sker med blott två tryckknappar som sitter under kretskortet. Parallellt med dessa kopplar man tryckknappar som monteras åtkomligt utifrån då sändaren monteras i lådan.

Det kan verka lite påvert att bara ha två knappar och en display att ha tillgång till för att programmera. Det är sannerligen inget avancerat gränssnitt. Men med tanke på att det inte är så många inställningar man har att jobba så går det an. Följ noga instruktionen i manualen så går det fint. Själv gjorde jag tabben att inte läsa på allt och fick grubbla en del.

Se bilden invid för att få en överblick på vilka inställningar som finns. Som redan nämnts finns det ett antal ”modes” att välja på. I bilden syns FSKCW som är den vanligaste QRSS-varianten. Notera punkten ”frequency” med vilken man talar om för DDS:en vilken frekvens man skall sända på. Kom ihåg att montera lämpligt lågpassfilter. För att matcha uppdateringar om QTH från GPS-mottagaren behöver hastigheten på GPS-mottagaren och seriesnittet i sändaren vara det samma. Vanligt är det med 9600 bit/s. Kontrollera efter vad som gäller i beskrivningen till GPS-mottagaren.

Som nämnt tidigare är det viktigt att kalibrera ”Sys. Frq” (standard 20 MHz) om man använder den realtidsklockan som bjuds i mikroprocessorn istället för en GPS. Likaså måste man kalibrera DDS:ens referensoscillator ”Ref. Frq” så att sändaren ligger helt rätt i frekvens. Använd en lämplig noggrann frekvensräknare

eller kolla mot utsändningar på 10.0000 MHz USB.

### Summering

Den här beskrivna byggsatsen beskriver en sändare som man kan sätta upp som en liten fyr på något lämpligt ställe. När det är gjort och inställt är det bara att surfa in på hemsidan [3] och förundras över hur långt bort man hörs trots liten effekt. Om det finns någon som störs av en sändare som sänder med en bandbredd av några Hz och med under 200 mW så är denne bara att beklaga för sin trängsynthet och okunskap. Sändaren måste ju ej stå på för jämn utan kan ju lätt stängas av då man vill pausa experimenten. Låt oss radioamatörer fascineras över den fantastiska värld som öppnas med dom experiment som står oss till buds.

Jag vill tacka för alla intressanta och intelligenta kommentarer som strömmar in till mina artiklar. Jag önskar alla läsare en skön sommar med många intressanta upplevelser inom och utanför radiosfären.

### Referenser:

- [1] QTC Maj 2013 – [radio.thulesius.se](http://radio.thulesius.se)
- [2] G0UPL sida – [www.hanssummers.com](http://www.hanssummers.com)
- [3] WSPRNET – [www.wsprnet.org](http://www.wsprnet.org)
- [4] eBay – [www.ebay.de](http://www.ebay.de)

```
Mode      FSKCW
Speed     003
Frequency 10,140,000
Callsign
Message   G0UPL
Frame     00
Start     00
CW Ident. 00
Locator
Power     23
Use GPS   Off
Inv. GPS  Off
GPS Baud  09600,01,1,8
Inv. FSK  Off
FSK (Hz)  4
Inv. Btn. Off
Sys. Frq. 20,000,000
Ref. Frq. 125,000,000
Set Time  00:00
Right button to start!
```

Det är inte många menypunkter att jobba med som synes. Programmeringsverktygen med LCD och två knappar är väl inte det flottaste, men det funkar, bara man följer instruktionerna.



SM0JZT  
Tilman D. Thulesius  
Klostervägen 52  
196 31 Kungsängen  
0700-0975 01  
[sm0jzt@ssa.se](mailto:sm0jzt@ssa.se)  
[radio.thulesius.se](http://radio.thulesius.se)