

Mottagaren - JUMA-RX1

Presentation av vinnare i SRAL:s RX-konstruktions-tävling 2005.

Konstruktion:

OH2NLT, Juha Niinikoski och OH7SV, Matti Hohtola

Originalartiklar i "Radioamatööri" 8/2005:

OH2DT, Antti Huhtala och Timo Kiiski, OH1TH/OH5TA

Översättning/bearbetning: Thomas Anderssen, OH6NT

Finlands radioamatörförbund utlyste i november 2004 i tidningen "Radioamatööri" en konstruktions-tävling vars syfte var att konstruera en mottagare avsedd i första hand för "nybörjare inom radiohobby". Deltagande konstruktioner bedömdes utifrån följande kriterier:

1. Konstruktionens tydlighet, praktiskhet och repeterbarhet
2. Dess funktionella tekniska säkerhet och arbetets kvalitet
3. Användning av originella konstruktionslösningar
4. Funktion inom frekvensområdena
5. Delarnas tillgänglighet och kostnad
6. Dokumentation - byggbeskrivning och övriga nödvändiga instruktioner

Dessutom fick delarnas kostnad inte överskrida 60 € (ca. 560 SEK).

Projektet bedömdes av tre tekniska experter, nämligen OH2GF, Jukka Vermasvuori, OH2BCW, Elja Ahti och OH2DT, Antti Huhtala. Artikeln innehåller en beskrivning och bedömning av denna lilla mottagare, som för övrigt snart kan fås som byggsats, eller åtminstone som färdiga kretskort. En tillhörande sändare är under planering.

Mottagaren

Detta är ett radiobygge som inte kräver lindning av en enda spole! Bandfiltret i mottagarens försteg är nämligen utfört med färdiga ytmonterade standardinduktanser. Trots det är filtret överraskande bra. Dämpningen vid 8 MHz är ca. 10 dB.

Frekvenssynesens styrområde i sin helhet är 0 - 8 MHz vilket **inte** betyder att mottagaren som helhet fungerar bra över hela det området. Mottagarens egentliga praktiska arbetsområde är 3,5 - 7,1 MHz, men den fungerar även för avlyssning av AM-stationer på MF, fast den egentligen inte är avsedd för det. Den fungerar ända ner till 100 kHz dock med begränsade egenskaper på grund av ingångsfiltret. Mottagaren är av DSB-typ (Double Sideband) och lämpar sig för avlyssning av både SSB och CW. Strömförbrukningen är under 50 mA och driftspänningen 9-15 V DC.

Det är viktigt att mottagaren inte genere-

rar egna störningar. I början på frekvensområdet, under 100 kHz, förekommer en del små störningar, liksom två kraftigare signaler på 4 och 6,666 MHz vilka lyfter S-metern något. Annars hålls digitalkvittret på försumbar nivå. Noterbart är att brum som normalt förekommer vid DC (Direct Conversion) saknas helt.

Känsligheten är vald så att mottagaren kräver en fullstor yttre antenn, t.ex. en dipol. Konstruktörerna uppger känsligheten till -120 dBm = 0,22 µV, men har senare förbättrat den, liksom dynamiken. God dynamik och utmärkt AGC/AVS-funktion ger grunden för god mottagning. Känsligheten är fullt tillräcklig bara man använder en riktigt avstämd antenn. Mottagaren "hör" samma signaler som en kommersiell referensmottagare gjorde. Större känslighet hade inneburit försämring av korsmodulationsegenskaperna, därför valde konstruktörerna att tillåta användning av en riktig antenn. Annars hade man varit tvungen att införa reglerbar dämpning med mera rattar och högre kostnad.

Mottagaren tål kraftiga signaler utmärkt. Enligt mätningar tål mottagaren 20 dBm utan att gå på knä. Bandbredden uppges enligt konstruktörerna till 300 Hz - 2,5 kHz vid -6 dB punkterna. I praktiken är

den dock 5 kHz, eftersom mottagaren hör båda sidbanden. Selektiviteten är inte den bästa vid DSB-mottagning, men det är ett pris man får betala för en sådan här teknisk lösning. Third order Intercept Point (IP3) ligger på mycket goda +23 dBm. Mottagarens AF-uteffekt är 1 W.

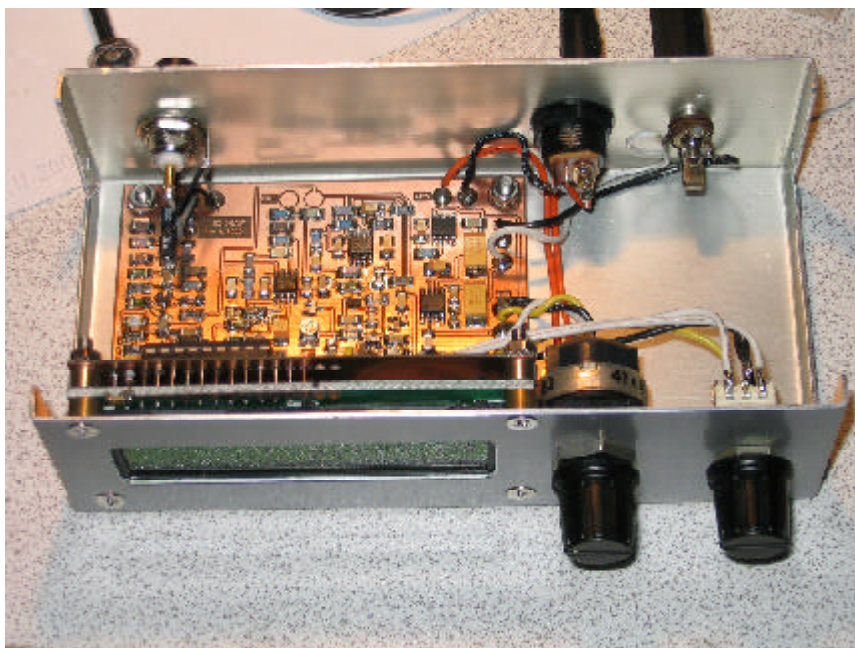
Konstruktionen

Mottagaren baserar sig på direktblandning (Direct Conversion). Lokaloscillatorn (VFO:n) är utförd med en DDS (Direct Digital Synthesizer) som styrs av en mikrokontroller. Som display används en färdig LCD-modul. På så sätt har man fått en kompakt och enkel konstruktion med utmärkt frekvensstabilitet och brett funktionsområde.

Mottagaren består av två kretskort, RX-main och DDS-control. På RX-kortet finns blandaren, behövliga förstärkarsteg, (DSB-)audiofiltret, AGC-steg av en spänningsstabilisering. Kortet matar 12 VDC och S-meterspänning till DDS-kortet. Lokaloscillatorns signal och kvitteringstonerna kommer från DDS-kortet. Kortet innehåller den digitala lokaloscillatorn, som styrs av mikrokontrollern på kortet. Frekvensinställning sker med en vridbar enkoder som avläses av mikrokontrollern. Dessutom styr den LCD-displayen som visar frekvens, S-meterutslag och matningsspänning. Kontrollern producerar också de kvitteringssignaler som behövs.

Modultänkandet medger att man kan bygga bara RX- eller DDS-delen, Detta gör att man komplettera eller integrera modulerna med egna konstruktioner.

Man bör påpeka att det inte är frågan om



Mottagaren JUMA-RX1 när man gläntar på locket. Allt snyggt monterat. Endast två reglage behövs på fronten.

någon leksak, utan en seriös "basic general coverage"-mottagare för amatörbruk med frekvensomgrannhet på 10 Hz över hela frekvensområdet. Den skiljer sig från en modern transceiver-RX närmast i att den använder endast ett blandarsteg (eg. detektering), CW- eller SSB-filter e.d. finns inte, och frekvensområdet är mindre.

RX-delens funktionsprincip

Signalen som kommer från antennen filteras i ett tvåstegs 7 MHz lågpasfilter, som dämpar återgivningen av de harmoniska 3f-signaler som beror på funktionsprincipen.

Efter lågpasfiltret sitter en bredbands-transformator som balanserar signalen till blandaren. Transformatorn förhindrar lokaloscillatorns signal att läcka till antennen, eftersom VFO:ns frekvens är samma som den avlyssnade frekvensen.

Som blandare används den analoga CMOS-switchen HEF74HC4052 (D1), som kopplar antenssignalen i tur och ordning till två samplingskondensatorer (C36 och C37). En blandare av denna typ har valts för sin utomordentliga dynamik vilket gör att man i försteget klarar sig med ett bredbandigt lågpasfilter och utan RF-förförstärkare. Samplingsprincipen som använts i blandaren bildar tillsammans med VFO:n ett smalt bandfilter som följer frekvensen. Bredden hos detta filter är ± 16 kHz och det dämpar redan i blandaren frekvenser utanför det avlyssnade bandet med 6dB/oktav. T.ex. en station på 100

kHz avstånd dämpas i blandaren med 16 dB, och på 1 MHz avstånd ca. 35 dB.

Efter blandaren kommer en differentiell förförstärkare (A1-A), som är utförd med en JFET-operationsförstärkare TL082. Förstärkningen är moderat för att inte starka signaler ska klippas på dess utgång. Förstärkningen är dock valts tillräckligt stor så att detta steg bestämmer signa/brusförhållandet Brusegenskaperna hos denna förstärkare är tillräckliga för 80- och 40-meters banden.

Följande steg är 2.5 kHz SSB-audiofiltret. Det är utfört som ett aktivt lågpasfilter med operationsförstärkaren (A1-B). Filtrets förstärkning i passbandet är 0 dB. På detta sätt bibehålls den goda hanteringsförmågan för starka signaler som uppnått i förförstärkaren. Filtret är konstruerat för SSB-lyssning och det är även användbart när man lyssnar på CW. Undertryckningen av låga frekvenser, 0...300 Hz, är genomförd genom lämplig dimensionering av kopplingskondensatorerna i mottagarens förstärkarkedja.

JUMA-RX1 har en bra automatisk förstärkningsreglering (AGC). Den består av en reglerbar förstärkare (A2-A ja V4), efterförstärkare (A2-B), likriktning av signalen (V1) och en styrdel (V2). När signalen från antennen växer, minskar JFET:ens V5-resistans när styrenheten styr FET:ens gate-spänning mot source. FET-en verkar som operationsförstärkarens återkopplingsmotstånd och på så sätt

ändras förstärkningen enligt behov.

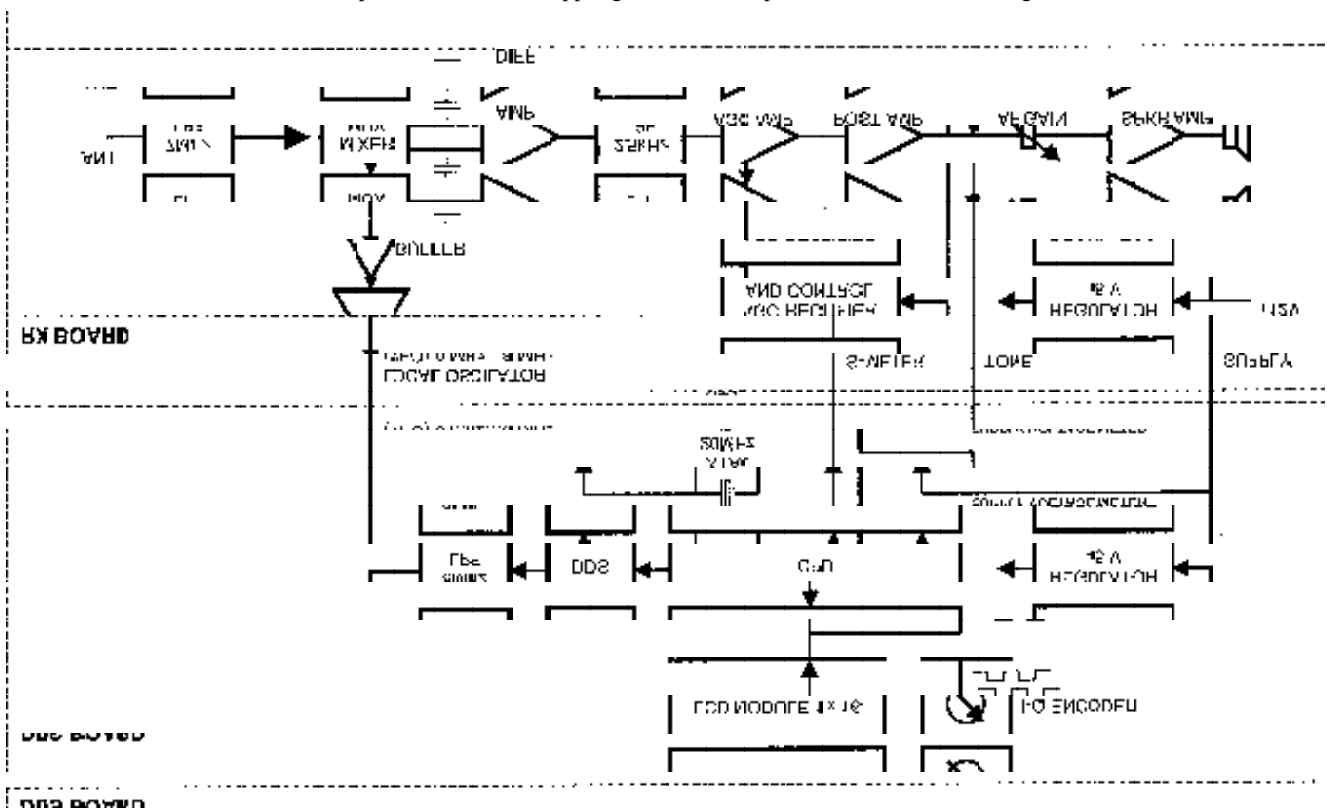
Högtalarförstärkaren är utförd med en förstärkare av typ LM386, som kan avge ca. 1 watt effekt i en lågohmig högtalare.

DDS-delens funktioner

DDS:n består av kretsen AD9833 från Analog Devices och efterföljande lågpasfilter. DDS-kretsen styrs i JUMA-RX1:s fall med mikrokontrollern PIC16F819 från Microchip. Med samma kontroller verkställs även övriga funktioner i mottagarens användargränssnitt.

Vilka funktioner som utförs beror i första hand på programvaran som styr apparaten. De signalvägar och kopplingar som behövs för funktionerna måste naturligtvis också finnas. DDS-delen sköter följande:

- ✗ Generering av lokaloscillatorfrekvens, DDS-kretsen.
- ✗ Inställning av oscillatorns frekvens, vridbar enkoder.
- ✗ Visning av frekvensen på LCD-displayen.
- ✗ Val av stegstorlek för avstämningen med enkodern.
- ✗ Visning av gjorda inställningar på LCD-displayen.
- ✗ Lagra inställd frekvens och stegstorlek i EEPROM
- ✗ Grafisk visning av S-meter på LCD-displayen.
- ✗ Mätning av matningsspänningen och visning LCD.
- ✗ Generering av tonsignaler för användargränssnittet



Blockschema på JUMA RX-1. Komplet schema återfinns på projektets hemsida.

Oscillatorn är utförd med en billig 20 MHz kristall som klockar mikrokontrollern och genererar en referensfrekvens för DDS-kretsen. DDS-principen genererar också en serie harmoniska frekvenser som är beroende av grundfrekvensen. Dessa filtreras bort i ett 8 MHz lågpasfilter innan signalen leds till RX-kortets buffertförstärkare som styr blandaren.

Användning

På fronten sitter bara två reglage. Hur kan man manövrera allt med bara dem? Så här går det till: Den ena ratten fungerar som strömbrytare och volymkontroll. Den andra ratten (VFO-SET) däremot har flera funktioner. Den viktigaste är naturligtvis frekvensinställningen som sker genom att man vrider på ratten.

Frekvensvalet kan ske i olika stora steg. Stegets storlek väljs genom att trycka in ratten och samtidigt vrida den medsols (större steg) eller motsols (mindre steg). Stegstorleken kan väljas mellan 100 kHz, 100 Hz eller 10 Hz. Valet kvitteras genom toner med olika tonhöjd i högtalaren, låg tonhöjd för små steg, högre för stora steg. Steglängd och aktuell frekvens lagras i minnet genom ett långt tryck på VFO-ratten. Detta värde återfinns även efter uppstart tills nästa minnesuppdatering. Detta hindrar dock inte att man kan byta stegstorlek när som helst. Displayen växlar visning av S-meter- till matningsspänningsinformation genom ett kort tryck på VFO-ratten. Den sexsiffriga numeriska delen av displayen visar alltid avlyssnad frekvens när mottagaren är påslagen.

När mottagaren kopplas på meddelar den sitt namn och driftberedskapen med medelsnabb CW. En rolig egenskap, men också nyttig för exempelvis synskadade för att få mottagarens status.

Mekanisk uppbyggnad

Lådan är en kommersiell aluminiumbox med måtten 142 x 42 x 72 mm som består av bottendel och lock. Behövliga hål har borrats i front och baksida för reglagen, anslutningar och display. Under locket sitter en liten högtalare. Antennen ansluts med en BNC-kontakt som sitter bakpå tillsammans med 3,5 mm uttag för hörlur/extern högtalare och anslutning för matningsspänning.

Går den att bygga?

Mycket god dokumentation och användarmanual finns f.n tillgänglig på finska (se hemsida). En engelsk och svensk översättning är dock under arbete.

DDS-teknik och ytmonterat är dagens melodi. Det är svårt att idag använda VFO-VXO-lösningar, bland annat för att vissa komponenter (t.ex. vridkondensatorer) är stora, dyra och svåra att få tag på. DDS är lösningen som dessutom ger utökad flexibilitet. Användning av ytmonterade komponenter ger en liten och lätt mottagare som nästan ryms i bröstfickan. Komponenterna som ingår i apparaten är lätta att få tag på hos de vanliga leverantörerna.

SRAL (Finska Amatörförbundet) har beslutat att tillhandahålla ett komplett byggsats med låda till mottagaren.

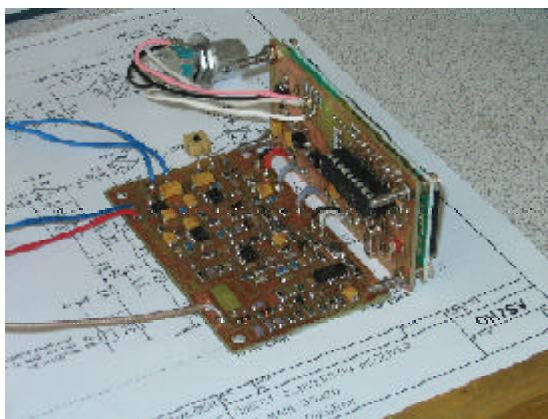
Slutsats

Mottagaren är liten, lätt och billig att bygga. Lite lödvana krävs dock, inte minst för att hantera de ytmonterade komponenterna. Mottagarens egenskaper mäter sig i många avseenden väl med fabriksbyggda apparater. Mottagaren lämpar sig väl som första mottagare för nybörjaren eller den som vill lära sig hur en sådan fungerar. Den lämpar sig även väl som sommarstuge- eller husvagnsmottagare för den mer erfarne radioamatören.

Mera information finns på Internet:

<http://www.nikkemedia.fi/juma-rx1/> - Hemsida för projektet som innehåller både scheman, layoutbilder, komponentlistor och foton. Schemorna är på engelska.
<http://www.tronico.fi/OH6NT/technotes.htm> har en pdf-fil med en av OH6NT Thomas till svenska översatt manual.

För mera information kan du kontakta konstruktörerna via e-post, helst på engelska. Deras adresser är: oh7sv@sral.fi eller oh2nlt@sral.fi. Översättarens adress är oh6nt@sral.fi.



Ingen rädder för ytmonterat är. På detta sätt blir JUMA RX1 liten och behändig trots spännande kretslösning.