



## QRP & egenbygge

Redaktör  
SM0JZT, Tilman D. Thulesius  
Klostervägen 52  
196 31 Kungsängen  
073 – 311 25 21  
sm0jzt@ssa.se  
www.ssa.se/radioteknik/

Del 1 återfinns i QTC nr 4, 2009

## QROlle, konstruktionsbeskrivning del 2

### CW – SSB transceiver för sex kortvågsband, konstruktionsbeskrivning Analogdelarna, del 2 – av SM6DJH, Olof Holmstrand

I denna del skall vi titta lite närmare på mottagardelen av QROlle II. Vi kommer att plocka ut vissa intressanta delar och beskriva dessa lite mer noggrant. Vissa delar utnyttjas både vid mottagning och sändning. Bland annat kommer beatoscillatorn (BFO:n), som också är bärvågsoscillator, att beskrivas i kommande nummer. Vill man studera konstruktionen i sin helhet får man gå in på projektets hemsida. Där finns bland annat det kompletta kopplingsdiagrammet på analogdelarna.

Del 1 i denna artikelserie publicerades i QTC 4/2009. Finns även att hämta på hemsidan [1] som PDF-fil.

#### Bandfiltren

När vi tidigare studerade blockschemat framgick det att mottagaren är en enkel superheterodyn med mellanfrekvensen 5 MHz. Eftersom mellanfrekvensen är förhållandevis låg, måste bandfilterselektiviteten vara god. Annars får man problem med spegelfrekvensen. En annan stor fördel med god selektivitet är att man dämpar eventuellt störande signaler utanför amatörbanden. Inte minst spörras signaler på 5 MHz, som annars kan nå mottagarens mel-

lanfrekvens. För att uppnå detta finns på mottagaringången ett tvåpoligt bandfilter för varje amatörband. Ett av dessa filter kopplas in med hjälp av ett mekaniskt relä. I de flesta fall är resonanskretsarna uppbyggda med toroidspolar, som har höga Q-värden. Detta gör att kretsarna måste trimmas. Undantaget är filtret för 160 meter där förhållandena inte är lika kritiska. Där används enklare fasta spolar. Parallellt med spolarerna för 17 och 20 metersbanden sitter kondensatorer på 10 pF. Med hjälp av dessa erhålles nollställen (spärrkretsar), vilket gör att den högfrekventa flanken på filterkurvan blir brantare. Eftersom oscillatoren alltid ligger 5 MHz över mottagningsfrekvensen, kommer spegelfrekvensundertryckningen på detta sätt förbättras. På de högsta frekvensbanden ligger undertryckningen på mer än 50 dB och på de lägre betydligt mer. Bandfiltren utnyttjas även vid sändning. Kopplingsdiagrammet kan studeras i fig.1

#### Huvudoscillatorn

Transceiverns huvudoscillator skall leverera en signal inom frekvensområdet 6,810–23,168 MHz beroende på vilket amatörband som an-

vändes. De exakta frekvenserna står angivet i blockschemat. Som tidigare nämnts är huvudoscillatorn en DDS-oscillator (direct digital synthesizer). Det finns flera fördelar med en sådan oscillator. Den största fördelen är att man kan styra utfrekvensen med mycket stor noggrannhet. Detta gör man med hjälp av en mikroprocessor. Det går också lätt att lagra frekvensinformationen i ett minne. Man kan hoppa i frekvens och detta sker blixtnsnabbt. Sålunda är det möjligt att enkelt ändra frekvensen mellan sändning och mottagning. Man kan därför lätt ordna en SPLIT- eller RIT-funktion. Det är också lätt att ordna en automatisk off-set i frekvens vid CW-mottagning. Det som tidigare krävde komplicerade och dyra hårdvarulösningar kan nu istället lösas mjukvarumässigt.

Som alltid inom elektroniken, har varje lösning sina för- och nackdelar. DDS-oscillatorns största nackdel är att den tillsammans med den önskade signalen även levererar mängder av falska signaler, s k spurious. Bakgrunden till detta ligger i själva skapandet av oscillatorsignalen. För att tillverka denna behövs en klocksignal, som kommer ifrån en kristaloscillator. Genom ett samplingsförfarande konstrueras utsignalen.

Det finns en regel som säger att klockfrekvensen bör vara åtminstone dubbelt så hög som den maximala utfrekvensen. Då kommer de starka falska signalerna att hamna över det frekvensområde man skall använda. Med ett lågpasfilter kan man sedan filtrera bort de falska signalerna. På detta sätt brukar de falska signalerna inom arbetsområdet hamna under 50 dB i förhållande till den önskade utsignalen.

I kortvågssammanhang är dock 50 dB inte speciellt mycket. I vår transceiver är därför klockfrekvensen vald till 100 MHz, det vill säga mer än fyra gånger högre än maximala utfrekvensen. Därför är undertryckningen i vårt fall bättre än 65 dB.

Den krets, som användes som DDS-oscillator heter AD9834 från Analog Devices. Den är relativt billig och drar lite ström. Detta brukar vara ett problem, att DDS-kretsarna är förhållandevis dyra och drar mycket ström. Ett förhållande som inte lämpar sig så väl för kraven på QROlle, Vi vill ju kunna använda den i fält. Nivån från kretsen ligger på -5 dBm. Med ett bredbandigt förstärkarsteg och två lågpasfilter levereras en tillräckligt ren oscillatorsignal. Denna uppgår till drygt +5 dBm, vilket är en lämplig nivå för mottagarens och sändarens frekvensblandare ADE-1+. Denna balanserade blandare är en ringdiodblandare och av fabrikat Mini-Circuits.

#### Kristallfiltret

Eftersom transceivern skall kunna användas både för CW och SSB, är det önskvärt med två selektivitetslägen. Lämplig bandbredd för SSB är 2,2 kHz och för CW några hundra Hz. Huvuddelen av selektiviteten sitter i kristallfiltret, vilket får till följd att omkopplingen mellan de

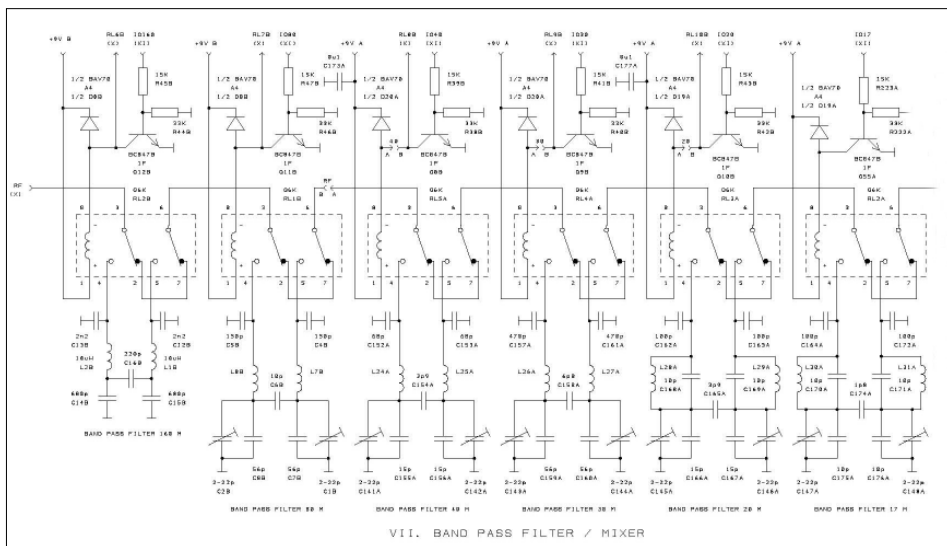


Fig.1 Bandfilter i QROlle II. Omkoppling mellan bandfiltren sker med reläer för bästa egenskaper. Dom används även vid sändning.

två lägena måste ske här. Detta gör att kristallfiltret blir något komplicerat.

Målet har varit att kunna använda billiga standardkristaller, i vårt fall på 5 MHz. En kristall har två resonanser, en serie- och en parallellresonans. Parallellresonansen ligger ett par kHz högre i frekvens än serieresonansen. Q-värdet är mycket högt i jämförelse med vanliga LC-kretsar. Bandbredden för en resonanskrets får man genom att dividera resonansfrekvensen med Q-värdet. Trots att kristallfrekvensen är 5 MHz, får man en bandbredd av ett par kHz, det vill säga Q-värdet är ett par tusen.

Med kapacitanser eller induktanser kan man påverka resonansfrekvenserna. Genom att seriekoppla kristallen med en kondensator kan man öka serieresonansfrekvensen med några kHz. Med en spole kan man minska den. På analogt sätt kan man påverka parallellresonansen genom att parallellkoppla kristallen med en kondensator eller en spole. I detta fall minskar man frekvensen med en kondensator och ökar den med en spole.

I analogi med LC-kretsar kan man låta flera kristaller samverka för att erhålla tillräckligt branta flanker. Det gäller ju att filtrera bort störande stationer, som ligger några kHz ifrån den önskade stationen. Kopplingen mellan kristallerna kan vara kapacitiv eller induktiv. Genom att ha hög kopplingsgrad blir den totala bandbredden större. Om vi sålunda vill ändra bandbredden, måste vi alltså ändra kopplingsgraden mellan kristallerna.

Det har visat sig att man måste ha minst sex kristaller för att få ett acceptabelt filter på 5 MHz. I vårt fall utnyttjas fyra kristallers serieresonanser och två kristallers parallellresonanser (fig.2). Anledningen till detta är att få en någorlunda symmetrisk filterkaraktäristik. Det gäller alltså att korrigera respektive kristalls frekvens och välja rätt kopplingsgrad för att få ett bra slutresultat.

En annan egenskap man måste ta hänsyn till är den önskade signalens dämpning i filtret. En för hög dämpning måste i värsta fall kompenseras med förstärkning av signalen före filtret, vilket orsakar sämre intermodulationsegenskaper. Inte heller får dämpningen variera mellan de två selektivitetslägena. Detta gör att man inte kan minska bandbredden i CW-läge hur mycket som helst. Den bästa kompromissen ligger på en bandbredd av ca 700 Hz. Då är dämpningen i filtret endast ett par dB. I filtret användes kapacitiv koppling mellan kristallerna. Med switchtransistorerna Q4A-Q8A ändras kopplingsgraden. När dessa transistorer bottenar, kopplas fem kondensatorer in (C12A, C15A, C17A, C20A och C24A) och bandbredden ändras från 2,2 kHz till 700 Hz.

Fig. 3 visar filtrets amplitudkaraktäristik. Den streckade kurvan visar filtret i CW-läge.

**Aktiva filter**

När ingen signal kommer in i mottagaren, är mellanfrekvensförstärkningen hög. På grund av

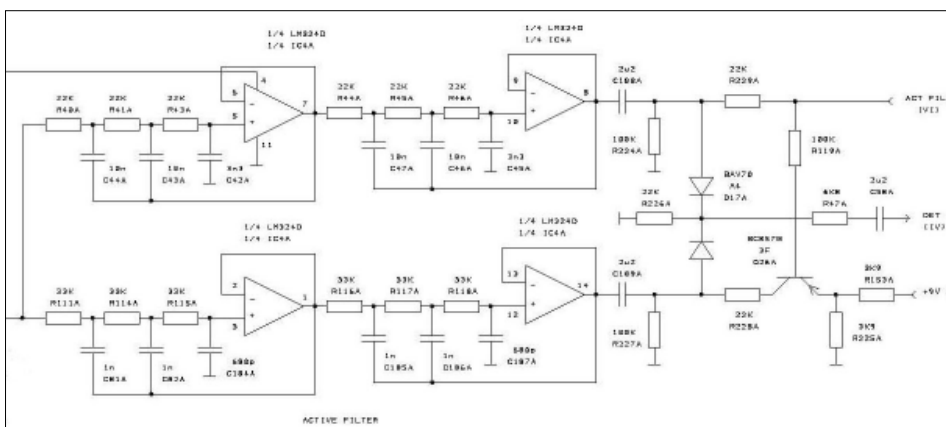


Fig 2. Kristallfiltret är uppbyggt med diskreta kristaller på 5 MHz och används både för SSB och CW då det kopplas om på ett sinnrikt sätt.

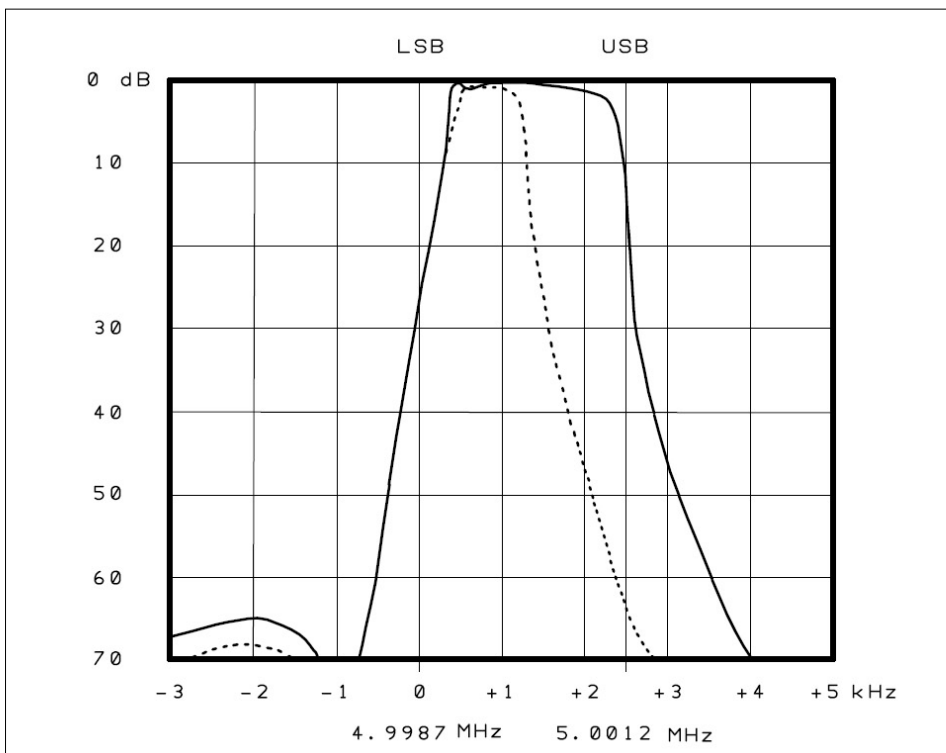


Fig.3 Här syns tydligt filterkaraktären på filtret beroende på om smal eller bred karaktär valts. Riggens mellanfrekvens förskuts runt 5 MHz beronde på om man kör USB eller LSB/CW. Detta då vi har en BFO med blott en frekvens.

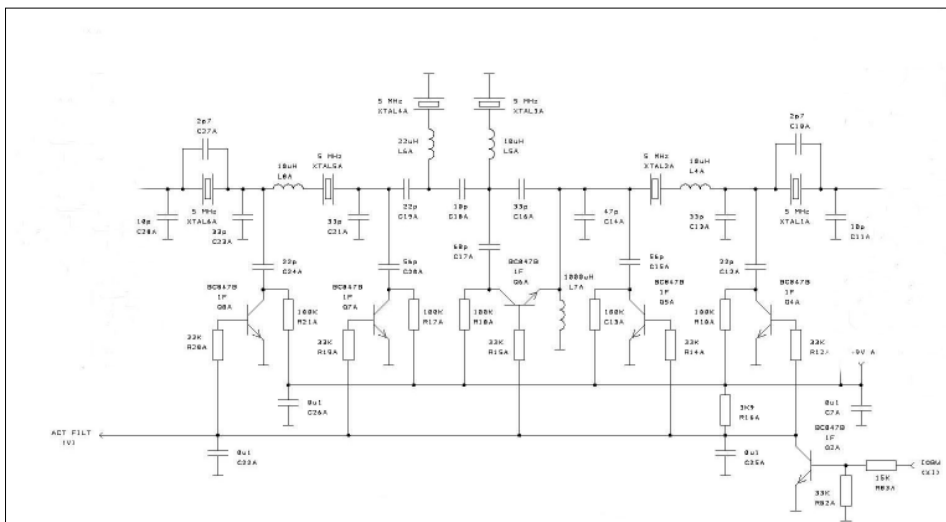
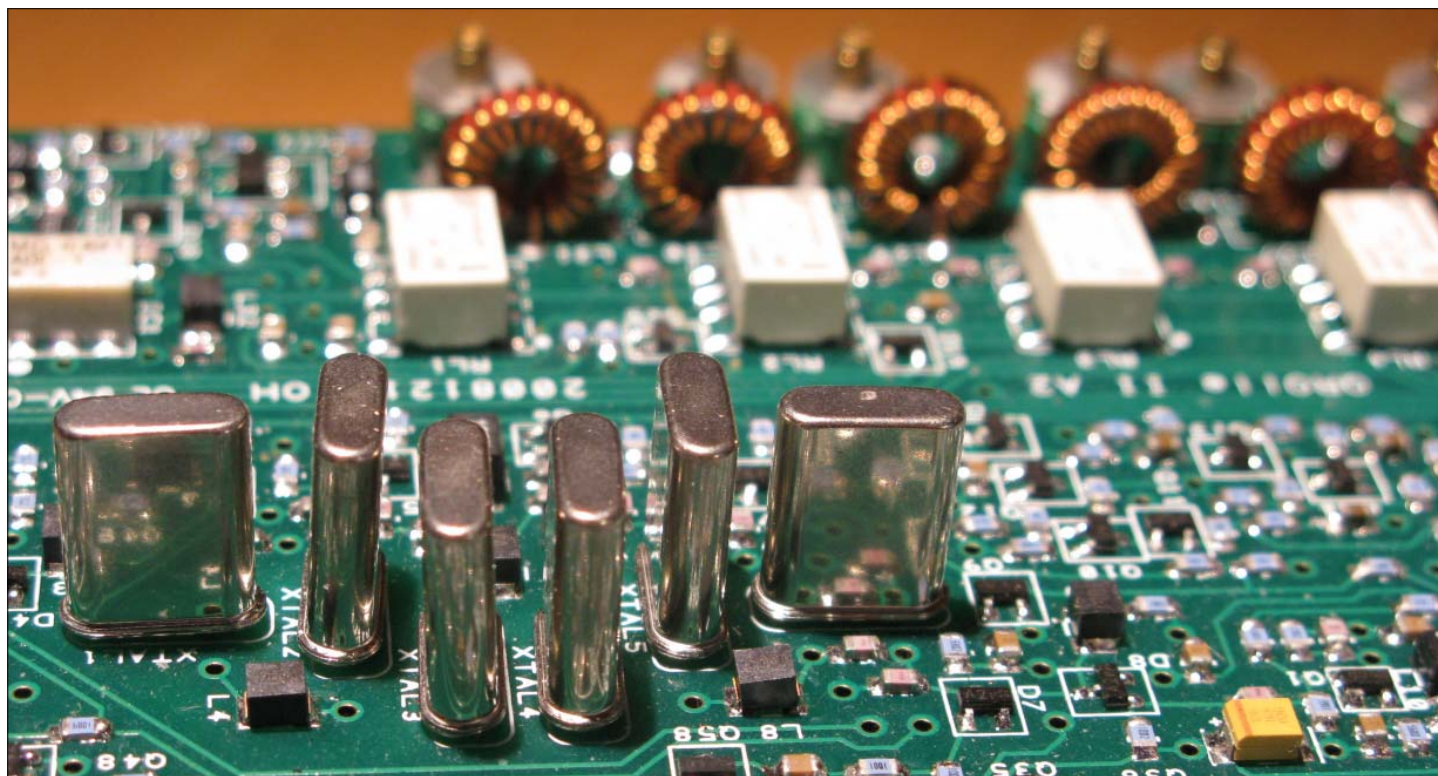


Fig. 4 Det aktiva filtret i QROlle II är en i raden av finurliga analogkonstruktioner. Till synes enkla komponenter ger mycket goda lyssningsegenskaper.



Det färdiga resultatet är läckert att titta på egen i förstoring. Framme i bild syns kristallerna till kristallfiltret. Längre bak några av riggens bandpassfilter.

detta alstras bredbandigt brus, som också når högtalaren. Detta är störande och försämrar signal/brusförhållandet vid svaga insignaler. Med ett lågpasfilter kopplat efter detektorn kan man filtrera bort det brus, som finns ovanför den mottagna signalens spektrum. I SSB-läge skall ett sådant filter ha brytpunkten 3 kHz. I CW-läge är det lämpligt med en brytpunkt på 700 Hz. Sådana lågfrekvensfilter gör man lämpligen som aktiva filter. För att få en bra undertryckning ovanför brytpunkten bör man koppla två likvärdiga filter efter varandra. Vi behöver alltså fyra aktiva filter för att nå önskat resultat.

I fig. 4 kan de aktiva filtren studeras. Varje filter är uppbyggd kring en operationsförstärkare. Kretsen LM324D innehåller fyra operationsförstärkare, vilket är just det vi behöver. Med dubbeldioden D17A som switch kan vi välja vilken av brytpunkterna vi önskar. Inkopplingen sker automatiskt beroende på vilken bandbredd vi har valt i kristallfiltret.

En annan önskvärd effekt är att mottagarens totala selektivitet förbättras med hjälp av de aktiva filtren. Kristallfiltrets amplitudkurva enligt fig. 3 gäller alltså inte som mottagarens totala selektivitetskurva. Den högfrekventa

flanken blir i själva verket betydligt brantare. Detta gäller både den heldragna och den streckade kurvan.

I nästa nummer skall vi titta lite närmare på valda delar i transceivers sändardel.

*SM6DJH, Olle*

Referens:

[1] Hemsida för QROlle-projektet: [www.qrolle.se](http://www.qrolle.se)



## SJR Service

<http://www.antennerna.se>



Vi saluför marknadens bästa antenner, rotorer och tillbehör, bl.a. M2, JXX, Comet, Cushcraft, Butternut, Hy-gain, GAP, Larsen.  
LMR koaxial kablage och kontakter.

**SJR Service**  
**Box 90**  
**383 22 Mönsterås**

**info@sjrservice.se**  
**+46 70 627 44 50**