


QRP & Egenbygge



SM0JZT
Tilman D. Thulesius
Kungsängen / Uppland
08-581 71033

Vi har under hösten i denna spalt och på annat sätt (träffar, hemsida och radioinfo) berättat om en kommande nedkomst av en transverter för egenbygge. Undertecknad har haft den stora glädjen att tillsammans med Olle SM6DJH få jobba med QROlle-projektet. Över 140 QROlle-byggsatser har till dags dato funnit sin väg till glada byggare. Många av dessa QROlle-byggare har med stor glädje noterat att Olle har nya spännande projekt på gång. Vetgirigheten och önskan om att ha något nytt att bygga verkar vara på topp.

Många har redan beställt sig en transvert-erbyggsats. Extra roligt med detta projekt är att precis som tidigare nämnt den inte bara är användbar för QROlle-användare. Detta innebär att användare av färdigbyggda riggar från ICOM-YAESU-Kenwood kan bygga sig en transverter med mycket goda prestanda på 2 meter.

Allt som krävs är att man drar ner uteffekten från riggen till milliwatt-nivå. Detta kan man göra genom att ta ut signalen i en transvert-erutgång eller med lämplig dämpsats. Här får man finna en individuell lösning som passar. Sedan behöver man kunna skifta mellan sändning och mottagning från riggen. Detta är enkelt löst genom att ta en lämplig signal från riggen. Exempelvis går pinne 3 till jord i ICOM:s "ACC-kontakt" vid sändning.

Läs och lär vad Olle har att berätta om QROlle-transverter och hur den fungerar. DJH-transvert-ern går härmed igen kan tro.

SM0JZT / Tilman

Teorier

En transverter är en enhet, som man kan koppla ihop med en transceiver, för att utöka dess frekvensområde. Eftersom en transceiver har både en mottagardel och en sändardel, har också transvert-ern en mottagardel och en sändardel. Traditionellt kallas mottagardelen för konverter och sändardelen för sändar-blandare. De båda delarna är naturligtvis konverterar. Oftast vill man ha tillgång till högre frekvensområden, som transceivern inte klarar. Ibland kallas därför mottagar-delen i transvert-ern för down-converter och sändardelen för up-converter efter motsvarande engelska uttryck.

I transvert-ern finns ytterligare en del, nämligen oscillator-delen. Denna del är gemensam för mottagar- och sändardelen. Den skall alltså vara påslagen både under lyssning och sändning. De övriga delarna kopplas in med hjälp av en switchenhet. Oftast går det att utnyttja transceiverns switchenhet för att styra transvert-ern.

QROlle-Transverter

Bli QRV på 2 meter med egenbyggd transverter till kortvågsriggen.

Det är därför vanligt att transvert-ern saknar reglage. Den behöver alltså inte finnas i närheten av transceivern där operatören sitter. Har man en transverter avsedd för mikrovåg är det brukligt att man placerar transvert-ern vid antennen. På så vis slipper man nedledningsförluster, som är mycket stora på höga frekvenser.

Kompromisser

Alla konstruktörer vet, att när man försöker förbättra en egenskap i en konstruktion, sker detta nästan alltid på bekostnad av andra egenskaper. Priset finns också med som en parameter i konstruktionsarbetet. Det slutgiltiga resultatet är alltså en kompromiss, lagd på ett sådant sätt att så många som möjligt i den tänkta målgruppen blir nöjda.

Särskilt på de lägre kortvågsfrekvenserna är atmosfärbruset starkt. Möjligheten att höra mycket svaga signaler begränsas av detta brus. Detta utnyttjas i moderna mottagarkonstruktioner. Man försöker i allmänhet förbättra mottagarens intermodulationsegenskaper på bekostnad av mottagarens brusegenskaper. Man förutsätter att amatören har en dipolantenn eller en bättre antenn. Då skall atmosfärbruset överrösta mottagarens eget brus. En amatör kan ibland av olika skäl ha en sämre antenn. Därför har ofta moderna mottagare en förförstärkare, som man kan slå på, för att förbättra brusegenskaperna. Detta sker på bekostnad av mottagarens intermodulationsegenskaper.

På högre frekvenser är förhållandena an-norlunda. Förmågan att kunna höra svaga signaler begränsas till största del av mottagarens brusegenskaper och inte av atmosfärbruset. Kompromissen bör alltså läggas på ett helt annat sätt. Detta måste man ta hänsyn till, när man gör en transverter för höga frekvenser.

Brusfaktor

Det finns flera sätt att mäta en mottagarens känslighet. Ett vanligt sätt är att man bestämmer styrkan av en insignal för att erhålla ett visst signalbrusförhållande efter detektorn. Värdet man får är beroende av mottagarens bandbredd och vilken signaltyp som användes. Det är alltså olämpligt i amatör-sammanhang att mäta känslighet på detta sätt, eftersom amatörer ständigt ändrar både bandbredd och signaltyp. Ett mer neutralt sätt att definiera mottagarens förmåga att ta emot svaga signaler är att bestämma dess brusfaktor. Man betraktar ett eller flera steg i en mottagarkonstruktion. Dessa steg alstrar ett elektroniskt brus, som kommer att påverka vår insignal och begränsa känsligheten. Definitionen för brusfaktor är förhållandet mellan signalbrusförhållandet före och efter stegen. Signalbrusförhållandet efter stegen är lägre än före, eftersom stegen har bidragit med brus. Därför kan aldrig brusfaktorn bli mindre än ett. Normalt uttrycks brusfaktorn i dB. 0 dB är alltså brusfaktorns lägsta värde och är



omöjligt att uppnå. Ju lägre brusfaktor desto större är möjligheterna att höra svaga signaler under förutsättning att inga andra brustillskott eller störningar förekommer.

Varje steg i mottagaren där signalen passerar har en brusfaktor. Det viktiga är naturligtvis mottagarens totala brusfaktor. De olika stegen kommer att påverka den totala brusfaktorn olika mycket. Har insignalen förstärkts mycket före ett steg påverkar detta steg inte den totala brusfaktorn så mycket. Har man två steg efter varandra och man känner de båda stegens brusfaktor F1 och F2 kan dessa stegs totala brusfaktor Ftot bestämmas, om det första stegets förstärkning G1 är känd.

$$F_{tot}=F1+(F2-1)/G1$$

Eftersom en mottagare alltid måste ha en viss förstärkning, kan vi med hjälp av denna formel se att de första stegen i förstärkarkedjan är de steg, som påverkar den totala brusfaktorn mest. Låt oss ta ett praktiskt exempel: Vi har en konverter med brusfaktorn 1,0 dB och förstärkningen 30 dB. Den kopplas till en transceiver med brusfaktorn 15 dB. Vad blir mottagarsystemets brusfaktor?

Vi får först räkna om alla dB-tal i gånger. 1,0 dB=1,26 ggr, 15 dB=31,6 ggr och 30 dB=1000 ggr. Resultatet blir 1,29 ggr, vilket motsvarar brusfaktorn 1,1 dB.

Om konverterns förstärkning bara hade varit 20 dB, hade resultatet blivit 1,96 dB. Med en förstärkning av bara 10 dB hade resultatet blivit 6,36 dB. Vi ser hur viktigt det är att konvertern har en viss förstärkning. I grunden beror detta på, att kompromissen är lagd på ett sådant sätt, att intermodulationsegenskaperna skall vara bra på kortvåg.

Transvert-ern

Vi skall här beskriva en transverter avsedd för 144 MHz. Ursprungligen togs transvert-ern fram för att arbeta ihop med QROlle-transceivern. Eftersom denna transceiver bara kan arbeta på två amatörband, 80 och 20 metersbanden, valdes 14 MHz som transvert-erns mellanfrekvens. Naturligtvis kan transvert-ern arbeta ihop med andra transceivrar, men man får då räkna med att anpassa de båda enheterna till varandra. Man kan också göra om transvert-ern, så att mellanfrekvensen blir 28 MHz. Hur detta görs beskrivs senare. Brusfaktorn är uppmätt till 1,0 dB och förstärkningen till drygt 30 dB. Den passar alltså bra till de flesta amatörer, som har en modern

kortvågstransceiver. Om transceivern har förstärkare, kan man reducera förstärkningen till c:a 20 dB. Även på 144 MHz finns det idag stor risk för intermodulationsproblem, särskilt i tätbebyggda områden. Ibland kan det till och med vara bättre att öka brusfaktorn betydligt för att förbättra intermodulationsegenskaperna. Det är mycket irriterande att ha störningar från närbelägna VHF-sändare orsakade av intermodulation. Hur man reducerar förstärkningen beskrivs senare.

Ihopkoppling

Eftersom transverterns oscillator del är kristallstyrd på 130 MHz, kommer avstämningen att ske på mellanfrekvensen 14 MHz. Skall man exempelvis arbeta på 144,310 MHz skall alltså transceivern ställas in på 14,310 MHz. Man använder sig av transceivers skala, men nonchalerar MHz-siffran. Eftersom transvertern arbetar linjärt, kan man sända med olika signaltyper, t ex CW eller SSB. Alla möjligheter, som transceivern har, kan alltså användas på 144 MHz. Styrspänning och alla andra spänningar är valda för att passa till QROlle-transceivern. Har man en annan transceiver kan man hitta tips på hur sammankopplingen kan ske på projektets hemsida. På baksidan på QROlle:n kan man montera en 5 polig DIN-kontakt, som skall förse transvertern med lämpliga spänningar.

Av många skäl är de lämpligt att vissa delar i transceivern slås av, när man använder den ihop med transvertern. I vår transverter behöver sändarblandaren en insignal på 0 dBm (1 mW). Transceivers slutsteg och något drivsteg bör lämpligen slås av, om detta är möjligt. Man skall alltså hitta en punkt där nivån är 0 dBm. I QROlle:n finns denna punkt mellan de båda drivstegen. Man kan låta ett tvåpoligt relä (t ex Elfa 37-047-15) koppla om signalen till en BNC-kontakt på QROlle:ns baksida. Den andra polen på reläet användes för att bryta spänningen till det sista drivsteget och bryta bias-förspänningen till slutsteget. Detta relä kan styras med +9 V från en vanlig strömbrytare, men detta rekommenderas inte. Det finns en risk att man glömmer att slå till strömbrytaren, när man har kopplat in transvertern. Sändareffekt från transceivern kan då bränna sönder transvertern. Av säkerhetsskäl är det istället bättre att låta transvertern slå till reläet. På motsvarande DIN-kontakt, som finns på transvertern, är stift 2 och 5 sammanbundna och där finns +9 V (stift 2). Man låter stift 5 via kabeln till transceivern ge styrspänning till reläet. När man kopplar in spänningskabeln mellan de båda enheterna slår reläet automatiskt till. Förutom spänningskabeln finns två koaxialkablar, som förbinder de båda enheterna. Den ena användes för mottagarsignalen och kopplas till transceivers ordinarie antennkontakt. Den andra användes för sändarsignalen och kopplas förstås till BNC-kontakten, som vi monterade på transceivers baksida. Har man i QROlle:n kopplat enligt alternativ 2 kan man täcka frekvensområdet 14,0-14,4 MHz (se QROlle-artikeln). Det betyder att man med transvertern täcker 144,0-144,4

MHz. En mycket viktig del av 2 metersbandet är 144,4-144,5 MHz, där alla fyra ligger. Man kan enkelt modifiera QROlle:n, så att den även täcker detta segment. Mer om detta står på hemsidan. Det rekommenderas att även bygga in CW-generator i QROllen, om man inte redan har gjort det. På höga frekvenser är CW en mycket viktig signaltyp och användes flitigt. På 144 MHz finns många intressanta utbredningsfenomen och CW är klart överlägset att använda.

Falsa signaler

När man använder en konverter på hög frekvens och kopplar ihop den med en kortvågstransceiver, uppstår det lätt falska signaler eller "spurious", när man lyssnar. Bakgrunden till detta är att en modern transceiver innehåller många oscillatorer och digitala kretsar, som har övertoner. Känsligheten på konvertern är stor och övertonerna kan lätt fångas upp. Man lär sig snart var dessa spurious ligger på frekvensskalan och de vållar oftast inga större obehag. Man kan minska antalet spuriuser genom att skärma omsorgsfullt och placera transvertern en bit ifrån transceivern. Att få helt spuriousfritt kan man dock inte räkna med. Om QROlle:n ställs in på 14,0 MHz kommer huvudoscillatorn ligga på 9,0 MHz. 16:e överton hamnar då på 144,0 MHz. Man får alltså en spurious på bandkanten. I QROlle:n divideras också oscillatorfrekvensen med 2 i en logikkrets. Den 31:a övertonen till den halva oscillatorfrekvensen ger också en spurious på ungefär 144,310 MHz.

Kopplingschemat

Följer vi mottagarsignalen i kopplingschemat ser vi att signalen förstärkes i två förstärkarsteg med MOS-FET:n BF991 (Q1 och Q2). Förstärkningen är hög c:a 37 dB. Vill man reducera förstärkningen kan man minska motståndsvärdena 1,8 kohm, som är parallellkopplade med drosslarna 470 nH. Resonanskretsarna kan trimmas med hjälp av C1, L3 och L4. De tre resonanskretsarna har relativt högt Q-värde. 3 dB-bandbredden är c:a 2,5 MHz. Spegelfrekvensundertryckningen är mycket bra 67 dB och VHF-stationer utanför bandet filtreras bort effektivt. I transvertern användes en balanserad diodblandare med dioderna D1 och D2 (2 st BAS85). Blandaren användes både för mottagning och sändning. För omkopplingen användes switchdioderna D4, D5, D6 och D7 (4 st BAT18). En sådan blandare kan arbeta linjärt med hög insignal, förutsatt att oscillator-effekten är hög (mer än +5 dBm). Blandaren börjar att bli olinjär med en insignalnivå på c:a -5 dBm. Eftersom blandaren dämpar signalen c:a 6 dB, kan man räkna med att den maximala utsignalen ligger på en nivå av -15 dBm och då har man tagit med en liten marginal. Vid sändning är det viktigt att nivån är hög. Då behöver man inte förstärka så mycket för att komma upp till uteffekten 15 W. För hög förstärkning leder lätt till instabilitet. Effektiv skärmning hjälper naturligtvis, men detta är dyrt och tråkigt att

ha. Kan man klara det hela utan skrämming är det en stor fördel.

Sändarsignalen från transceivern på 0 dBm dämpas med två motstånd 33 ohm och 22 ohm. Då erhålles en lämplig nivå till blandaren. En viss spridning kan möjligen förekomma på sändardelens förstärkning. Då kan man justera värdena på motstånden. Med hjälp av det kapacitivt kopplade bandfiltret med spolarna L8 och L9 filtreras spegelfrekvens- och oscillatorsignal bort. Signalen förstärkes i två steg med två stycken BFR92A (Q5 och Q6). Nu är signalen uppe på en nivå av c:a +7 dBm, vilket räcker för att styra ut sändarmodulen RA13H1317M av fabrikat Mitsubishi. Vid modulens ingång sitter en fälla, vars frekvens kan intrimmas med C2. Fällans frekvens skall vara 130 MHz. På detta sätt undertrycks oscillatorsignalen ytterligare och ligger under 63 dB i förhållande till utsignalen. Spegelfrekvensen ligger på ännu lägre nivå.

Sändarmodulen innehåller två effekt FET: ar. Modulen kan arbeta linjärt genom att man låter en tomgångsström gå igenom modulen. Denna ström ställs in med en trimpotentiometer. För att få modulen riktigt linjär måste tomgångsströmmen vara hög c:a 300 mA. Naturligtvis ställes denna ström in utan insignal. Vid full insignal drar modulen c:a 2 A vid 13,5 V matningsspänning och då är uteffekten 15 W. Modulen blir olinjär om man försöker att få ut mer effekt. Kör man SSB får man vara lite försiktig, så att man inte skickar in för mycket drivsignal. Andra övertonen på 288 MHz undertryckt bara 25 dB i modulen. Lågpassfiltret med spolen L12 dämpar denna överton till c:a 45 dB under utsignalen på 144 MHz.

Antennreläet är ett billigt och enkelt relä. Eftersom detta är induktivt och inte är anpassat till 50 ohm, måste induktansen i det kompenseras. Detta sker med 6,8 pF, som sitter vid antenntutgången. Här sitter också en utnivåindikator. Utsignalen detekteras med dioden D3 (BAS85). Vid Tp3 erhålles en likspänning av 2,2 V, om uteffekten är 15 W och transvertern ser en resistiv last av 50 ohm. Mitsubishi har sändarmoduler med högre uteffekt. Om man försöker att använda sådana, får man tänka på att antennreläet knappast klarar uteffekten. Kylningen måste också förbättras. Skall man lyckas får man räkna med att utsignalen måste ledas direkt via en koaxialkontakt ut ur den skärmade lådan, som transvertern är monterad i. Ett yttre koaxialrelä bör då användas för skiftning mellan mottagning och sändning.

Längst ner till höger på kopplingschemat finns transverterns kristaloscillator. Kristallen på 130 MHz är en 5:e eller 7:e övertonskristall, som är serieresonanskalibrerad. Med spolen L7 trimmar man in, så att oscillatorn svänger säkert. Med denna spole kan man också påverka frekvensen några kHz. Bufferttransistorn Q4 är till för att isolera oscillatorn från blandaren. När utsignalen till blandaren är stor, ändrar sig impedansen med utstyrningen. Detta kan orsaka frekvensmodulation av oscillatorn. Därför måste man isolera oscillatorn.

28 MHz (mellanfrekvens)

Det går som sagt att ändra transverterns mellanfrekvens från 14 MHz till 28 MHz. Kristallen skall då ha frekvensen 116 MHz och vara serieresonanskalibrerad. För att oscillatoren skall svänga får man ändra värdet på kondensatorn C5 från 15 pF till 22 pF. Vid blandaren ändras C3 från 100 pF till 33 pF. Vid RX-utgången bör man också ändra C4 från 100 pF till 47 pF, men detta är inte så kritiskt.

Apparatlådan

Transvertern är uppbyggd på ett dubbelsidigt mönsterkort med måtten 61x105 mm. Detta kort är monterat i en gjuten aluminiumlåda med måtten 120x95x34 mm (Elfa 50-055-33). Avståndet mellan kortet och lådans botten är 4 mm. Sändarmodulen är monterad bredvid kortet och mellan lådan och modulen finns en mellanplåt av 2mm aluminium med måtten 18x66 mm. Denna plåt är nödvändig för att modulen skall komma på samma höjd som kortet. Lådans värmekapacitet är tillräcklig för att kyla modulen. Värmeutvecklingen är inte så stor, när man kör CW eller SSB. Använder man signaltyper, där man lägger ut bärvåg kontinuerligt, bör man ordna en bättre kylning.

Byggsats

För att hjälpa intresserade amatörer att realisera ett bygge, skaffa material till transvertern och dessutom få ner priset kan beställningar göras till mig [x], i alla fall under en övergångstid. Håltagning i låda och mellanplåt är enkla att göra själva och överlåtes därför på respektive byggare. Att låta en mekanisk verkstad göra detta skulle onödigt fördyra byggsatsen för byggarna. Mall för håltagning, komponentlista, bygginstruktion, trimningsanvisning och övrig information kommer att finnas på projektets hemsida[x].

SM6DJH Olof Holmstrand

Referenser:

[x] Olof Holmstrand - 0523-30015,

sm6djh@ssa.se

[x] ELFA - www.elfa.se

[x] <http://radio.thulesius.se>

