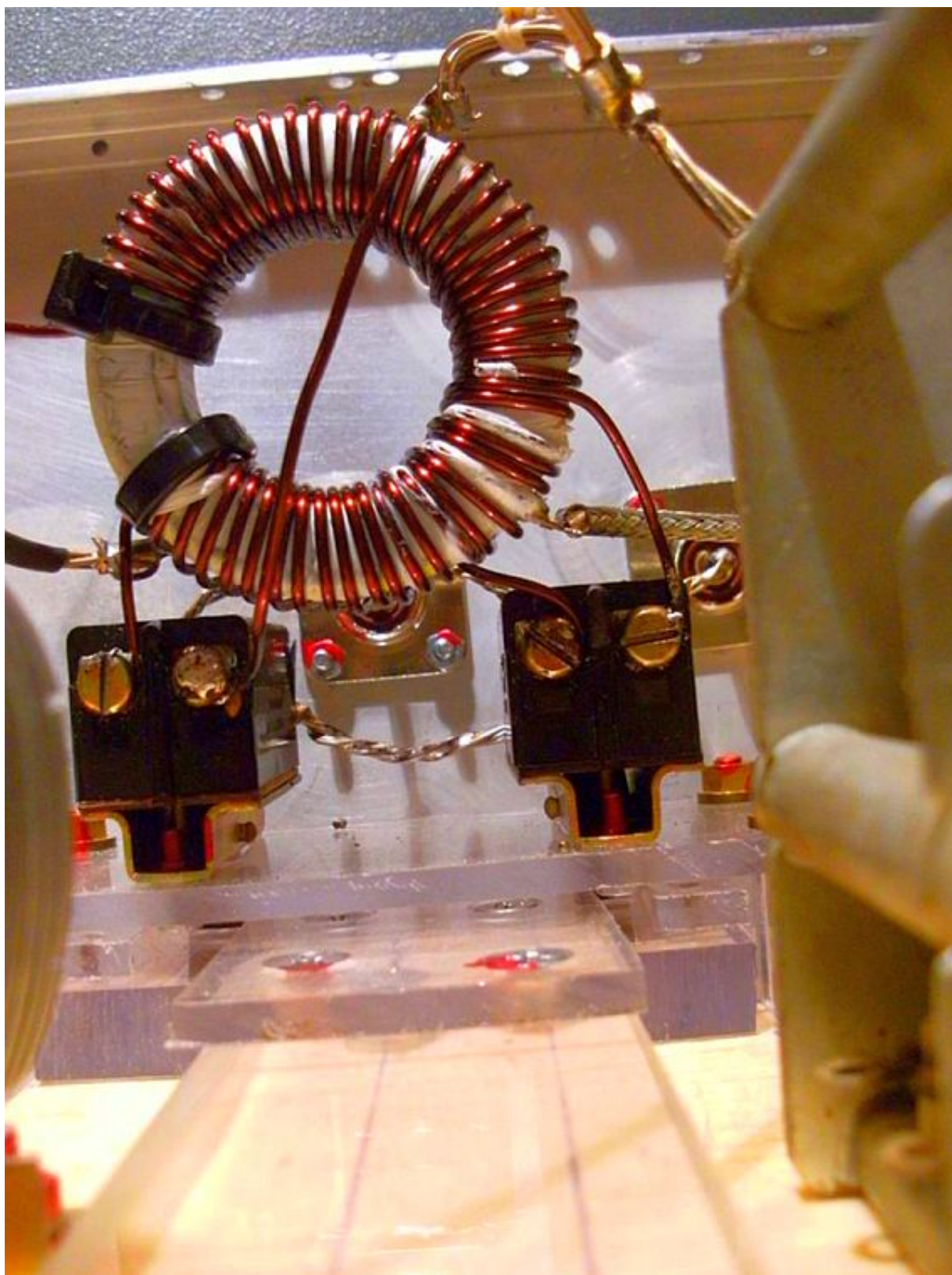


ESR *Resonans*



Hembyggd ATU av Dejan SA3BOW

Nummer 4/2013

Medlemsbladet ESR Resonans sammanställs av Föreningen Experimenterande Svenska Radioamatörer, ESR. Tidigare nummer av ESR Resonans är tillgängliga i pdf-format och kan laddas ner från arkivet på Föreningens webbplats www.esr.se Föreningens målsättning är att verka för ökat tekniskt kunnande bland amatörradiointresserade genom att sprida information om radioteknik i teori och praktik samt medverka till god trafikultur på amatörradiobanden.

Stöd ESR och bli medlem eller ge ett ekonomiskt bidrag. Information om medlemskap och medlemsavgift hittar du på ESR.SE.

Omslagsbilden

Hembyggd ATU av Dejan SA3BOW

Nummer 4/2013

Innehåll

Omvärldsbevakning	
Göran Carlsson SM7DLK	3
PLT-standard från CENELEC	3
Norge stoppar PLT-utrustningar	3
Viktig fråga på dagordningen hos IARU	4
13 cm utanför Sverige	4
Information från PTS Provfrågebanken	4
Nya bestämmelser	4
Olaglig sändning	4
60 m-bandet	5
13 cm-bandet	5
Norge uppdaterar sin lärobok	5
Från styrelsen	
Referensgrupp i ESR bildas	5
Nytt teknikforum www.radiokretsen.se	5
Hembyggd ATU	
Dejan Petrovic, SA3BOW	6
VHF flygledningsradio i Sverige	
Lars Nyberg, SM3KYH	9

Marknadskontroll av USB-laddare	
Henrik Olsson, <i>Elsäkerhetsverket</i>	13
Flygradiokommunikation på HF - Trafik och Teknik	
Karl-Arne Markström, SM0AOM	16
Frekvensanalys – del 2	
Per Westerlund, SA0AIB	22
Antennföljning av polära satelliter	
Håkan Harrysson SM7WSJ, AMSAT-SM	26
Hur SCR-522 blev till eller när VHF kom till Sverige	
Ingvar Flinck, SM7EYO	27
Elektrisk repetition för högskoleingenjörers-studenter	
Michael Josefsson, SM5JAB	33
Månadens mottagare Philips BX-925	
Karl-Arne Markström, SM0AOM	36

Tekniska Notiser

Fixturer	38
Impedansanpassare för vertikalantenn	38
ENG TENNA 3, ännu ett antennexperiment	
Bertil Lindqvist, SM6ENG	40
Experiment med Broadband-Hamnet	
Kent Hansson, SM7MMJ	45
Guide: Börja lyssna på satelliter	
Lars Thunberg, SM0TGU	46
Nästa nummer	
Redaktionen	49

Redaktion

Layout och redigering:

Bengt Falkenberg, SM7EQL
resonans@esr.se

Korrekturläsning:

Lennart Nilsson, SM5DFF

Medlemsutskick:

Kent Hansson, SM7MMJ



Omvärldsbevakning

- av Göran Carlsson, SM7DLK -

PLT-standard från CENELEC

En standard för Power Line Transmission (PLT), med beteckningen EN 50561-1:2013, har godkänts av CENELEC. Tanken är att nya utrustningar för PLT skall följa denna standard.

Detta skulle normalt vara en allt igenom positiv nyhet, dvs. en väl genomarbetad och tekniskt väl grundad standard som skapar god ordning och ger förutsättningar till samexistens med befintliga system. Det som definitivt är positivt är att amatörbanden kommer att vara "notchade", dvs. signalnivåerna från PLT-utrustningen blir undertryckta inom amatörbanden. Att signalnivåerna är undertryckta innebär just att de är undertryckta, inte helt borta.

Men tyvärr är allt inte lika positivt när man läser det finstiltat om signalnivåerna utanför amatörbanden. Att lyssna på vanlig kortvåg kommer i framtiden med största sannolikhet att bli mycket svårt eller helt omöjligt. Som om det inte vore detta redan idag för dem som bor i hyreshus. Denna nya standard är skapad för att PLT skall kunna arbeta så som PLT-tillverkarna vill eller önskar, vilket inte är samma sak som att PLT skall vara anpassad till gällande krav på motsvarande IT/telekom-utrustning. Teknik som VDSL och liknande uppfyller redan andra och hårdare EMC-krav, här finns nu en uppenbar risk att PLT stör VDSL-system och andra system, vilket är uppenbart i strid med EU:s EMC-direktiv.

Tyvärr har IARU region 1 bidragit till PLT-problemen genom att inte tydligt kräva och bevaka att standarden granskades och uppdaterades för att överensstämja med övrig IT/telekom-utrustning. Om detta beror på bristande kunskaper eller andra för oss okända hänsynstaganden får de IARU Region 1-representanter som röstade positivt för standarden svara på själva.

RSGB är en av få amatörradioorganisationer som har hållit en tydlig linje mot att skapa en separat PLT-standard, detta genom en informationskampanj till olika myndigheter. RSGB har även varit noga med att visa upp tydliga tekniska underlag som stöd för att inte särbehandla PLT jämfört med annan IT/telekom-utrustning.

Ny variant av PLT-system som påverkar VHF och UHF spektrum utreds av ITU. Det finns även anledning att se vad som händer i ett längre perspektiv. Vi måste därför alltid tidigt försöka upptäcka hot mot vårt spektrum. Nu har det kommit till redaktionens

kännedom att ännu en PLT-Standard utreds inom Internationella Teleunionen ITU. Denna utredning går under arbetsnamnet "Question 221-1/1" och kan påverka spektrum upp till 470 MHz. Den som vill fördjupa sig i arbetsdokumentet kan göra detta här:

http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1879-2-201308-D!!PDF-E.pdf

Utdrag om frekvensområden för amatörradio "Strength from PLT and its harmonics not to exceed 6 dB ($\mu\text{V/m}$) in 120 kHz at 3 m". Vad detta till slut blir för påverkan är inte helt klarlagt, arbetet med standardiseringen pågår.

En tidigare ITU-rapport om vad som händer när man kör PLT som når till 80 MHz finns här:

http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2212-2011-PDF-E.pdf

PRESSTOPP: Vi kan nu också informera om att denna nya Standard sedan den 18/12 2013 även är implementerad i Sverige under beteckningen SVENSK STANDARD SS-EN 50561-1

Norge stoppar PLT-utrustningar

Norge rensar upp och tar produkter ur marknaden. Det rör sig om två kända märken, TP-Link TL-PA511 och NetGear XAVB5004, som är för dåliga helt enkelt och ändå är dessa "välkända märkesapparater". Interference.org.uk är en utmärkt plats för den som är intresserad av information inom PLT-området.

<http://interference.org.uk/forum/showthread.php?tid=242>



TP-Link TL-PA511



NetGear XAVB5004

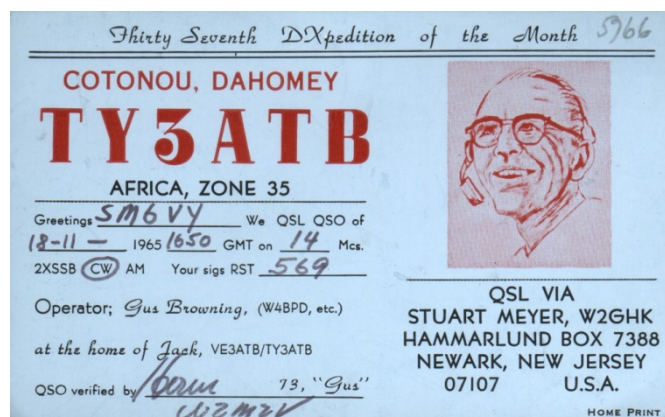
Viktig fråga på dagordningen hos IARU

Många amatörer har av olika anledningar valt att avstå från medlemskap i sitt lands nationella IARU-anslutna organisation. Detta innebär att en amatör som inte är ansluten ej heller kan göra sin röst hörd och inte ta del av till exempel den QSL-service som IARU tillhandahåller. Det innebär samtidigt motsatt att den nationella IARU-anslutna organisationen inte kan representera alla de amatörer som valt att stå utanför. Detta har fått IARU:s Administrativa råd (AC) att besluta undersöka hur IARU eventuellt ska kunna samarbeta med andra nationella organisationer så att fler amatörer kan få möjlighet att göra sina röster hörda till IARU i tider då amatörradion ej längre har samma framtoning som tidigare.

Frågan kom att diskuteras vid det årliga Administrativa rådet (AC) mötet den 21-22 September i Cancun, Mexiko.

Som exempel nämner Rådet följande:

Problem med att en IARU-ansluten organisation/förening kanske inte aktivt deltar i IARU:s aktiviteter, inte betalar sin medlemsavgift, vägrar befatta sig med icke-medlemmars QSL-kort även om den enskilde amatören svarar för de faktiska kostnaderna, samt i vissa fall även vägrar befatta sig med förfrågningar från amatörer som inte är anslutna i den nationella organisationen.



I ett pressläpp säger nu IARU:s förvaltningsråd att man ska studera på vilka sätt man kan närma sig andra utanförstående organisationer för att säkerställa att alla amatörers intressen kan tas tillvara i de länder där den existerande IARU-anslutna organisationen underlåter att göra detta. Enligt IARU, kan en möjlig lösning vara att upprätta en dialog med andra icke-

IARU föreningar/organisationer och därmed möjliggöra en dialog med fler amatörer i gemensamma frågor. Det kan till exempel vara att rekommendera användning av en gemensam QSL-byrå som kommer att tjäna alla amatörer inom landet ifråga. Administrativa rådet är ansvarigt för policy och förvaltningsfrågor och består av representanter för de tre IARU-organisationerna som i sin tur representeras av två personer från de olika regionerna 1, 2 och 3.

13 cm utanför Sverige

Hotet mot våra frekvenser finns även på sydligare breddgrader. I januari i år föreslog den australiska myndigheten ACMA (Australiens motsvarighet till PTS) att återkalla tillstånden för 2300-2400 MHz. Efter ett massivt uppvaktande från landets amatörer har ACMA nu öppnat för möjligheten för att fortsatt ge tillstånd till en begränsad del av bandet. En utvärdering ska genomföras för att undersöka om möjligheten till samexistens är möjlig inom frekvensområdet 2300-2303 MHz.

<http://www.wia.org.au/newsevents/news/2013/20130919-1/index.php>

Information från PTS

Provfrågebanken

PTS meddelar att arbetet med att sammanställa provfrågebanken fortsätter. De personer inom myndigheten som nu arbetar med det har dock en hög arbetsbelastning och amatörradio har inte prioritet. Målsättningen är att i någon form ha provfrågor klara för användning till hösten 2014.

Nya bestämmelser

Den nya undantagsföreskriften trädde i kraft den 1 oktober. Föreskriften innehåller några mindre ändringar för amatör-radio, främst att det nya bandet 472-479 kHz får användas för amatörradio med max 1 W e.i.r.p.

Den tidigare skrivningen om att effekten ska anpassas för att undvika störningar ändras till "De tekniska egenskaperna hos amatörradiosändaren ska anpassas så att de inte stör användningen av andra radioanläggningar."

En mindre grammatisk ändring har också skett genom att effekten nu anges som "Högsta effekt tillförd antennsystemet."

Arbetet pågår för närvarande med 2014- och 2015-års föreskrifter.

Olaglig sändning

Sedan i våras har PTS efter några inrapporterade störfall genomfört lyssning på ett antal frekvenser som inte är upplåtna för amatörradio. Som resultat av det har ett antal personer som sänder på otillåtna frekvenser identifierats, däribland ett antal radioamatörer.

Första steget är en underrättelse om misstänkt brott mot lagen om elektronisk kommunikation (LEK) där innehavaren ska meddela vad han kommer att vidta för åtgärder för att stoppa utsändningen på frekvenser som inte är upplåtna för sådan användning.

I en förlängning kan det leda till böter eller fängelse i upp till sex månader. Tillsynen fortsätter tills vidare.

60 m-bandet

5 MHz fortsätter vara ett intressant band och många har förnyat sina experimenttillstånd. Totalt har drygt 120 tillstånd utfärdats. Totalt har sex anropssignaler tilldelats från PTS för användning på bandet. Observera att även icke licensierade kan erhålla tillstånd, då med speciell anropssignal.

13 cm-bandet

Tillfälliga tillstånd för 2,3 GHz utfärdas tills vidare. Arbete med en harmoniserad användning pågår inom CEPT och detta arbete förväntas resultera i någon rapport under året.

9 cm-bandet

Även för 3,4 GHz utfärdas tillfälliga tillstånd tills vidare.

Norge uppdaterar sin lärobok

Även i Norge pågår det ett arbete med att uppdatera sitt utbildningsmaterial.

Läroboken för amatörradio förutsätter godkännande från den norska Post-och telekommunikationsmyndigheten (PT) som har delegerat till NRRL att tillse att innehållet är i överensstämmelse med kraven i HAREC.

Det förutsätts att både NRRL och PT tillsammans skall säkerställa kvaliteten på utbildningsmaterialets innehåll och därför behövs en revision och förtydligande. Det innebär att både NRRL och PT gemensamt kan komma med konkreta förslag till förbättringar. I Norge har man använt "DropBox" som en gemensam plattform för sitt arbete, en liknande arbetsmetod som använts i Sverige.

Utöver en allmän uppdatering pekar man också ut tre punkter vilka kräver speciell fokus.

- HAREC läroplan avsnitt 1.12 Digital Signal Processing
- HAREC läroplan avsnitt 3.2 Filter (digitala filter)
- HAREC kursplan punkt 3.8 digital signalbehandling (DSP) system

Man har omedelbart ingen tidsplan men räknar med att arbetet ska vara klart inom det närmaste.

Källa: NRRL Amatörradio nr 6 2013

@

Från styrelsen

Referensgrupp i ESR bildas

Som ett led i en översyn av ESR:s föreningspolicy och framtagning av en tydligare beskrivning av föreningens mål och visioner på några års sikt söker vi nu engagerade medlemmar som är villiga att ingå i en referensgrupp. Arbetet handlar i första hand om att medverka i framtagningsprocessen, komma med kritik och ge synpunkter på förbättringar av dokumenten som skall tas fram.

Anledningen till nämnda översyn är att styrelsen på detta sätt önskar tydliggöra på vilken ideologisk grund ESR vilar samt inom vilka områden ESR verkar idag och bör verka i framtiden. Förslaget som arbetas fram tillsammans med referensgruppen kommer därefter att tillställas samtliga medlemmar för inhämtning av synpunkter för att förhoppningsvis kunna fastställas på ESR:s årsmöte 2014.

Intresseanmälan att delta i referensgruppen görs till: medlem@esr.se

/Styrelsen

Nytt teknikforum www.radiokretsen.se

ESR har haft ett internt medlemsforum "Klubbstugan" sedan länge. Nu satsar vi på att öppna upp oss och tillföra något nytt till alla som är intresserade av radioteknik. Det gör vi genom ett helt omarbetat och bättre anpassat teknikforum under namnet Radiokretsen.se

Vår vision är att Radiokretsen.se skall bli ett forum för amatörradiointresserade där det diskuteras och delas information som är direkt relaterad till huvudämnen radio-teknik, antennteknik och vågutbredning. Fokus skall ligga på att diskutera konkreta sakfrågor snarare än allmänt tyckande. Moderatorer och forumledning skall vara strikta i sin bedömning vad gäller innehållet i inläggen och moderera hårt om diskussioner flyter iväg för långt bort från tekniken och sakfrågorna. Innehållet skall ha ett uttalat informations- och utbildningsvärde.

Det finns flera anledningar till att vi tror på konceptet, en är helt enkelt att med en sådan smal specialisering på radiotekniken så undviks en del av det "brus" i form av "politiska" diskussioner som förekommer på de flesta andra mer allmänt hållna och bredare forum. En annan anledning är att med specialisering kan den kunskap som förmedlas i forumet användas som underlag och inspiration till artiklar på ESR.SE och i medlemsbladet ESR Resonans.

Radiokretsen.se skall uppfattas som en medlemstjänst precis på samma sätt som ESR Resonans, liksom ett sätt att marknadsföra föreningen och dess verksamheter till en bredare publik. Ju fler radioteknikintresserade vi kan samla, desto större chans är det att vi kan skapa en riktigt bra radioteknisk mötesplats på Internet.

Registrera dig på www.radiokretsen.se

/ESR redaktion

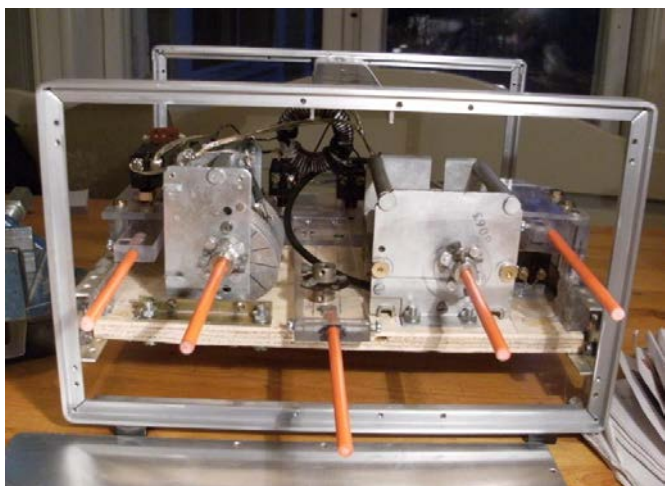


Hembyggd ATU

- av Dejan Petrovic, SA3BOW -

I nr 1/2012 av Resonans beskrevs hur övertecknad av en byggsats gjorde en Z-match i QRP-utförande från QRPprojects. Denna lilla ATU är en antennenpassningarnas "Jack of all trades" som klarar stora variationer i impedans, såväl balanserade som obalanserade antenner och bjuder på SVF-indikation. Den fungerar både stationärt och portabelt. Byggandet gav mig självförtroende som experimenterande radioamatör.

När det senare uppstod ett tillfälligt behov av högre uteffekt var jag åtminstone mentalt beredd att bygga en uppskalad Z-match. Den här gången kunde lärdom dras av gjorda erfarenheter.



Den nya anpassaren skulle enbart kopplas till stegmatning, sakna indikatorfunktion och ha större rattar med alla reglage på framsidan. Den kunde, erfarenhetsmässigt, klara sig med mindre kapacitivt omfång eftersom ingen hemmaantenn nyttjade omfånget hos den lilla Z-matchen. Nu skulle det improviseras och samlas ihop grejor. Komponenterna fick hämtas från vitt skilda källor. En liten budget och en än mindre "junkbox" skulle visa sig vara en dålig kombination.

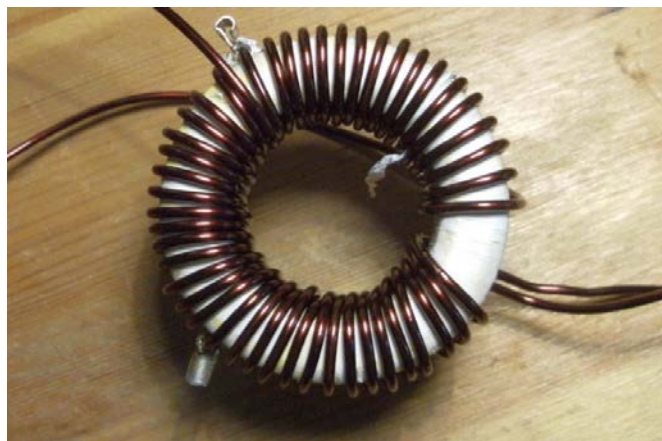
Med en maxeffekt på 100 watt skalades den nu enda toroiden upp från den lilla Z-matchens T130-6 till en med 2 tums ytterdiameter: en T200-6 (gul). En omräkning av varven till denna toroid visade att jag kunde behålla varvantalet från den lilla. Endast primärlindningen med flest varv, 34, fick något egentligt ändrat värde. Där blev skillnaden ett varv. Istället för att köpa nya dyrt i Svedala (till exempel på Tradera) importerade jag tre stycken från USA:

<http://kitsandparts.com/>



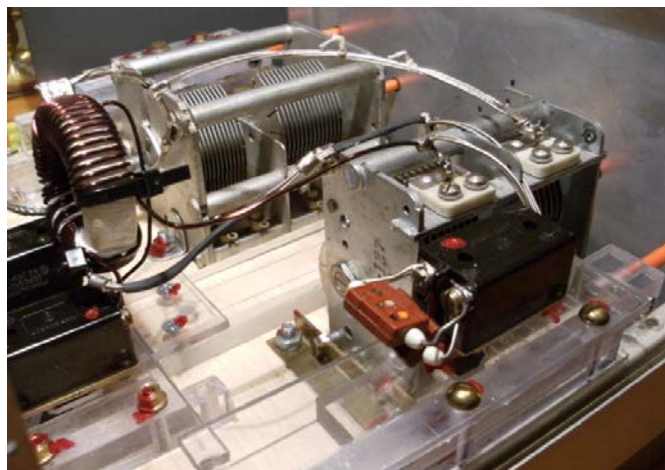
Från order till brevlåda gick det åtta dagar, men en av dessa kärnor hade en spricka.

Säljaren var omedelbart beredd att kompensera eller avhjälpa. Tråd i olika grovlekar till spolen fick jag från en lokal firma mot glass i stora lass.



Toroid med lindning

I det första försöket att linda toroiden fick jag plats med primärsidan och ena sekundärsidan. Tanken var att använda så grov tråd som möjligt, eftersom förlusterna främst lär bestå av kopparförluster, och låta den andra och mindre sekundärspolen lindas utanpå. Det ska fungera. Men Charles A Lofgren, W6JJZ, insisterar på att det är viktigt att lindningarna ligger ordentligt mellan varandra. Där svek mig modet och jag tog slutligen en något tunnare tråd.



Nästa huvudkomponent är faktiskt två: vridkondensatorer. Här kämpade jag med mig själv, skulle jag köpa begagnat eller slakta en fullt fungerande trotjänare? Jag hade en från svenska flottan utmönstrad engelskbyggd trotjänare som mönstrat på i mitt vardagsrum.



Gamla brytare från slaktad radio

Radion skulle även kunna släppa till brytare och tilläggs-kapacitanser. Men slaktar man en trotjänare som man betalat lite för mycket för? Eller slänger man ut ännu mer pengar på ett köp? Beslutet blev slakt.

Det beslutet var både rätt och fel. Rätt eftersom slakten visade att det låg tjockt med klet under de plåtkapslade kondensatorerna. Kopparskivan mellan vridkondensatorer och chassi var kexartade och elsäkerheten i övrigt otillfredsställande. Vad skulle hända om det blev kortslutning, om det brann och vilka kemikalier skulle spridas – eller kanske redan sprids? Rådet att köra gamla apparater på en säkerhetstransformator är bra! Men avger apparaten exempelvis fenoler, leverskadande PCB och/eller röt- och mögelskyddsmedel så hjälper inte det.

Idag är jag tveksam till att helt okritiskt använda gamla apparater. Fel var det för arbetet med att tranchera motsvarade inte priset på vridkondensatorer på Tradera och brytarna var allt för svaga för 100 watt HF. Kondensatorerna var som sagt misstänkt läck och på goda grunder misstänkt fyllda med PCB. Det som blev över efter flera timmars arbete var de fina vridkondensatorerna, brytarna, lite småjox och rattarna. Det hade varit betydligt enklare och snabbare att lägga pengar på Tradera och köpa komponenter.

Brytarna kom i alla fall att spela en roll lite senare då jag lyckades byta ett par av dessa mot NOS (new old stock) glimmerkondensatorer.



Ny brytare och nya antennkontakter köptes från Ecotec.
<http://www.ecotec-online.se/>

(Firmans sortiment varierar över tid så man bör titta till det emellanåt.)

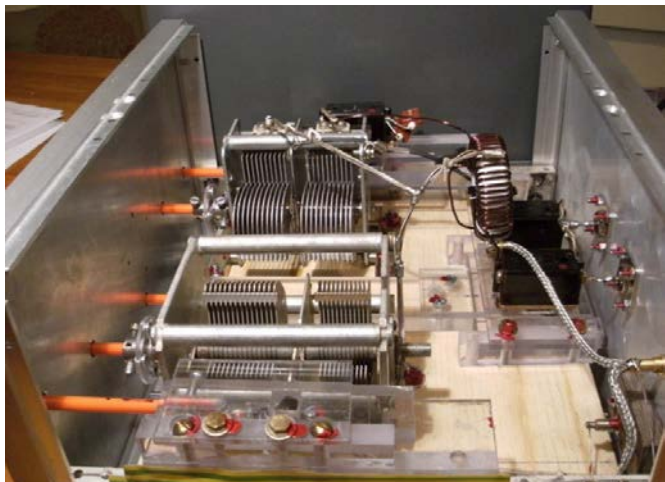
I stort sett återstod apparatlådan. Där fick ett tvärsnitt engelskt oscilloskop släppa till. Även det tog lång tid att tranchera. En blandning av metrisk och imperiegång gjorde inte efterarbetet enklare.



För att få så korta ledningar som möjligt i syfte att minska strökapacitanser, dito induktanser samt förluster, förlades varje brytare så nära som möjligt den komponent den betjänade. Resultatet av det är att brytarna hamnar inne i inkråmet i stället för på manöverpanelen. För att manövrera byggdes hållare och "växelförare" av polykarbonat och glasfiberstavar.

Till skillnad mot den lilla ATU:n är nybygget helt okänsligt för beröring. Polykarbonaten är skrot från en industri och glasfiberstaven stång till cykelflaggor. Stången är tillverkad i Finland, håller snäva toleranser och säljs billigt på Barnens Hus. Nya aluminiumplåtar till front och baksida fick jag tillklippta hos en plåtfirma mot en giva kakor. Som knoppar till manövreringen av brytare fick jag ta till list. Min bättre hälft frågade en dag vilka klädhängare hon skulle montera på ett skåp. Två hängare med 3x2 knoppar, vilka var i minsta

laget, eller två med 5x2 knoppar som var i mesta laget. Jag föreslog att hon skulle ta två med 5x2 knoppar och såga av till 4x2 knoppar för då skulle det passa perfekt. Och bli knoppar över – vilket var perfekt det med, för knopparna var av emaljerad porslin.



Efter detta var det mest att klura ut den exakta placeringen och jobba på. Invändigt använde jag mest gammal silvertråd från LM Ericsson. Som skruv används bronskrav med tumgunga funna på en loppis. Muttrar gjordes i svarven. Av erfarenhet visste jag att ibland är Z-matchen "skarp" i justeringen och att stora rattar är att föredra om vridkondensatorerna har stor kapacitans.



Den färdiga tunern

De gamla engelska rattarna fick varsin krans av polykarbonat. De tillverkades med hjälp av hålsåg, pelarborrmaskin och svarv. Fram- och bakstycke etsades i kaustiksoda och sköljdes och målades med kofångarfärg från Biltema. Fronten fick text av gnuggbokstäver.

Linjer är smal tejp avsedd för etsning av kretskort. Ett par lager klarlack och en tunnare polykarbonatskiva som fungerar som skydd.

På baksidan finns en förbikoppling för att leda in signalerna direkt till Rx utan att ATU filtrerar signaler. En Z-match fungerar som ett bandpassfilter och i en 160-10 m variant spärras nästan allt annat bort. Den måste alltså förbigås om man lyssnar utanför banden.



Manicken funkar som förväntat.

@



VHF flygledningsradio i Sverige

- av Lars Nyberg, SM3KYH -

Flygledningssystemet bygger på kommunikation mellan flygledare och piloter. I princip all sådan kommunikation under färd från gate till gate sker i Sverige via talkommunikation på VHF 118-137 MHz. Det finns på en del större flygplatser digitalt överförda meddelanden över datalänk där pre-flight-meddelanden överförs. Införande av så kallad CPDLC, "Controller Pilot Data Link Communication", pågår för att på sikt avlasta operatörerna och automatisera standardmeddelanden. Man använder 25 kHz kanalraster med pågående förtätning till 8,33 kHz kanalraster. Från år 2018 skall alla kanaler i EU vara omvandlade till 8,33 kHz delning. Man får sedan några år inte längre installera ny utrustning på mark eller i flygplan utan att den nya klarar 8,33.

Detta gäller i hela EU och är ett led i att försöka lösa upp den enorma frekvensbrist som råder i Europa. Det tar idag minst ett år att få tillgång till en ny frekvens från Malmö och ner till Medelhavet. Proceduren omfattar dessutom att flera andra kommer att få byta frekvenser i redan aktiva flygledningssektorer och gå över från 25 kHz till 8,33. Det blir en "katten-på-råttan"-koordinering som kan vara i minst tre och ibland upp till fem eller flera led. Stora resurser och internationellt samarbete krävs, vilket tar tid och kostar pengar.

Flygledning ur radioperspektivet

Många frekvenser behövs. Enkelt beskrivet ser det ut så här:

* Kontrollzon. Varje flygplatstorn (TWR) har en egen frekvens för sitt område på och i luften närmast flygplatsen, kontrollzonen.



* GND. En flygplats med många rörelser kan även ha en markfrekvens (GND) opererad av en egen flygledare för att avlasta flygledaren som sköter kontrollzonen. På en storflygplats kan det vara flera.

* TMC. En flygplats, eller flera näraliggande, har en frekvens för terminalområdet för in- och utflygning. Ibland delas detta upp på flera frekvenser Arrival (ARR) och Departure (DEP) och det kan faktiskt vara så att det finns flera sådana för att klara belastningen vid högrafik då man behöver dela upp in- och utflygning mellan flera olika flygledare.

* En Route. Mellan olika terminalområden handhas flygplanen av flygledare som sköter egna geografiska områden och ansvarar för all luft som inte är kontrollzon eller terminalområde. Storlek och geografisk utformning bestäms av trafikflödenas förekommande flygvägar och antal flygplan per tidsenhet samt hur många andra trafikledningsenheter och länder de gränsar mot. Dessa sektorer har ett givet maximalt kapacitetstak, bland annat beroende på kommunikationsbehovet.

* Sektorer (EnRoute, TMC och TWR) slås samman vid lågtrafik och betjänas då av färre operatörer som har ett större geografiskt område eller hela flygplatsen själv. Då används frekvenssammanslagning i manöversystemet, vilket kan liknas med en mångfrekvens repeaterfunktion där varje flygledare bygger ihop sin egen repeater. Då hör alla varandra mellan de ingående frekvenserna och samtidiga anrop kan undvikas för effektiv trafikavveckling.

Radioskydd

Av uppenbara skäl är dessa frekvenser skyddade i internationell lagstiftning. De täcks av skyddet i ITU:s radio-reglemente 1.59 såsom "Safety service" vilket betyder att störningar är allvarliga.

Av transportstyrelsens skyddskravställning i TSFS 2012:6 10 § "Säkerheten vid kommunikation ska vara sådan att sannolikheten för att höra fel eller att data förvanskas är så liten att flygsäkerheten inte påverkas" kan man tolka att vi har ganska stora krav på radioskyddet.

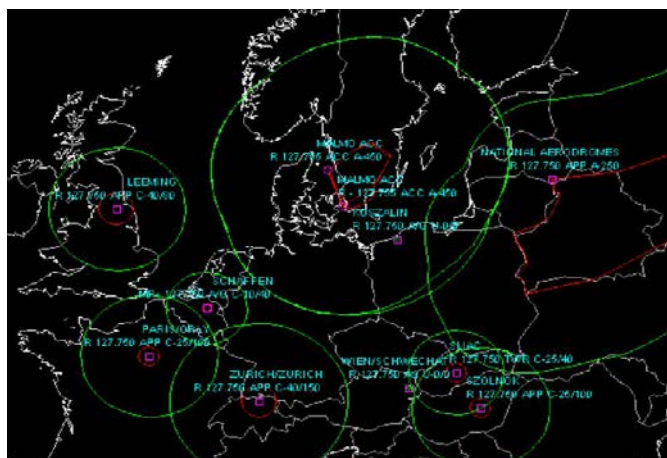
Även Luftfartsförordningen ger starkt skydd. Där står att man inte får anlägga radiosändare om de kan störa. Innebörden är att man alltså först måste visa att nya radiosändare inte kan störa.

Utombands

Den senaste tidens kraftiga utbyggnad av radiosändare har medfört att många mottagare försetts med extra lågpasfilter för utökat skydd mot de förhållandevis starka radiosändare som i stor omfattning börjat förekomma i området 750-3000 MHz. Även skyddsavstånd har införts för att säkerställa önskad påverkan.

Inombands

Internt i bandet 118-137 MHz koordineras frekvenserna internt och mellan länderna så att inbördes störningar inte uppkommer vid normal användning genom att tillse att återupprepningsavstånden är sådana att piloterna inte orsakar skadlig påverkan hos piloter på den andra platsen om de råkar sända samtidigt som mottagning pågår där. Man tar även hänsyn vid koordineringen till att grannkanaler inte tillåts för nära varandra.



Bilden visar en utskrift ur ett verktyg för koordineringskontroll av en viss frekvens som utgår från högsta tillåtna användningshöjd inom tillåtet geografiskt sändningsområde i flygplanen, det mindre röda områdena. När återupprepningsavståndet är för litet när de yttre gröna linjerna varandra och sådan påverkan är möjlig. Man kan se att vissa allokeringar inte är störningsfria men i dessa fall har situationen analyserats och godkänts av ansvariga.

Räckviddsprediktering.

Man beräknar räckvidd baserad på ICAO Annex 10 kravställning.

Kravställningen är att marksändare skall ge minst $75 \mu\text{V/m}$ i serviceområdets luftvolym, beräknat med free space loss. I geografiskt stora sektorer med få stationsplatser kan $30 \mu\text{V/m}$ godtas. Med avgiven sändareffekt $+47 \text{ dBm EIRP}$ ($50\text{W} - 2 \text{ dB filter- och antenndelningsförluster}$ och i horisontalplanet rundstrålande dipol) $=17 \text{ dBw}$ ger ett förbindelseavstånd med 130 dB sträckdämpning en fältstyrka om $75 \mu\text{V/m}$. Detta innebär att genom att räkna med 120 dB free space loss har vi 10 dB marginal till ICAO-krav på producerad fältstyrka för länken ground-to-air. I flygplanen erhålls då ca -80 dBm på mottagarens antenningång vid denna fältstyrka. En normalt fungerande flygplansmottagare har en känslighet i trakten av -100 dBm och vi har därmed en sammanlagd marginal om ca 30 dB för fading, utrustningsfel eller störande signaler.



Åt andra hållet, från flygplan till marken, är ICAO Annex 10 krav att sträckdämpningen ej får vara större än att fältstyrkan minst blir $20 \mu\text{V/m}$ vid mottagarplatsen på marken. Det ger en mottagen effekt om -92 dBm i mottagaringången med en i horisontalplanet rundstrålande vertikalpolariserad dipol och -1 dB antenndelnings- och filterförluster. ICAO krävställer att detta skall ge ett signal/brusförhållande (S/N) om minst 15 dB ur mottagaren vid 50% modulationsgrad. En i Sverige förekommande markmottagare, RK03, håller 15 dB S/N vid -97 dBm insignal och 50% modulationsgrad. Andra förekommande typer är Philips och Rohde & Schwarz, vilka är ca $5-10 \text{ dB}$ bättre ur känslighetssynpunkt.



Mottagarplats med Philips RO980 mottagare, en trotjänare designad mitten av 60-talet som fortfarande levererar, i operativ drift på många platser. Utbyte pågår till ny modern SDR-radio från Rohde. Det ska bli intressant att se om det går att erhålla samma livslängd.

Med en antagen utstrålad effekt från flygplanen om 10 W EIRP/dBW EIRP = +40 dBm EIRP, "after due allowance has been made for feeder loss and antenna polar diagram variation" betyder detta att 120 dB sträckdämpning air-to-ground ger 40-120=-80 dBm i mottagarna. Vi erhåller alltså med den sämsta mottagartypen en marginal om minst 17 dB till ICAO:s kravspecifikation för vår mottagningsfunktion. Beroende på flygplanstyp är det rimligt att anta att några dB till finns att hämta för de större flygplanen som har kraftigare sändare, cirka 20 dB. För "Long range VHF facilities" blir det sämst 11 dB marginal utöver ICAO:s krav.

Emellertid är detta endast en enklare teoretisk beräkning för en given flyghöjd. Kravet är att flygplanet är över horisonten. Maximalt når man ca 400-450 km mellan två flygplan som båda befinner sig på 10 km höjd. Vid större avstånd sticker jorden upp för mycket däremellan. Men så klart behöver man ta hänsyn till terränghinder som påverkar radiohorisonten för att på ett tillräckligt säkert sätt prediktera att minsta fältstyrka uppnås inom önskat serviceområde. Därför dimensionerar vi räckvidderna/radiotäckningen med beräkningsmodeller och verktyg som tar hänsyn till terränghinders tillskottsdämpning för radioförbindelserna med flygplan i luften. Effekter och känsligheter redovisade ovan är de som normalt förekommer och man får därför se till att det finns markstationer på lämpliga ställen runt om i landet.

Vågutbredningsproblemen

På marken

På marken, på flygplatserna, används samma utrustningstyper och eftersom förbindelseavstånden är så korta är räckvidden normalt inte något problem. Däremot kan kraftig signalstyrkepåverkan uppstå för förbindelser mellan kontrolltorn och flygplan som står på eller kör omkring på en flygplats där "klassisk" landmobil vågutbredningsteori istället, till skillnad från i luften, gäller med byggnads-dämpning av direkt-signaler samt tillskottssignaler från reflexioner från metallytor och byggnader finns. Detta utgör ett mycket svårt problem eftersom zoner med total utsläckning kan uppkomma och försvinna i nästa sekund. Det kan ju åka omkring mycket metall som rör sig på en flygplats. Man kan därför inte med tillräcklig säkerhet prediktera detta för att uppnå den grad av tillförlitlighet som krävs av flygsäkerhetsskäl. Problemet adresseras med diversitet på markmottagarsidan, där flera mottagarplatser (med tillhörande sändarplatser) används med geografisk separation varvid risken för samtidig utsläckning blir avsevärt mycket mindre. Erfarenheten har visat att detta fungerar tillräckligt bra.

I luften

Åter till täckningen i luften för radioförbindelserna med de flygande. Här lider vi av vertikalpolarisationens förbannelse! Det där som ni andra radioanvändare, som "bara" är på

jordytan, vanligen inte alls tänker på eller ibland använder till er fördel om ni kör EME utan elevationsrotor. Jag syftar på reflexerna som alltid uppkommer mot jordytan som leder till vertikal lobsplittring av markstationens antennendiagram. Inte direkt vad vi vill ha men moder natur ställer som vanligt till det. Ju högre antennplacering desto fler lobber uppkommer, med ibland mycket djupa nollor emellan loberna. Kolla på denna rapport så förstår ni vad jag menar.

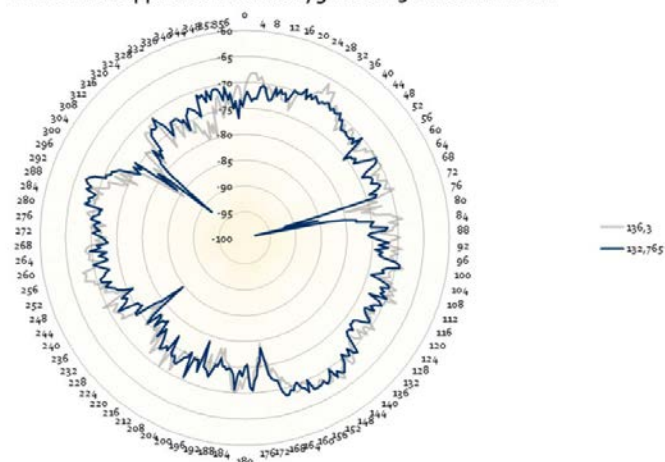
Länk:

http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CD0QFjAC&url=http%3A%2F%2Fbib.irb.hr%2Fdatoteka%2F485252.Simulation_of_a_Slanted_Shipboard_VHF_Antenna_Radiation_Pattern.pdf&ei=CPuZUoKfG4rhywPp9IL4Aw&usq=AFQjCNGapHcvb4hmFTneBw366udZTv967w&bvm=bv.57155469,d.bGQ

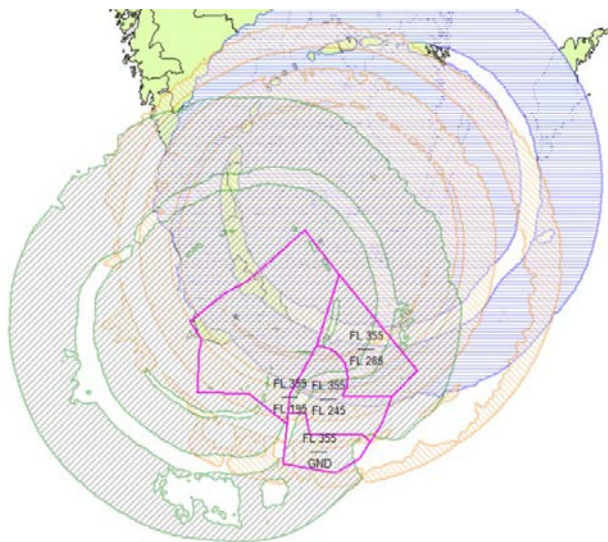
Lite antiklimax eftersom ju högre, desto bättre räckvidd – och det vill vi ju av ekonomiska skäl så klart nå.

Hur lobsplittringen ser ut blir beroende av jordytans beskaffenhet i varje enskild förbindelseriktning. Man kan sammanfatta detta med att det är bra om markanläggningarnas antenner inte "ser" vatten som har kraftig påverkan på fältstyrkan i lufthavet i den riktningen. I olyckliga fall räcker inte de marginaler som framgår ovan till, så det går inte att prata just där till lufthavet från just den markstationen.

ESNS Masttopp rundstrålande flygmätt FL30 avstånd 20 km



Bilden visar mottagen signalstyrka dvs. fältstyrkan för två olika frekvenser vid en cirkelflygning, konstant höjd ca 900 m, på avstånd 20 km runt en GP i masttopp. Det är en typisk närmiljö till en flygplats. Gissa i vilka tre riktningar det finns sjöar på grönsakskartan! Jo, 75, 230 och 310 grader vilket syns väl. När det gäller radio är vatten oftast av ondo, både som reflektionsyta, som feederutfyllnad och som dämpare i luften.



Prediktering för södraste Sverige för några höghöjdssektorer som avser ca 3000 m flyghöjd. Ett täckningsdiagram där man ser att för de tre tänkta stationsplatserna (grön, röd och blå) inom önskat serviceområde har större sträckdämpning än kravställt. Markreflexioner orsakar vertikal lobsplittring och vi ser "hål" med för låg signalstyrka mellan två eller flera lobar. Med diversitet kan vi se att hela det önskade området är täckt. Det är viktigt att komma ihåg här att vi i detta fall har relativt stora marginaler i länkbudgeten.

Diversitet

Problemen ur täckningssynpunkt ovan adresseras alltså med diversitet på markmottagarsidan där flera mottagarplatser med tillhörande sändarplatser används med geografisk separation, varvid risken för samtidig utsläckning i dessa blir avsevärt mycket mindre. När det gäller "i luften" handlar det även om att med hjälp av att flera mottagarplatser finns med nästan samma täckningsområde nyttja dessa för att kompensera för vertikal lobsplittring. I praktiken innebär detta att de täckningskompletterar varandra i luftvolymen.

Radiomanöversystemet som används av flygledarna måste därför kunna hantera samtidig mottagning av flera mottagare. Vanligen nyttjas någon sorts "best-signal-selection" som i sin tur automatiskt väljer den mottagarens tillhörande sändare.

Erfarenheten har visat att detta fungerar tillräckligt bra. Även i luften kommer diversiteten med flera mottagar- och sändarplatser in som räddare av situationen – men det kräver att "all system are GO"!

Redundans

Vanligen dimensioneras med minst tvåvärd operativ radioredundans, alltså med två anläggningsplatser med närapå samma geografiska täckning. Dessa har även olika av varandra oberoende förbindelsenät, tråd eller radiolänk, allt i syfte att det inte skall bli plötsligt radiobortfall. I viktigare områden med hög trafiktäthet finns oftast en tredje resurs.

Störningar

VHF flygradio är amplitudmodulerad. Man använder i mycket stor omfattning talkommunikation. Detta innebär att det "felrättande protokollet" är uppbyggt av standard-

fraseologi, uppfattbarhet, manuell felupptäckt och talad omfrågning. Det här innebär att störningar på frekvenserna snabbt sänker kapaciteten och kan leda till påverkan på flygsäkerheten.

Jämför med mobiltelefonin där man har byggt in FEC, "forward error correction" i codec:arna vilket gör att man inte behöver fråga om. Eftersom flygledning sker på fasta frekvenser så kan störningar ge besvärande effekter och måste snabbt lokaliseras.

Även i en annan artikel i detta nummer nämns CPDLC "Controller Pilot Data Link Communication". Det är värt att nämna att den kommunikationen ofta sker över samma frekvensband med liknande förutsättningar när det gäller störningar (fasta frekvenser och AM) och att reservalternativet då är att kommunicera via tal. Fundera på den, ni som tror att CPDLC är lösningen på frekvensbristen i Europa.

@



Marknadskontroll av USB-laddare

- av Henrik Olsson, Elsäkerhetsverket -

Många småprodukter, exempelvis mobiltelefoner, har USB-anslutning för både strömförsörjning och datakommunikation. Visst är det trevligt att samma laddare fungerar ihop med mängder med produkter och att de finns att köpa överallt, ofta till mycket lågt pris.

Många anmärkningar vid marknadskontroll

Under året har påfallande många USB-laddare (ett tiotal) underkänts och hälften av dem har resulterat i återtagande från konsument. Förbuden har uppmärksammats i media, inte så överraskande när det handlar om vardagsprodukter som många har. Så gott som alla förbud har berört elsäkerhetsbrister men det finns laddare som också är dåliga med avseende på EMC, vanligen med hög störnivå ledningsbundet ut mot elnätet.

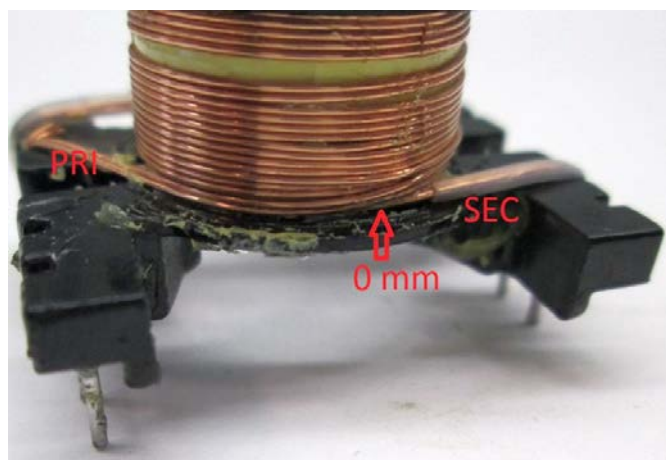


Bild 1. Transformator med otillräckligt isolationsavstånd

Regelverket för marknadskontroll är dock starkare på elsäkerhetssidan där myndigheten kan kräva återtagande av produkt från konsument och det är anledningen till att merparten av försäljningsförbuden [8] rör elsäkerhet, även om EMC-brister finns. Produkterna försvinner ju från marknaden vilket även är gynnsamt för EMC.

Några vanliga orsaker till försäljningsförbuden:

-Otillräckligt isolationsavstånd [7]. Risk att det som ansluts till USB-uttaget blir spänningsförande! Olämplig kretskortslayout och/eller transformator

-Felaktigt utförda stickproppar, delar lossnar

-Höljet är inte självslocknande – bidrar till att eventuella bränder sprids

-Formella brister. Exempelvis CE-märke eller EG-försäkran saknas, fabrikat och/eller typbeteckning saknas

Också EMC-problem

Som nämnts har flera laddare lämnat höga nivåer på ledningsbundna störningar (emission) ut mot elnätet. Elnätet fungerar sedan som sändarantenn och det kan bli radiostörningar, krav finns i frekvensområdet 150 kHz till 30 MHz. Även frekvensområdet under 150 kHz kan vara värt att nämna då vissa elmätare kommunicerar i det området för att skicka sina mätvärden.

Mätning

Avgiven (strålad eller ledningsbunden) emission är något som hos de flesta apparater är en biprodukt till den önskade funktionen. För switchade nätaggregat som det är frågan om här är det övertoner av switchfrekvensen. Eftersom det är fyrkantssignaler så blir det övertoner långt upp i frekvens (MHz) även om switchfrekvensen kan tyckas vara låg (kHz). Konsten är att konstruera så att signalerna inne i nätaggregatet håller sig därinne och inte ställer till bekymmer för omgivningen. För fysiskt sett små produkter som dessa kommer merparten av signalerna ut via ledningarna.

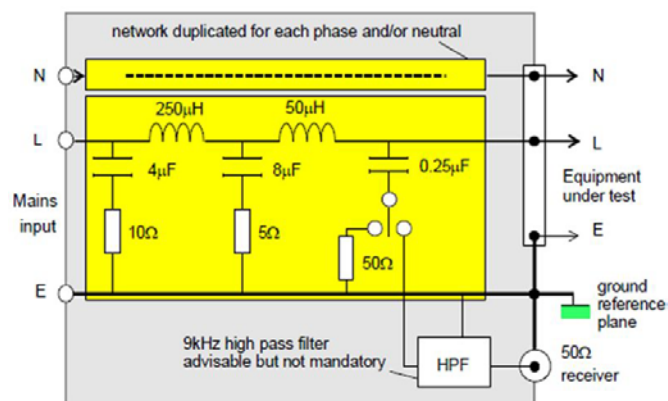


Bild 2. Kopplingsschema för LISN

Ledningsbunden emission mäts vanligen med en spektrumanalysator som kopplas till en s.k. LISN (Line Impedance Stabilisation Network), även kallad AMN (Artificial Mains Network). Denna medger att signaler från testobjektet kan

mätas med analysatorn. Dessutom fås repeterbarhet mellan olika mätlabb då man får en standardiserad spänningsmatning. LISN kopplas i serie med spänningsmatningen till testobjektet (Equipment under test).

EMC-standarder

Allt är uppstyrt i standardserien CISPR 16 [3-5]. CISPR 16 specificerar mätutrustningen (analysator, LISN, uppkoppling osv.) och vilken typ av detektor som ska användas vid mätningen medan kravnivåerna finns i olika produktstandarder.

Standarder och EMC-direktivet

Den som letar efter provmetoder och kravnivåer i EMC-direktivet [2] hittar inget sådant, i stället hänvisas till de olika harmoniserade standarder [1] som finns.

Flera CISPR-standarder har i Europa antagits som så kallade harmoniserade standarder och kan då användas för att bedöma om en produkt uppfyller kraven för CE-märkning avseende EMC. Exempelvis CISPR 22 som inom EU heter EN 55022 och är tillämplig för utrustning för informationsbehandling. Att låta ett testlabb verifiera att produkten uppfyller kraven i en harmoniserad standard är det vanligaste sättet att visa att det så kallade skyddskravet i EMC-direktivet är uppfyllt när en produkt ska CE-märkas för att få säljas inom EU. Notera att det är tillverkaren själv (eller dess representant) och inte testlabbet eller någon myndighet som med CE-märket och tillverkardeklarationen försäkrar att produkten uppfyller kraven. Elsäkerhetsverket godkänner alltså ingenting, möjligen motsatsen vid en marknadskontroll och då blir resultatet ett försäljningsförbud.

Hur man mäter

Vid många emissionsmätningar används en så kallad quasi-peak detektor i analysatorn som ska efterlikna hur störande en signal uppfattas vid radiomottagning. En störning som kommer sällan är mindre störande och uppmäts svagare med quasi-peak medan en signal med hög repetitionsfrekvens uppmäts starkare. För en konstant, omodulerad, signal blir quasi-peak och peakvärdet detsamma.

Här har vi gjort några enkla mätningar för att ”känna laddarna på pulsen” för att bedöma deras egenskaper och se om det är värt att undersöka dem mer.

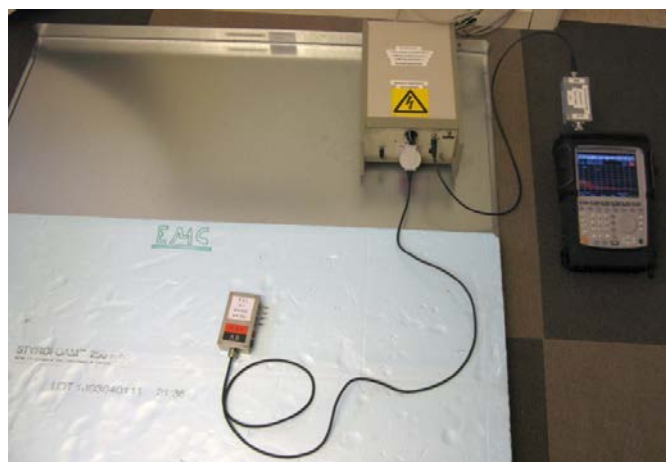


Bild 3. Exempel på uppkoppling

USB-laddaren är ansluten till LISN (längst upp) och kablage och en konstant ligger på frigolit ovanpå jordplanet. LISN är ansluten till spektrumanalysatorn med koaxialkabel via en transientdämpare för att skydda analysatorn mot transienter som kan uppstå vid manövrering.

Vid en EMC-mätning ska objektet driftsättas så realistiskt som möjligt. Här är det till exempel viktigt att kunna belasta USB-laddaren då emissionsnivåerna kan variera mycket beroende på belastningen.

Betydligt enklare mätutrustning kan användas om kraven inte är så stora. Exempelvis har Thilo Kootz, DL9KCE, byggt en LISN och använt den tillsammans med en SDR-mottagare för att mäta upp störningar från LED-lampor. En film om detta finns på Youtube [6]. På Internet finns mer att hämta om EMC-tester, exempelvis [9].

Mätresultat

Här syns resultatet från en laddare som ger ifrån sig mycket störningar i hela frekvensområdet 150 kHz–30 MHz. Mätningen är gjord med peakdetektor och hade ambitionen varit att följa standarden skulle också quasi-peak- och Average-detektor ha används men här genade vi för att spara tid.

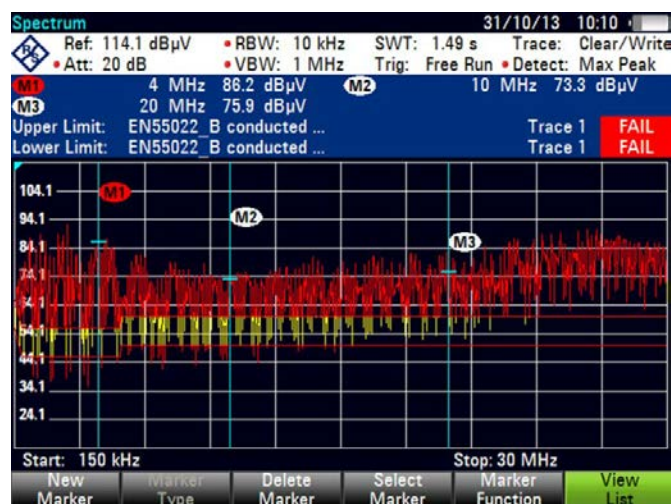


Bild 4. Störningar i hela frekvensområdet 150 kHz–30 MHz

Då signalen var allmänt instabil kan man anta att den hade uppmäts något svagare med rätt typ av detektor men eftersom nivåerna är så höga kändes det onödigt i detta fall. Just den här laddaren har potential att ställa till med bekymmer om en radioamatör har sin antenn i närheten.

Utanför marknadskontrollen

Marknadskontrollen tar ingen hänsyn till funktionen, bara att det de olika kraven för CE-märkning uppfylls. Sedan kan en produkt i princip vara hur dålig som helst vad gäller funktionen. Vid egna prov noterades som exempel att vissa laddare hade dålig reglering av utspänningen, som normalt ska vara 5 volt likspänning. Här varierade det friskt på vissa och det kan påverka det som laddas. Som exempel kunde en laddare märkt 5 V och 1 A ge en matningsspänning strax över 1 V vid 0,5 A belastning. Det gör att den produkt som ska laddas helt enkelt inte laddas.

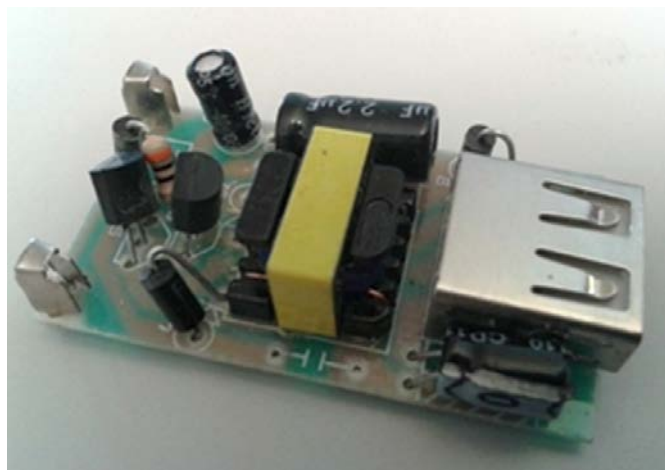


Bild 5. Innanmätet i en underkänd laddare

Just den här laddaren hade ingen som helst återkoppling av utspänningen mot switchningen och därmed ingen reglering alls och utspänningen varierar med belastningen. 230 V nätspänning kommer in på kretskortets vänstra sida. Problemet med dåliga laddare har uppmärksammats av fler [7].

Sammanfattning

Marknaden svämmas över av USB-laddare av de mest skilda slag och tyvärr är vissa rent ut sagt farliga, hur små och färgglada de än må vara. Än så länge har vi inte haft några allvarliga olyckor i Sverige, låt oss slippa det och hoppas att de värsta avarterna försvinner från marknaden. Flera laddare har också potential att ställa till med EMC-problem på grund av höga störnivåer ut mot elnätet.

Tyvärr är det nog ett faktum att många företag inte känner till vilket ansvar det innebär att importera produkter och sälja dessa inom EU. Förutom okunskapen finns det nog många gånger en blåögdhet där man litar på leverantören i alla lägen. I många fall saknas grundläggande dokument som EG-försäkringen, och det hänger starkt ihop med brister i elsäkerhet och god EMC.

Det kanske bästa rådet man kan ge är att kontrollera om det finns något fabrikat angivet på laddaren, finns inte det så är risken överhängande att varken elsäkerhets- eller EMC-kraven är uppfyllda.

Referenser:

EMC-direktivet (2004/108/EG)

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:SV:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:SV:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:SV:PDF)

[1] EU-kommissionens lista på harmoniserade EMC-standarder

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:321:0001:0020:SV:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:321:0001:0020:SV:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:321:0001:0020:SV:PDF)

[2] EMC-direktivet (204/108/EG)

[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:SV:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:SV:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:SV:PDF)

[3] CISPR 16-1: 1993, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus, IEC, Geneva

[4] CISPR 16-2: 1996, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity, IEC, Geneva

[5] CISPR 22: 1993 (Second Edition), Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment, IEC, Geneva

[6] Deutscher Amateur-Radio-Club "LED light bulb disturbances" film på Youtube.
<http://www.youtube.com/watch?v=o8zMhjXcmoA>

[7] IDG: "Så livsfarlig är din billiga piratladdare"
<http://lajka.idg.se/2.10583/1.535700/sa-livsfarlig-ar-din-billiga-piratladdare/sida/1/inledning>

[8] Elsäkerhetsverkets marknadskontroll (Sök på "USB")
<http://www.elsakerhetsverket.se/sv/Produktsakerhet/Forsaljni-nsforbud/>

[9] Massor med läsvärd information om EMC
<http://www.reo.co.uk/knowledgebase>

@



Flygradiokommunikation på HF Trafik och Teknik

- av Karl-Arne Markström, SM0AOM -

”Folkflyget” har lett fram till att de allra flesta har ekonomiska möjligheter till att använda detta relativt bekväma och snabba transportmedel. Men hur många tänker på hur trafikledning och bolagskommunikation går till utanför VHF-täckning?

Bakgrund

Att kunna flyga reguljärt och säkert kräver tillgång till bra kommunikationer. Redan flygpionjärerna under 1910-talet var medvetna om detta, och ”flygradio” blev en realitet under första världskriget. Prestanda hos dåtidens materiel medgav varken räckvidd eller kapacitet för några större utsvävningar, utan man fick nöja sig med det som långvågsområdet tillät. [1].

Trafikflyget tar fart under 1920-talet

1920-talet blev genombrotten för både kortvågskommunikation och trafikflyg. I början användes teknik och procedurer som till stor del var hämtade från sjöfartens beprövade långvågssystem. Utvecklingen var emellertid snabb även inom radioområdet, och mot slutet av 1920-talet använde majoriteten av flygoperatörerna HF i någon form som ett komplement till långvågen.

Ännu flög man inte reguljärt över oceanerna, och det relativt låga antalet flygplansrörelser över land medgav ännu användningen av kommunikationssystem med ganska låga kapaciteter. Fortfarande sågs dock radio med en viss misstänksamhet, ett talande exempel är Charles Lindberghs val att istället för en radiostation medföra något 10-tal liter ytterligare bränsle i ”Spirit of St Louis”.

1930-talet medförde en ökad flygaktivitet, och HF-området exploaterades allt mera. De långdistansflygningar som gjordes använde en blandning mellan långvågs- och kortvågskommunikation beroende på var man opererade geografiskt, och de som gjorde de längsta flygningarna använde dessutom ofta ”flygbåtar” som naturligt nog kände sig hemmastadda i sjöfartens radioprocedurer.

Genombrott under andra världskriget

Det stora ”luftkriget” skapade nya behov och lösningar. I en aldrig tidigare skådad omfattning användes samtliga kända frekvensområden för att leda och organisera luftkriget. [2],[3].

Snabbt togs teknik och procedurer fram för att kunna hantera mycket stora flygföretag med ibland tusentals flygplan engagerade, och dessa erfarenheter togs även tillvara när civilflyget åter kom igång vid fredsslutet. Dock fanns fortfarande ett ganska stort ”släkttycke” mellan sjöfartens och luftfartens radiosäkerhetssystem, bland annat förväntades fortfarande ett stort flygplan kunna kommunicera på långvågstelegrafi.



Bild 1. Annon för Collins ART-13 Autotune-sändare

Internationell samordning

När freden var i sikte vintern 1944 sammankallade segrarmakterna en konferens i Chicago om efterkrigstidens civil-

flyg, där en konvention om internationell civil luftfart utarbetades och ett expertorgan, (Provisional) International Civil Aviation Organization, (P)ICAO bildades.

I konventionen fanns som "Annex 10, Aeronautical Telecommunications" detaljerade regler om hur civilflygets radio- och telekommunikationer skulle gå till. Annexet använde sig av de allra senaste tekniska landvinningarna som militärflyget gjort, och som anpassats till den civila världen [4].

När det gäller HF behölls det telegrafibaserade upplägget initialt, men med framtidsutsikten att så fort som möjligt gå över till telefoni. Det fanns redan system med till exempel automatavstämning vilka hade nyttjats i fält med goda resultat. Ett sådant system var Collins AN/ART-13, som efter kriget kom att få flera liknande civila efterföljare. Dessutom hade VHF fått en stor användning för kortdistanstrafik, vilket förväntades avlasta HF-frekvenserna betydligt över tätbefolkade delar av jorden även för civilflyget. Mer om flyg-VHF finns i andra artiklar i detta nummer av ESR Resonans.

Under världsradiokonferensen i Atlantic City 1947 avsattes relativt stora delar av radiospektrum för flygradiotrafik, både i HF- och VHF/UHF-områdena. Flygbranschens samordningsträvanden ledde även till att expertorgan som RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) och AEEC (Airlines Electronic Engineering Committee) bildades för att hantera tekniska frågor, främst när det gällde ombordutrustning.

Telegrafisten försvinner ombord

Ända fram till första halvan av 1950-talet var en stor del av trafiken till och från större trafikflygplan fortfarande på telegrafi. Flygbolagen såg givetvis besättningsmedlemmen radiotelegrafisten som en ekonomisk belastning och tryckte hårt på att landsystem, ombordutrustning och procedurer skulle anpassas till ett "telefonidriv" upplägg, där pilot/styrman skulle sköta kommunikationerna med trafikledningen.

Med början i mindre trafikflygplan fasades gradvis flygtelegrafisten ut i takt med att landsystem och landorganisationer mer och mer använde telefoni. Dock använde trafikledningen över oceanerna och glesbefolkade världsdelar ofta fortfarande telegrafi, varför telegrafisten var längst kvar på långdistanslinjerna.

CAO kom snabbt att föreskriva att kommunikationen mellan trafikledning och pilot på HF skulle ske med AM-telefoni, och att motsvarande kompletteringar skulle ske av ombordsystem och landradiostationer. Nettoeffekten var att den speciella funktionen "flygtelegrafist" försvann från besättningarna ganska snabbt i mitten av 50-talet. Hos svenska flygbolag omskolade sig ofta telegrafisten till navigatör.

Trafikledningskommunikation över oceanerna

Dagens trafikledningssystem över oceanerna har fortfarande klara konceptmässiga likheter med det som fanns på 1950-talet. AM-telefoni har ersatts med SSB-telefoni och i viss mån med olika former av digitala datalänkar, men grunddragen är ännu desamma. Den grundläggande principen är att

man övergår procedurmässigt till andra former när ett flygplan lämnar radarledd flygledning, eftersom VHF-täckning och radartäckning i stort sammanfaller.

Så fort ett flygplan kommer att lämna radartäckt område i en "Ocean Entry Point" lämnas det över till "Oceanic Traffic Control" och anmäler sig på en av dess anropsfrekvenser. Väl anmält tilldelas flygplanet en primär- och sekundärfrekvens där man ska ha radiopassning med selektivanrop eller SELCAL. Därefter förväntas flygplanet lämna en positionsrapport med jämna mellanrum så länge som det finns inom trafikledningens ansvarsområde.

När flygplanet närmar sig ett nytt trafikledningsområde finns dess färdplan redan registrerad där, och det anmäler sig på en frekvens som är gemensam för båda områdena. När kontakt etablerats med det nya området tas flygplanet bort ur listan över aktuella flygningar i det tidigare området och sätts upp på listan i det nya. Detta varar ända tills flygplanet når ett nytt radartäckt område, då det avförs från det sista oceaniska trafikledningsområdets lista.

För att klara frekvenstillgången i riktigt tättrafikerade områden som exempelvis Nordatlanten har man grupperat frekvenserna i "familjer" som disponeras av de olika markstationerna.

NAT Family	Frequencies
A	3016, 5598, 8906, 13306 and 17946 kHz
B	2899, 5616, 8864, 13291 and 17946 kHz
C	2872, 5649, 8879, 11336, 13306 and 17946 kHz
D	2971, 4675, 8891, 11279, 13291 and 17946 kHz
E	2962, 6628, 8825, 11309, 13354 and 17946 kHz
F	3476, 6622, 8831, 13291 and 17946 kHz

Frequency 13306 kHz is shared between Families A and C
Frequency 13291 kHz is shared between Families B, D and F
Frequency 17946 kHz is shared by all the Families
Frequency 13354 kHz is shared with RDARA 5 and 7

Tabell 1. Översikt av tillgängliga frekvenser

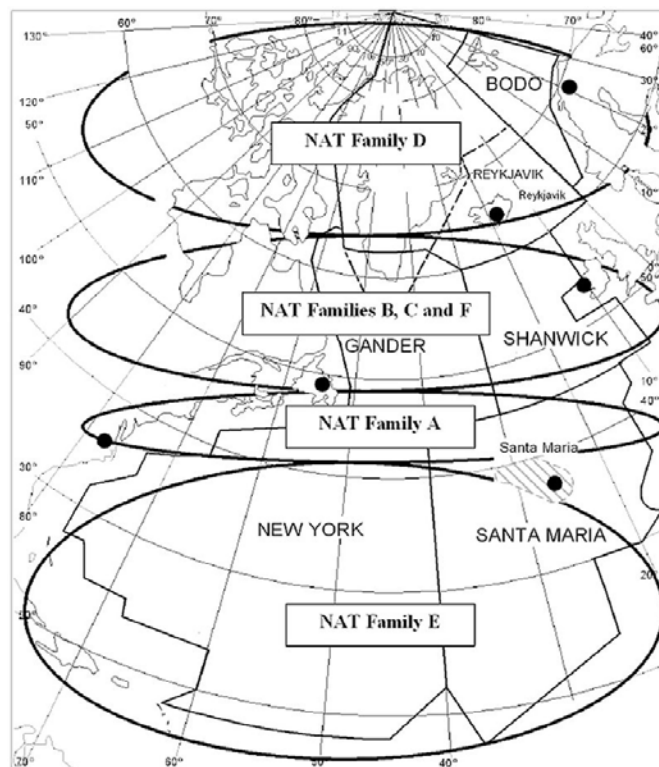


Bild 2. Indelningen i frekvensfamiljer för Atlanten (Ur ICAO-dokumentet "High Frequency Management Guidance Material for the North Atlantic Region") [5]

Detta kan synas komplicerat, men det är ett oerhört väldisponerat och ”välsmort” system. Endast något tiotal sekunder går åt för varje transaktion mellan flygplan och land.

En resa över Nordatlanten

Vi kan använda en flygning mellan Köpenhamn (EKCH) och Boston (KBOS) som ett exempel på hur det går till. Redan när piloten har registrerat sin färdplan före start från Kastrup finns det angivet i denna vilka markstationer och frekvensfamiljer som kommer ifråga. Färdplanerna innehåller också detaljerade uppgifter om vilken rutt och vilka brytpunkter som piloten förväntas följa.

Efter start flyger man i de olika trafikledningsområden som finns utefter ruten tills man kommer över Irland. Den irländska trafikledningen har redan fått uppgifter om när flygningen ska nå sin ”Ocean Entry Point” och har meddelat den oceaniska trafikledningen när detta kommer att ske. Piloten anropar i god tid Shanwick Radio på den aviserade anropsfrekvensen och får i retur en ”Oceanic Clearance” att passera denna punkt på utsatt tid. En kontroll av SELCAL görs, och alternativa frekvenser anvisas av trafikledningen.

Nu vidtar en ganska händelselös del av flygningen. Var 20-30:e minut anropar piloten Shanwick Radio och lämnar en positionsrapport som ofta även innehåller väder- och bränsleuppgifter samt när nästa rapportpunkt förväntas. Efter ett par timmar närmar man sig gränsen för kanadensiskt trafikledningsområde, 30 grader västlig longitud, och piloten anropar Gander Radio för att avisera sin ankomst. Detta sker på en frekvens som även Shanwick Radio lyssnar på så att man även där kan höra att överlämningen har skett. Gander Radio lämnar då ett meddelande till de oceaniska trafikledningarna på ömse sidor om 30 W att flygplanet nu återfinns inom det västra kontrollområdet. Procedurerna med positionsrapporter upprepas därefter.

När man efter ytterligare ett par timmars flygning nått kanadensiskt radartäckt kontrollområde avförs flygplanet från listan över flygningar i det oceaniska kontrollområdet och fortsätter mot sin destination med användning av radarledd trafikledning. Efter passage av ytterligare ett antal radarledda kontrollområden kan man till sist landa, i bästa fall efter tidtabell, på destinationsflygplatsen Boston International.

En utmärkt introduktion till hur procedurerna fungerar för oceanisk trafikledning finns på [6].

Bolagstrafik, ”Long Distance Operational Control”

Inte bara trafikledningen utan också flygbolagen i land är intresserade av förehavandena hos sina flygplan och besättningar. Moderna flygverksamheter är i högsta grad uppbyggda på ”just in time”-konceptet, varför man är kritiskt beroende av informationer om hur flygningarna fortskrider och av möjligheter att göra uppföljningar eller ge direktiv till besättningarna under pågående flygningar. ITU och ICAO har därför avsatt en del av HF-spektrum för sådana användningar. I princip är det ingen skillnad på trafikens form jämfört med trafikledningsfallet, men innehållet skiljer sig åt.

Det kan förekomma hela spektrat av meddelanden, från hårt

standardiserade interna positionsrapporter, vilka är vanligt förekommande bland USA-baserade bolag, till att beställa telefonsamtal till land för att få tekniskt stöd vid lindrigare driftstörningar samt samtal till Radiomedical vid sjukdomsfall ombord. Även ”diversions” på grund av väder, sjukdomsfall eller mekaniska problem är ofta ämnen för konversationerna. En del besättningsmedlemmar använder också HF-radion för att ringa hem.

För en mansålder sedan fanns ett ganska stort utbud av landstationer som tillhandahöll sådana tjänster, från små stationer som var bolagsinterna och därmed gav service åt ett eller möjligen ett par bolag, till de större som kunde betjäna flera tiotals bolag. Ett urval av sådana stationer var i storleksordning:

- * HAPAG-Lloyd i Tyskland
- * St Lys Radio i Frankrike (Air France)
- * Scheveningen Radio (KLM)
- * Berna Radio i Schweiz (Swissair)
- * Portishead Radio i England (Pan Am)
- * Speedbird Radio i England (British Airways, Biz-Jet)
- * Universal Radio Houston i USA (Biz-Jet) (del av ARINC-nätet på västra halvklotet)

Stockholm Radio

Den enda kvarvarande av dessa stationer, förutom de av ARINC opererade på västra halvklotet, är Stockholm Radio. Stationen kom till 1966/67 på initiativ av SAS, som först ville inrätta en liten bolagsintern station placerad vid dåvarande huvudkontoret på Bromma.

Dåvarande Telestyrelsen ville dock inte ge något tillstånd till detta, grundat på det ganska ineffektiva frekvensutnyttjande som sådana stationer hade, utan Televerket erbjöd sig i stället att inrätta en station som inte bara skulle betjäna SAS utan även andra bolag. Detta realiserades genom att resurser för fast trafik, som börjat minska när kablar och satelliter börjat ta över en växande del av den internationella teletrafiken, frigjordes och i stället kunde användas till HF-flygradio.

Verksamheten började i Enköping som mottagarstation och operativt centrum och med Hörby som sändarstation. Efter några års drift hade trafiken växt så mycket att Hörby inte längre var tillfyllest, utan sändarstationen flyttade till Karlsborg där mer Fast Radioresurser hade frigjorts. När flygradioverksamheten hos Stockholm Radio flyttade från Enköping till Stockholm 1980 och därmed började fjärrmanövrera både mottagare och sändare fick systemet den uppbyggnad som det i stort har än i dag [7].

Sedan Televerket upplöstes 1993 har flygradioverksamheten inom Stockholm Radio passerat genom flera händer, först Telia Mobile, sedan Viamare Invest och sist Aviolinx [8].

Teknik ombord

Ombordelektroniken i ett trafikflygplan är mycket väl anpassad till sina ändamål, och detta finns reglerat i branschinterna standarder som reglerar de tre F:en ”Form, Fit and Function”. Dessa standarder benämns ”ARINC Characteristics” och är utarbetade inom AEEC.

Målen med dessa standarder är att all utrustning ska vara optimerad när det gäller dimensioner, vikt, miljötålighet, prestanda, driftsäkerhet samt sist men inte minst utbytbarhet och bakåtkompatibilitet. Det är ett absolut krav från branschen att all utrustning ska vara sinsemellan utbytbar när den uppfyller kraven i en ARINC Characteristic, som i flyg-HF-fallet heter "ARINC 719".



Bild 3. Radioenhet och antennenpassare enligt ARINC 719 (Rohde&Schwarz XK 516D, med inbyggt modem för ARINC 753 HF-datalänk)

Uteffekterna varierar mellan 200 W och 400 W, och det frekvensområde som krävs är 2,8 till 24 MHz i 1 kHz frekvenssteg. Oftast går dock stationerna mellan 2 och 30 MHz. Emissioner som krävs är AM med ett sidband (H3E) samt USB (J3E).

I mottagaren finns också en separat MF-kanal för AM (H2B) som försörjer mottagaren för SELCAL, vilken arbetar med ett sidband med bärvåg. På denna bärvåg moduleras två i taget tonerna som innehåller informationen för selektivanropet. SELCAL är omistligt för att besättningarna ska slippa lyssna på all trafik samt brus på frekvenserna, och de blir i stället uppmärksammade på anrop genom en akustisk och optisk signal.

Normalt har ett trafikflygplan 2 HF-stationer, som återfinns i "Avionics Bay" under cockpit. Till dessa finns var sin antennenpassare som ibland delar antenn, eller som på riktigt stora flygplan har var sin. Antennerna är av typerna spröt, wire, slits eller isolerad del av flygkropp eller vingar.

Manöverutrustningen är numera vanligen integrerad i radio-manöversystemet i cockpit, och det finns ibland även separata manöverpaneler för radion samt ett gemensamt audio-distributionssystem.

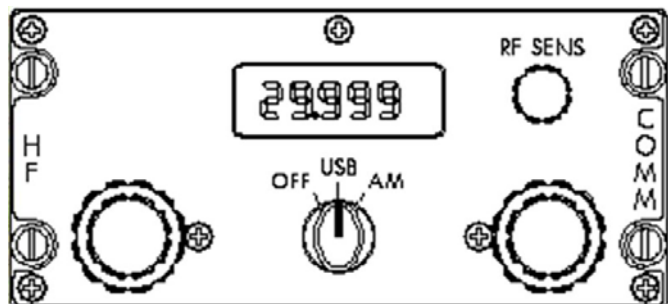


Bild 4. Standardiserad manöverpanel enligt ARINC 719

Teknik i land

Eftersom det inte finns några standarder, annat än prestandakrav, i "Annex 10" och ITU-RR för hur land-

stationer ska vara uppbyggda, har dessa fått variation i uppbyggnad och utseende. De stationer som är specialbyggda för trafikledningsändamål är dock stöpta i ganska gemensam form, eftersom ICAO ofta har varit inblandat i deras kravställning och specifikationer. Andra stationer är ofta mer av ett "hoplock", i synnerhet när de vuxit fram genom åren. Den följande översikten gäller Stockholm Radio, som författaren har arbetat med i över 30 år.

	1960/70-talet	80/90-tal	2000-framåt
Sändare	AEG 20 kW	AEG/Collins	Collins 3/10
Sändarantenn	Dipol, discone	Log-per, dipol	Log-per, dipol
Mottagare	51S-1, Drake	IC-R71, CR300	IC-R71, CR91
Mottagarantenn	Romber	Log-per	Log-per
Operatörsutr.	Snörväxel	Knappsatser	Knappsatser
Radioväxel	Snörväxel	Elektromek.	Digital
Transmission	Bärfrekvens	PCM	PCM/VoIP

Dagens system är uppbyggt av flera generationer materiel, som ofta återanvänts från andra verksamheter. Åldrarna på utrustningen spänner mellan tidigt 60-tal och tidigt 90-tal. Det enda som specialanskaffats under åren är de sex stycken 3 kW Rockwell/Collins PA-2250 halvledarbestyckade effektförstärkare som använts sedan 1997, samt operatörsborden som byggdes 1990-91.



Bild 5. Telefunken 5,2 – 30 MHz vridbar logperiodisk antenn



Bild 6. Rockwell-Collins PA-2250 effekttrog



Bild 7. Operatörsbord från 90-talets början. Bo Walter, ex-SM0FOV, vid kontrollerna.

Resten av utrustningarna har anskaffats för andra ändamål eller är "arvegods". Genom god kvalitet och anpassat underhåll har det lyckats att uppnå över 40 år av oavbruten drift på några systemdelar.



Bild 8. TCI vertikalpolariserat log-periodiskt antennsystem vid Enköping Radio

Datalänksystem

Det kan nämnas att olika former av digitala datalänkar har diskuterats sedan 1960-talet i akt och mening att kunna ersätta HF-telefonin inom flygvärlden. Först ut var ACARS-systemet som först arbetade på VHF och som fick ett stort genombrott under slutet av 70-talet. Principerna bakom ACARS försökte man sedan föra över till HF-kommunikation, men de ganska primitiva modem som stod till buds begränsade dataakten påtagligt. Det var först när mer avancerade modem kom under 80-talets mitt som mer seriösa upplägg kunde göras.

Ett tidigt sådant kom från Canadian Marconi [9], som hade fått statliga utvecklingsmedel för att studera möjligheterna för ett flygledningssystem för arktiska Kanada och polarområdena som skulle bygga på automatiserad HF-dataöverföring. Upplägget diskuterades även för att kunna användas för trafikledning över Nordatlanten. Trots att en hel del intresse visades för projektet från "branschen" kom det dock inte längre än till förslagsstadiet. Under tiden hade AEEC fått ett nyväckt intresse för HF-datalänkar, den ganska

avsmnade ARINC Characteristic 753 dammades av, och nya protokoll och modemspekifikationer togs fram.

Nästa projekt var startat av avionikföretaget Sundstrand Data Control (numera Honeywell Avionics) som i egen regi utformade och byggde upp ett fungerande och relativt sett högpresterande HF-datalänksystem i början av 1990-talet. Systemet byggde på en anpassning av en ganska spridd militär modemvågform, MIL-188-110A, med adaptiva dataakter mellan 300 och 1800 bps samt med ett X.25-inspirerat synkront radioprotokoll med tidluckeindelning. Sundstrand byggde under 1991 upp ett testnät med 3 noder; Newfoundland (Rainbow Radio), Island (Reykjavik Radio) samt Sverige (Stockholm Radio). I detta testnät provades både hårdvara och programvara ut fram till 1996.

Det visade sig dock att Sundstrand inte hade ekonomiska muskler att fortsättningsvis bygga ut nätet globalt, så i den tredje omgången lärer man sig med ARINC, som är västra halvklotets flygkommunikationsbolag. ARINC inkorporerade sedan Sundstrands datalänknät i sitt helhetskoncept för digital kommunikation "ARINC Globalink", som en av byggstenarna tillsammans med ACARS och satellitkommunikation.

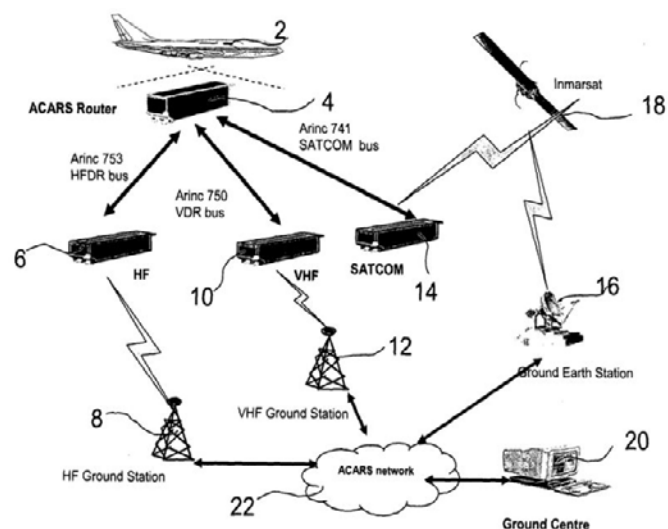


Bild 9. Översiktsskild av ARINC Globalink (ur patentskrift[!])

Framtidsutsikter

Den store danske fysikern Niels Bohr sade dessa bevingade ord: "Det är svårt att göra förutsägelser, i synnerhet om framtiden".

HF-flygradio har varit hotad till sin existens sedan åtminstone 1970-talet. När jag själv började i branschen 1981 sades det att det var högst 10 år kvar för flyg-HF, och att avvecklingen skulle börja i mitten av 80-talet. År 1985 kom och gick utan någon avveckling, och då upprepades spådomen om "10 år". År 1995 kom och gick även det, och då sade man år 2000, med en viss tvekan i rösten. Millennieskiftet kom och gick även det utan någon avveckling, och då började i varje fall jag att inte göra eller tro på några förutsägelser mer.

Status är att flygtrafikledningen över oceanerna och över glest befolkade världsdelar fortfarande använder HF, och att varken slutdatum eller ens någon början på avvecklingen har aviserats av ICAO. Nya flygplan är oftast standardutrustade med satellitterminaler, medan äldre flygplan mer sällan utrustas med satellitutrustningar. Olika former av datalänkar, Controller-pilot data link communications (CPDLC), används numera som komplement för att generera positionsrapporter och sända över data till och från piloten. Dock är CPLDC ännu inte godkänt som enda kommunikationsmedel vid oceanisk trafikledning.

Referenser och litteratur

[1] Karl-Arne Markström "100 years of Aeronautical Radio Communications", Proceedings of the 2004 Nordic HF Conference HF04.

[2] Brian Austin "Near vertical incidence skywaves in World War II: an historical perspective", Proceedings of the IEE Eighth International Conference on HF Radio Systems and Techniques, Guildford 2000.

[3] Fritz Trenkle "Die deutschen Funkpeil- und -Horch-Verfahren bis 1945".

[4] International Civil Aviation Organization "International Convention on Civil Aviation, Annex 10; Aeronautical Telecommunications".

[5] International Civil Aviation Organization "High Frequency Management Guidance Material For the North Atlantic Region".

http://www.worldairops.com/NAT/docs/NAT_NATDoc003_HFGuidance_atWorldAirOps.com.pdf

[6] The Shanwick Oceanic Operations
<http://www.youtube.com/watch?v=p9F9ZoovnpM> och
<http://www.youtube.com/watch?v=EJTjwW5ZYas>

[7] Televerket Radio "Stockholm Radio 75 år 1914 - 1989" Jubileumsskrift 1989.

[8] Aviolinx web-site <http://aviolinx.com/>

[9] Graham Gibbs "Teaming a Product and a Global Market" AIAA Library of Flight 1997.

@

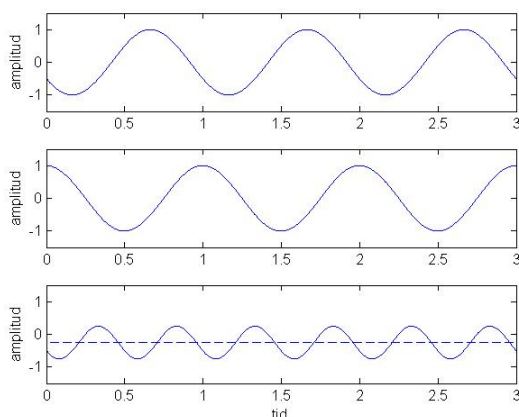


Frekvensanalys – del 2

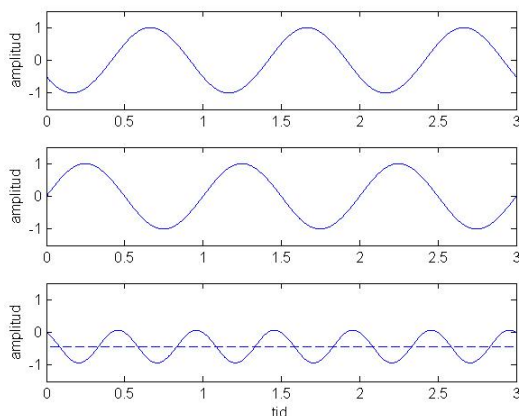
- av Per Westerlund, SA0AIB -

I- och Q-signaler

I artikeln i ESR Resonans 3/2013 visade jag att cosinus- och sinus-signalerna är vinkelräta mot varandra i och med att likspänningskomponenten av deras blandning blir 0. Då sätter man att cosinus motsvarar I-komponenten och ritas på x-axeln medan sinus motsvarar Q-komponenten och ritas på y-axeln. Varje signal med en frekvens kan delas upp i en I- och en Q-signal. Som exempel tar vi $0,5 * \cos \omega t + 120$ grader, som visas överst, sedan cosinus i mitten och nederst blandningen som en heldragen linje med likspänningskomponenten som en streckad linje. Det är tid på x-axeln och amplitud på y-axeln.

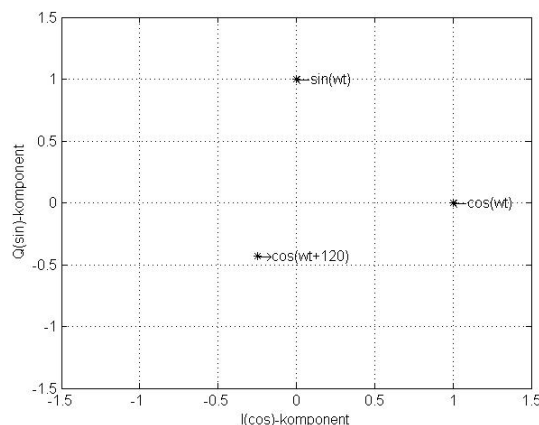


På samma sätt fast med en sinus i mitten och dess blandning längst ner.



sin_120.jpg

I-komponenten blir -0,25 och Q-komponenten -0,43 och det stämmer med formeln $0,5 * \cos(\omega t + 120 \text{ grader}) = 0,5 * \cos(\omega t) \cos 120 \text{ grader} - 0,5 * \sin(\omega t) \sin 120 \text{ grader}$. Signalen ska placeras i den nedre vänstra kvadranten i ett I/Q-diagram. Punkten är placerad 120 grader medurs från I-axeln och på avståndet 0,5 från origo.

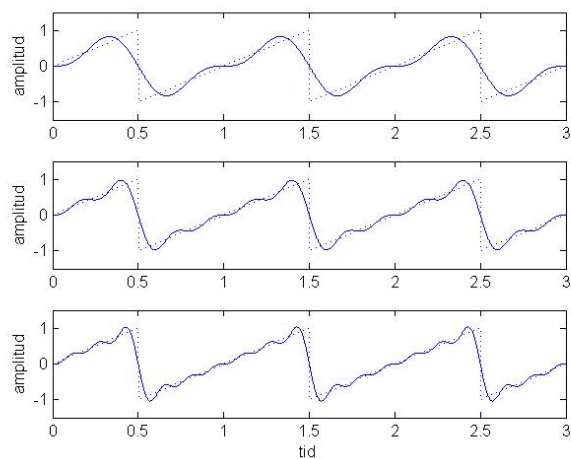
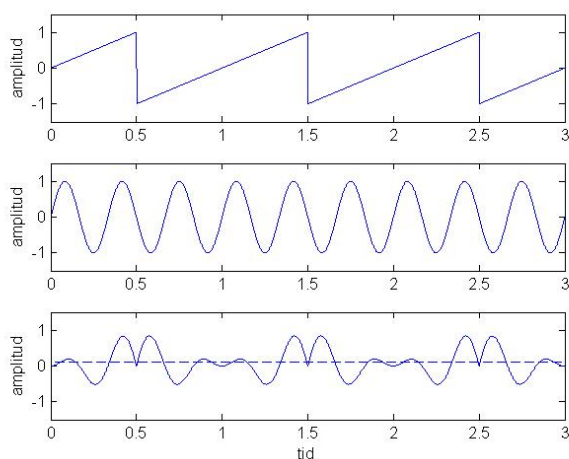
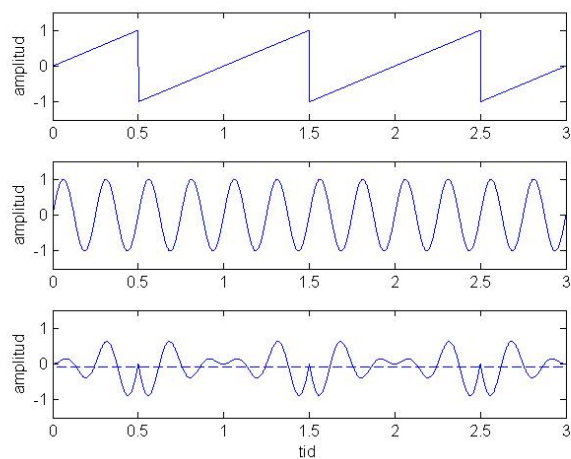
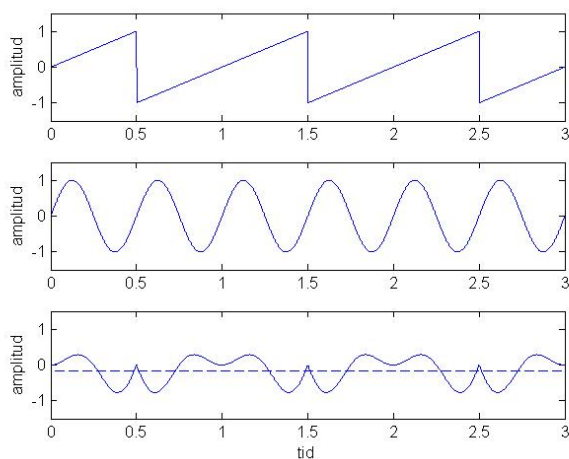
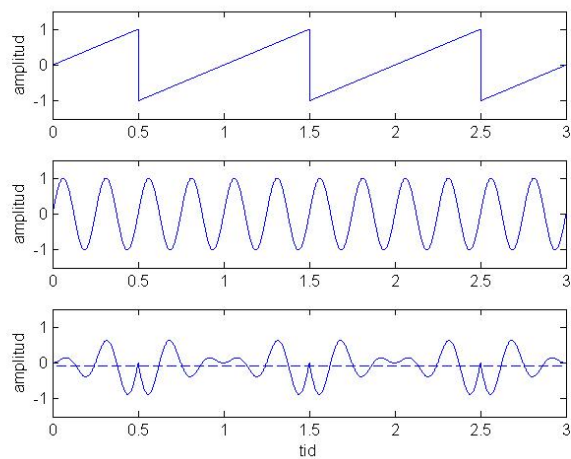
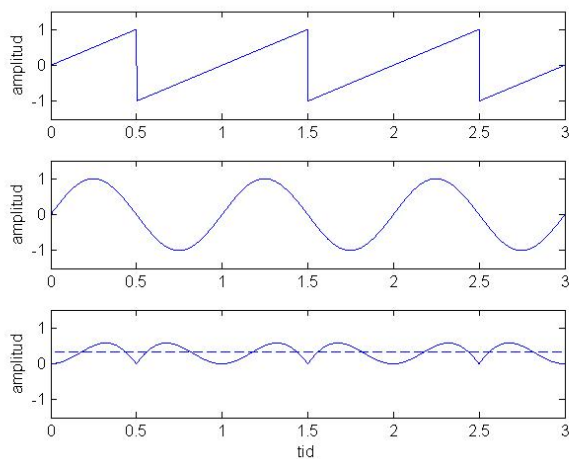


IQ.jpg

Sågtandsvågens Fourierserie

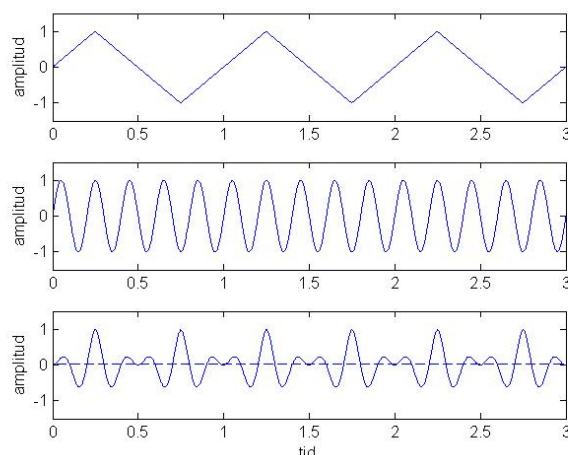
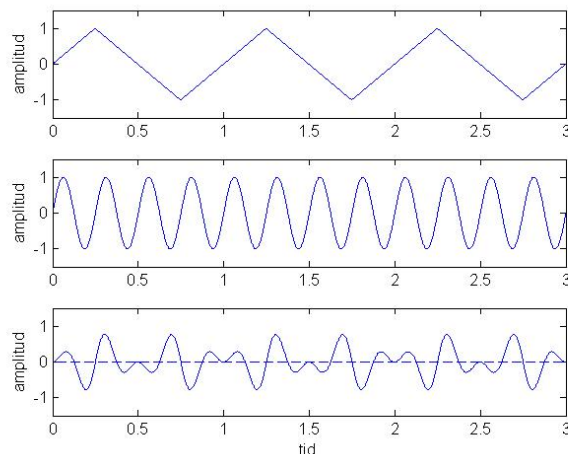
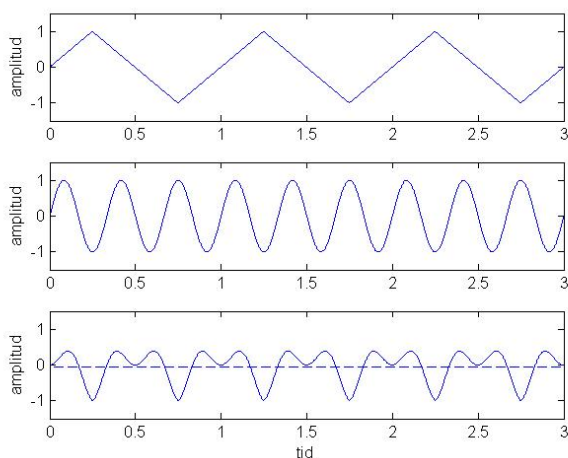
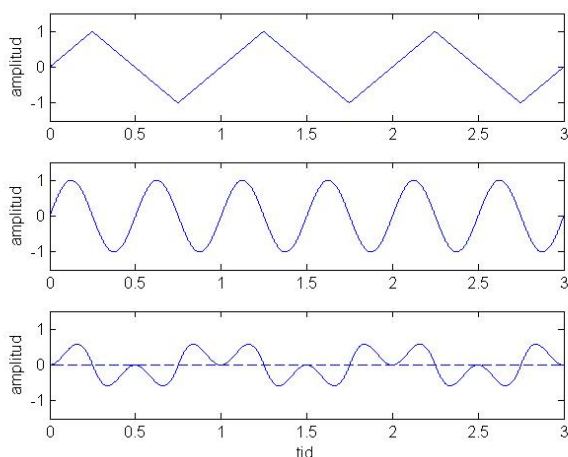
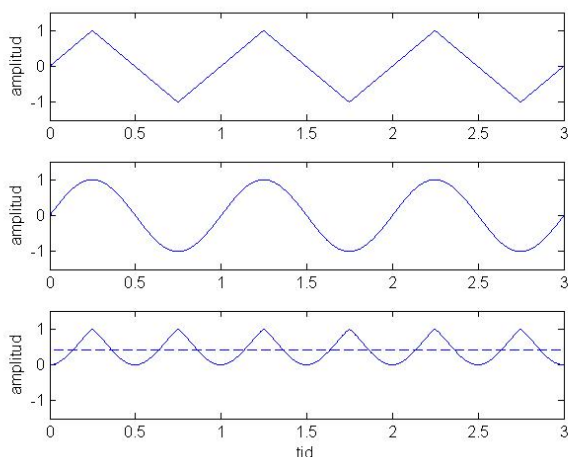
I en Fourierserie tar cosinus-termerna delen av signalen som är jämn, det vill säga, den som speglas i y-axeln, eftersom $\cos(-x) = \cos(x)$. Sinus-termerna tar hand om den del som är udda, det vill säga att kurvan för negativa x-värden ska speglas i x-axeln för att se likadan ut som kurvan för de positiva x-värdena, i och med att $\sin(-x) = -\sin(x)$. En kurva kan alltid delas upp i en jämn del och en udda del.

Sågtandsvågen är udda såsom den går längs tidsaxeln. Här kommer den överst, i mitten sinusvågen som den blandas med och längst ner blandningen som heldragen och dess likspänningskomponent som streckad. Först kommer grundfrekvensen, sedan 2 gånger och så vidare till 5 gånger grundfrekvensen.

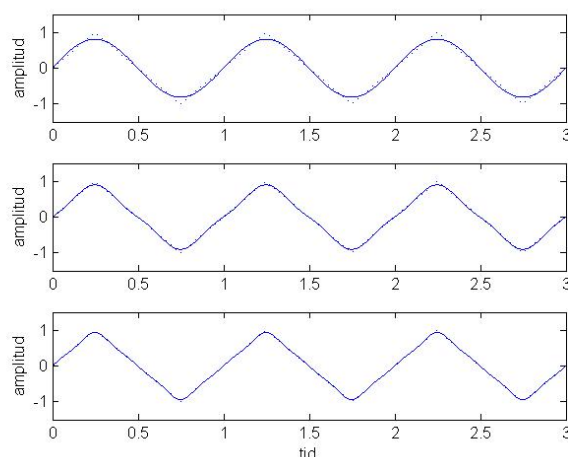


Sågtandsvågen har ingen likspänningskomponent. Komponenterna för de fem första frekvenserna är 0,3183; -0,1592; 0,1061; -0,0796 respektive 0,0637. Ju fler komponenter man tar med, desto bättre anpassning. Här kan man se hur det ser ut med två, fyra respektive sex komponenter.

Triangelvågens Fourierserie



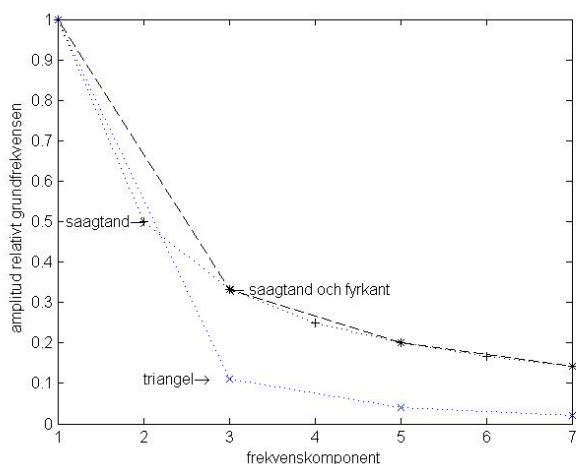
Triangelvågen har ingen likspänningskomponent och sedan blir komponenterna för de sju första multiplerna av grundfrekvensen 0,4053; 0; -0,0450; 0; 0,0162; 0; -0,0083. Här ser man att det inte behövs många komponenter för att anpassa en triangelvåg. Överst finns bara grundfrekvensen, sedan i mitten kommer den och tre gånger och nederst grundfrekvensen, tre gånger och fem gånger grundfrekvensen.



Det beror på att triangelvågen inte har några språng som fyrkant- och sågandsvågen.

Spektrum för fyrkant-, sågtands- och triangelvåg

Man kan jämföra frekvenskomponenterna i fyrkant-, sågtands- och triangelvågen med varandra och särskilt hur snabbt de faller med ökande multipel av grundfrekvensen. Därför bör man dividera komponenterna med grundfrekvensens amplitud och det ger följande figur:



Det finns språng i fyrkant- och sågtandsvågen, så de förekommer inte i verkligheten, där man inte har oändlig bandbredd. Om man bara tar med några komponenter får man ett snabbt steg. Triangelvågen har inga hopp och faller snabbare med ökande överton jämfört med de andra två.

En serie är en summa av en oändlig talföljd. Genom att bestämma Fourierserierna för olika signaler ser vi hur de ser ut i frekvensplanet. Vi antar att signalerna är periodiska och vi tittar på grundfrekvensen och dess multipler. Vi måste lägga till frekvenskomponenter för att få bättre anpassning. Signaler med språng har högre övertoner (frekvenser som är multipler av grundfrekvensen) än signaler utan språng. Fourierserien är en grundläggande frekvensanalys för tidskontinuerliga signaler.

@

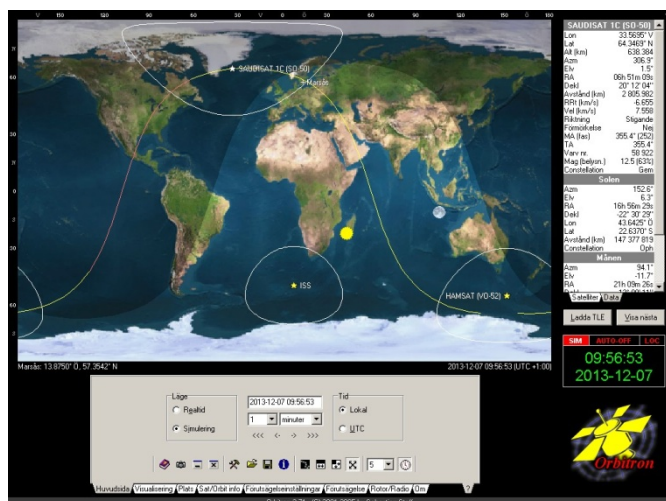


Antennföljning av polära satelliter

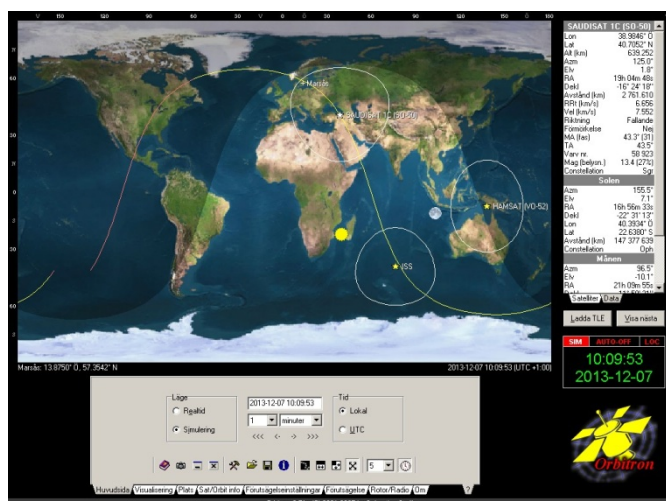
- av Håkan Harrysson SM7WSJ, ordförande i AMSAT-SM -

När man monterar sina vanliga tropo-antennor med tanke på att även få till en bra antennföljning på de polära satelliterna, så kan man gå i en fälla som gör att man tappar satelliten mitt i en nordlig passage.

Man tänker inte direkt på att en del passager kan börja till exempel i nordväst för att sluta långt ned i sydöst. Det finns även andra scenarion av passager där man plötsligt får vända vid norrstoppet på rotorn och gå tillbaka hela varvet för att sedan ta vid igen i kontakten när man åter får upp signalen på satelliten. Vi tänker oss en passage där satelliten kommer i ungefärlig riktning 306 AZ.



för att sedan gå norr om oss och försvinna nere i sydöst 125 AZ.



I detta fall kommer rotorn att stoppa någonstans runt norr (plus lite som de flesta rotorer går över) för att sedan gå tillbaka hela varvet och kanske missa nästan 1 minut av passagen. 1 minut låter inte mycket men har du precis den där intressanta kontakten på gång så är det väldigt frustrerande.

Lösningen på detta är att modifiera rotorn för att kunna gå nästan 180 grader över norrstoppet och då börjar det ställas krav på en väl tilltagen kabeldragning för att inte ställa till problem vid så stora rörelser av antennriktningen.

Det finns ett flertal olika lösningar för norrstopp och man får modifiera efter vilken rotortyp man har. Någon kanske tänker tanken att det vore bättre att ha stopp i söder för oss nordbor, men då har man problemet vid vanliga tropokontakter där man ofta sveper öst-väst och tillbaka. Även passager med ISS rymdstationen när den som alltid dyker upp i väst för att försvinna i öst blir problematiska med sydstopp av rotorn.



Här är en lösning på rotorstopp som bryter rotorn elektriskt om programvaran i datorstyrningen skulle hänga upp sig. Just den här lösningen är rätt enkel att förlänga rörelseutrymmet med.

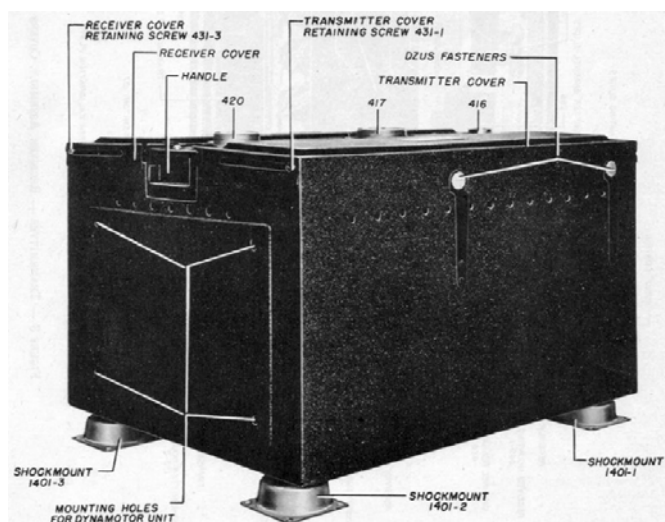
@



Hur SCR-522 blev till eller när VHF kom till Sverige

-av Ingvar Flinck, SM7EYO -

På ESR:s nyöppnade radiotekniska forum radiokretsen.se har Bengt SM7EQL beskrivit ombyggnaden av en SCR522 som i svensk tappning heter 5 W UK-station M/46. Bengt hade grävt ner sig i dess funktioner för att sedan göra om den efter eget skön till en 1-kanalstation för 144 MHz med Hi-Fi amplitudmodulering. Efter att ha tagit del av Bengts beskrivning blev jag nyfiken på ursprunget. Jag började gräva efter mer information på nätet och här kommer en del fynd om och kring 522-an.



Bakgrund

För tiden före och i början av andra världskriget 1935-40 pågick försök i framförallt England med att få till praktiskt användbar radioutrustning på frekvenser högre än de i HF-bandet. För flyget ville man få ner vikt och volym på apparater och antenner. Att komma upp i frekvens möjliggjordes av att man fick fram nya rörtyper.

Först var engelsmännen som fick fram en fungerande 4-kanals kristallstyrd transceiver för 100-124 MHz, 5W, A2 och A3. Nytt var även att de förinställda fyra frekvenserna enkelt kunde väljas med en knapptryckning på en kontrollåda i cockpit. Stationen kallades TR1143 och skulle bli modell för den amerikanska varianten SCR-522.

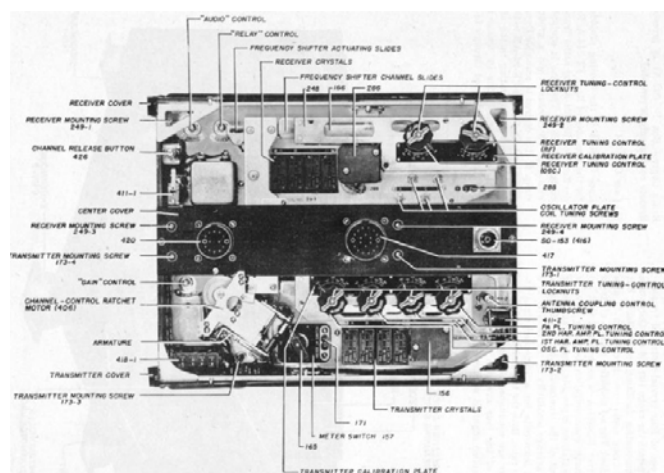
TR1143 började installeras i flygplan i början av 1940. Engelsmännen var mycket hemlighetsfulla kring det nya frekvensbandet och vid den dramatiska evakueringen av 350 000 brittiska soldater vid Dunkerque i maj 1940 byttes alla TR1143 ut till gammal HF-utrustning. Detta gjordes för att inte den nya utrustningen skulle hamna i tyska händer.

I USA hade arméns Signal Corps Aircraft Radio Laboratory (ARL) fått i uppdrag att upphandla stora mängder HF-stationer till Army Air Force (AAF). Inom AAF hade man i mitten av 1941 insett att man för flyget måste upp i frekvens. Men man fortsatte beställa HF-stationer och avbeställa och beställa igen. Man hoppades få fram VHF-konverter till den senaste HF-stationen SCR-274. ARL fick betala stora skadestånd för annullerade order till Western Electric och Philco. Men i slutet av 1944 hade Aircraft Radio Corporation, Colonial Radio Corporation och Western Electric tillverkat stora mängder med SCR-274. Bara Western Electric hade producerat 100 000 SCR-274.

ARL arbetade parallellt med bland annat Western Electric och Aircraft Radio Corporation med olika VHF-lösningar. SCR-264 var ett försök från ARL med tryckknappsstyrning av både FM- och AM kanaler på 100-130 MHz. General Electric fick i uppdrag att utveckla radion, men efter två år utan resultat lades projektet med SCR-264 ner till förmån för CR-522. Tillgången på kristaller var mycket dålig och olika försök gjordes för att utveckla stabila VFO-er.

Transceivern SCR-522 blir till

Vid en tidig tysk bombräd mot Coventry, England hade fabriken där TR1143 tillverkades skadats och engelsmännen ville nu få radion producerad i USA som alternativ säker plats. Amerikanerna hade vaknat upp vid Pearl Harbor i december 1941 och nu var det full fart att stödja England. Flygplan skeppades till England och för att klara gemensam flygledning beslöts att använda det engelska radiosystemet.

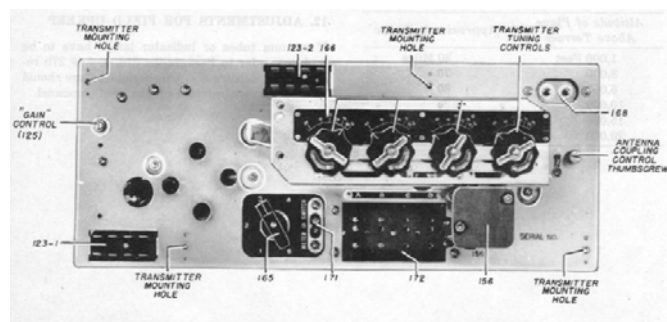


På engelskt starkt önskemål och under stort hemlig-

hetsmakeri, projekt King George, lät man Bendix Radio, Baltimore, Maryland, utveckla en variant av TR1143. Bendix ingenjörer lyckades utöka frekvensområdet till 156 MHz.



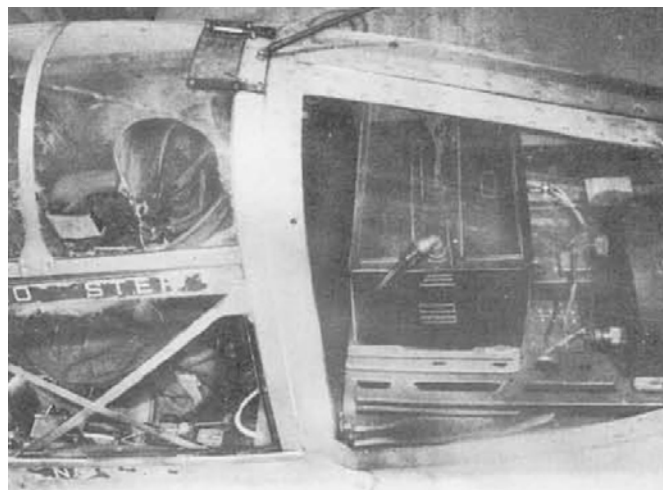
Vidare anpassades konstruktionen till nya amerikanska komponenter som den helt nya dubbeltetroden RCA 832. I övrigt behölls samma fysiska yttermått på apparatlådan. Engelsmännen hade själva planerat för ytterligare en radio för övre delen av bandet, men nu fick allt plats i en låda.



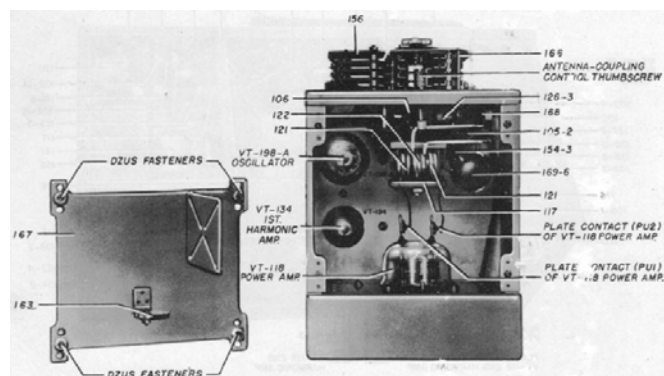
För montage i engelska flygplan fanns övergångskontakter till kablaget. Engelsmännen döpte sina SCR-522 till TR5043. Efter tester vid ARL och några justeringar kunde den första SCR-522 monteras i flygplan redan våren 1942. Därefter fick Bendix Radio en order på 42 miljoner dollar (ca 603 miljoner dollar idag).

Serieproduktionen kunde börja, men snart visade sig att 5000 stationer i månaden inte var tillräckligt för att förse alla plan som skulle till Europa. Även Zenith Radio Corporation och Colonial Radio Corporation anlätades för serieproduktion.

Bendix Radio fick tidigt stark kritik för dålig kvalitet, men det visade sig att det var främst undermåliga installationer och felaktiga eller uteblivna intrimningar som var boven. Testutrustning IE-19A för SCR-522 fanns tillgänglig först under september 1942.



Exempelvis upptäcktes stora problem vid ankomstkontrollen före montering i flygplan på Curtiss Aeroplane Corporation, Buffalo. Man ryckte mycket ovarsamt i alla kablar. Inget fick sitta löst och alla skruvar spändes vilket gick ut över avstärningsinställningar.



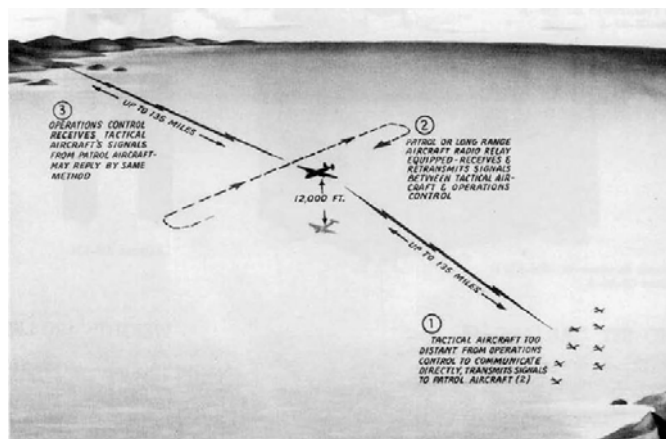
Det fanns problem med röret RCA 832 som utnyttjades som 2:a tripplare och slutrör. Men framförallt hade kopian av den engelska motoromformaren blivit misslyckad. En fungerande nydesignad omformare var klar i december 1942. Bidragande till problemen var att ARL inte hade erfarenhet och kompetens inom det nya frekvensbandet eller ens test- och mätutrustning. Det var ytterst få i USA som före kriget ägnat sig åt frekvenser över 100 MHz.

Varianter av SCR-522

För framskjuten landbaserad flyg- och stridsledning utvecklades en flygtransportabel variant av SCR-522 som kallades SCR-624. Förbindelseavstånd vid fri sikt till flygplan var ca 20 mil. En annan variant av SCR-522 var AN/CRC-1, som kunde fällas med fallskärm. Även en modell togs fram i mindre moduler och som kunde bäras av flera fallskärmsjägare och sen sättas ihop till en komplett radio. SCR-522 fanns även i en 12 V-version, SCR-542, för fordonsmontering.

Versionen från 1943 benämndes SCR-522 A eller SCR-522 T2. Dessa var exakt lika, så när som på märkskyltarna. Samma gäller för 14 V fordonsversion SCR-542 A och SCR-542 T2. Det är matningen av motoromformaren som skiljer. Underenheter följer samma namnsättning.

De stationer som engelsmännen köpte av Bendix fick dubbla märkskyltar, en skylt med amerikanskt serienummer och en skylt med engelskt serienummer. Engelsmännen kallade sin station T5043.



Amerikanerna utvecklade även en relästation AN/ARC-10 som bestod av sändaren BC-625-AM i en apparatlåda och mottagaren BC-624-AM i en annan. Vardera enheten var kopplade till en egen antenn AN-104. Mottagarens audio-signal kopplades via en anpassningsförstärkare till mikrofon-ingången på sändaren. Valfri kanal återutsände inkommande radiotrafik. Om flygplanet med relästationen befann sig på 3600 m höjd kunde ett avstånd på ca 45 mil överbryggas. Stationen kunde även användas som en normal SCR-522.

De första modifieringarna

Efter ca 40 000 exemplar modifierades brusspärren i mottagaren SCR-624-A

Motoromformaren PE-94 A/PE-98 A (48/14V) modifierades under 1942 och den stabila och köldtåliga varianten kallades PE-94 AM/PE-98 AM. Fysiskt eller servicemässigt var det ingen skillnad efter modifieringen.

Modifieringar september 1943 - mars 1944 SCR-522-AM:

Mottagaren BC-624-AM:

Ett nytt rör 12H6 införs för störningsbegränsning. Det nya steget klipper bort tändstörningar och andra kortare pulstyper. Det togs fram ett modifieringspaket för ombyggnad av BC-624-A. Andra modifieringar som görs är komponentbyten och mindre förändringar för att bland annat förebygga korsmodulation.

Sändaren BC-625-AM:

Potentiometern för mikrofonförstärkning ersätts med fasta motstånd. 1 kHz-ton kan nu sändas på vald kanal och inte bara D-kanalen.

Modifieringar oktober 1944 SCR-522-C

Mottagaren BC-624-C:

Förbättringar har skett genom att överhettade motstånd ersatts med parallellkopplade motstånd, det var tydligen svårt att få fram effektmotstånd. Störningsbegränsningssteget har förfinats. En kontakt för att koppla bort störningsbegränsaren har tillkommit för att underlätta trimning av mottagaren.

Sista LF-steget har försetts med motkoppling för att göra steget mindre känsligt för belastningsvariationer. LF-slutröret 12J5GT är utbytt mot 12A6. Även den automatiska volymkontrollen har förbättrats.

Brusspärkkretsen är förfinad och reläet borttaget, kretsen är nu helt elektronisk.

Handhavande

SCR-522 är inte bara en ren transceiver utan även en integrerad del av internkommunikationen i flygplanet. De fyra förinställda frekvenserna väljs i cockpit på en kanalväljare, vilket var en innovation.

Normalt användes kanalerna enligt följande:

A – Taltrafik plan till plan

Denna direktkommunikation med hög ljudkvalitet upplevdes som en stor fördel jämfört med tal på HF.

B – Taltrafik plan till flygledning

VHF löste det tidigare problemet att från marken nå till flygplan på höjder på mer än 1500 m över flygplatsområden på HF. För ledning på stora avstånd användes relästationer.

C – Homing

Homingfunktionen krävde en tillsats AN/ARA-8 och två antenner. När planet låg vänster i riktning mot landningsbanan morserades D och till höger ljud U i pilotens lurar. Med fast ton låg man rätt. Detta blev en föregångare till systemen för glidbaneindikering.

D – Direction finding – Pip squeak

Piloten kunde starta ett mekaniskt kopplingsur som styrde sändaren att skicka en tonmodulerad 1 kHz signal till VHF-stationer på marken. Uret ställde om kanalväljaren till kanal D och nycklade radion 14 sekunder en gång per minut. Markstationerna var sammankopplade med fast uppkopplade telefonlinjer och de mottagna signalerna sammanställdes i Flygvapnets trianguleringsstationer. Lägesdata skickades sedan till flygledningscentralerna. Max fyra skvadroner eller flygföretag kunde följas samtidigt.

Före start synkroniserades kopplingsuret och markstationerna fick hålla reda på vilket flygplan som sände när. Pip squeaken blev en första mycket enkel IFF-utrustning (Identification Friend or Foe). I senare modifieringar placerades kopplingsuret BC 608A på instrumentpanelen i cockpit. Piloten kunde nu se på en visare när han skulle bli avbruten i pågående radiotrafik. Den rasslande mekaniska avstämningen krävde frekvent förebyggande underhåll med oljekannan.

Operativa erfarenheter

Då fyra kanaler i vissa operativa sammanhang var för lite installerades ytterligare en station i avvaktan på ett åtta-kanalssystem, som var under utveckling i England.

Erfarenheterna från invasionen i Normandie hade visat på katastrofalt dålig samordning mellan markförband och flyg. Omvägen över otaliga stabers tidsfördröjningar och deras ”vi vet bäst filter” gjorde informationen helt oanvändbar. Sju veckor senare och inför St. Lô-kampanjen togs initiativ på

lägre nivå. Några ledningsstridsvagnar fick SCR-522 och direktkontakt skapades med flyget i luften ovanför. Flygarens spaning hamnade nu direkt där den skulle. Erfarenheterna spred sig och allt fler ledningsfordon vid fronten fick stationerna och samordnad bekämpning kunde göras mot tysk ofta överlägsen materiel.

Man visste på hög nivå att tyskarna redan vid krigets inledning hade direktkommunikation mellan flyg och ledningsfordon på marken men detta var inget man själv ville använda. Någon "high brass" ansåg till och med att det skulle förslappa initiativet på marken.

SCR-522 kom även till användning i slutfasen av kriget mot Japan i Stilla Havet. Fram till dess hade man fortsatt använda HF-stationen SCR-274 eftersom man där inte samverkade med engelsmännen.

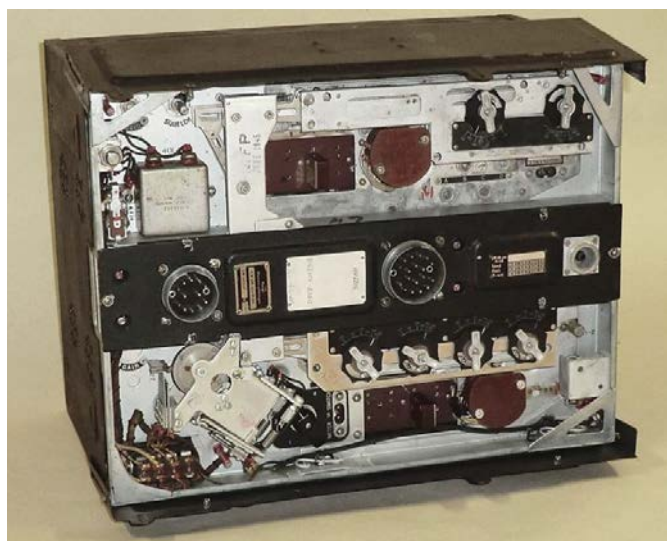
Sidoeffekter

Tysk luftförsvarsradar arbetade i VHF-bandet och deras system Freya blev ibland stört av bombplan med SCR-522. Ovetandes fungerade SCR-522 som störsändare innan de allierade kommit igång med avsiktliga störsändningar mot tysk radar. Flygare rapporterade att de själva var störda på vissa radiokanaler.

Efter kriget

Efter kriget fanns enorma mängder med flygplan och materiel som nu skulle säljas eller skrotas. Mellan 1945 och 1948 köpte Sverige 161 st P51 Mustang av de allierade. Planen användes antingen som spaningsplan S26 eller som jaktplan J26. I planen fanns SCR-522 installerade och den blev standardradio i flygvapnet.

Flygstaben hade varit negativ. Man hade precis lämnat långvåg och satsat på kortvåg. Flygförvaltningen gjorde prov med SCR-522 från i Sverige nödlandade flygplan och positiva erfarenheter från det nya frekvensbandet började sprida sig.



I och med att Mustangerna köptes beslutades att förse alla andra flygplan och markinstallationer med SCR-522 och det köptes ett stort antal surplusstationer för 19 dollar/st (ca 247 dollar idag). Stationen döptes till Flygradio FR-7. Frekvensbandet blev med tiden standard för allt flyg och

nödfrekvensen 121,5 MHz används fortfarande. När Flygvapnet köpte S31 Spitfire och J30 Mosquito från England 1948, fanns den engelska radion TR1143 installerad i en del av planen. Det var T1143 som varit modellen för SCR-522. TR1143 döptes till FR-9

Även Marinen köpte ett stort antal SCR-522 till fartyg och sin landorganisation. Stationerna modifierades genom åren och komponenter byttes ut mot nyare. Bland annat halverades kanalseparationen från 180 till 90 kHz. SCR-522 benämndes i Marinen 5W UK-station M/46 eller Sändtagare 310 och var i bruk ända in på 1960-talet.



När jag gjorde grundutbildning till gnist 1967 vid Karlskrona Örlogsskolor, hade 5-wattaren precis lämnat schemat. Den stackars ärrade radioförvaltaren, med transistorskräck i blick, försökte undvika våra frågor genom att låta OH-bilderna passera i snabb revy. Den nästan heltransistoriserade Ra800 från Philips hade 2400 25 kHz-kanaler, AM 10 W, FM 20 W och täckte 100,000-159,975 MHz. Vilket ryck!

Många länder som köpt allierat flyg efter kriget adopterade VHF som standard. Ett var Sovjetunionen som tillverkade en egen variant P-800. Den anpassades till ryska rör, men mekaniken är en ren kopia. Som hjälp till det Stora Fosterländska Kriget (WWII) hade Storbritannien och USA skickat mer än 13 000 flygplan till Sovjetunionen. Det fanns alltså gott om apparater att kopiera. En P-800 följde med i en polsk MiG-15 som exporterats till Australien. Intressant är att det fanns med en tillbehörslåda med 100 kristaller, 50 för sändaren och 50 för mottagaren. Före ett nytt flygföretag kunde man välja bland 50 frekvenser.

Översiktlig beskrivning av SCR-522

SCR-522 består av en mottagare BC-624 och en sändare BC-625. Här beskrivs översiktligt det som jag uppfattar som den ursprungliga versionen. Se källor för scheman i manualen.

Mottagare BC-624

Mottagare BC-624 är en superheterodyn som arbetar inom 100-156 MHz. Den har fyra kristallstyrda kanaler. Mellanfrekvensen är 12 MHz.

Ett för både mottagare och sändare gemensamt stegrelä väljer och växlar kanal och mekaniskt kopplas rätt kristall in i respektive oscillator, samt påverkar inställningar för ett antal avstämningskondensatorer i radion. När mottagaren skall servas frikopplas inställningsmekanismen mekaniskt och kan lyftas ur apparatlådan.

HF-steget

HF-steget är uppbyggt runt pentoden 9003. Vid kanalbyte justeras vridkondensatorerna i galler- respektive anodkretsen till rätt frekvens av det mekaniska systemet.

Kristalloscillatorn

Ena halvan av dubbeltrioden 12AH7GT fungerar tillsammans med de fyra kristallerna som oscillator. För respektive kristall finns en trimspole med järnpulverkärna. De kristaller som inte är i bruk jordas. Oscillatorn arbetar inom frekvensområdet 8,00 - 8,72 MHz.

Övertongenerator

Oscillatorsignalen förstärks i trioden 9002 och anodkretsen är avstämd till elfte övertonen för att erhålla en mellanfrekvens på 12 MHz efter blandaren. Ytterligare ett 9002 förstärker och anpassar signalen till blandarsteget.

Blandaren

Blandarsteget består av en pentod 9003 vars gallerkrets är avstämd till rätt frekvens av det mekaniska systemet. Den mottagna frekvensen blandas med oscillatorns elfte överton och mellanfrekvensen erhålls. Mellanfrekvens MHz: $100(\text{in}) - (8(\text{kristall}) * 11) = 12$.

Mellanfrekvenssteget

Mellanfrekvenssteget består av fyra transformatorer som är avstämda till 12 MHz. Mellan dessa finns tre pentoder 12SG7. Vid sändning bryts anodspänningen till steget och ingen signal kommer vidare till detektorn.

Detektor och 1:a LF och automatisk förstärkningsreglering

Mellanfrekvenssignalen detekteras i en dubbeltriod-pentod 12C8. Rörets pentodel används som 1:a lågfrekvenssteg. I steget genereras även AVC-spänningen för förstärkningsreglering. Denna spänning styr HF-, 1:a och 2:a MF-stegen.

2:a LF effektförstärkare

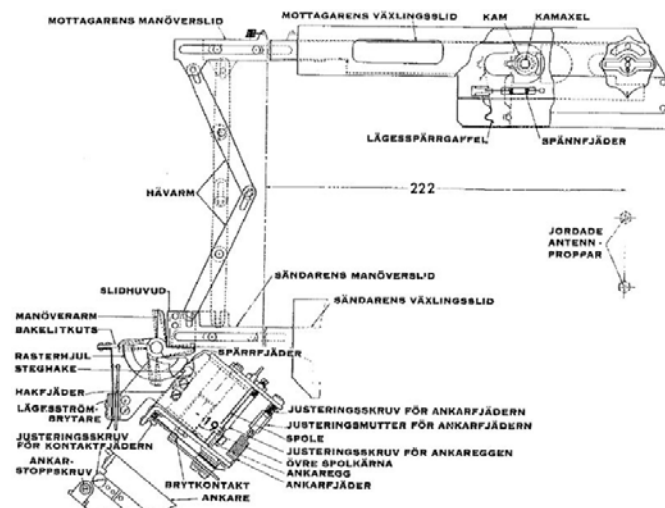
Som effektförstärkare används trioden 12J5GT. Utgångstransformatoren är avsedd för impedanserna 4000, 300 och 50 ohm.

Brusspär

När bärvåg detekteras tas signal från detektorn till oscillatorns lediga triodhalva. Här förstärks signalen och styr brusspärreläet. Tröskelvärdet kan justeras med en potentiometer. Potentiometern är inte åtkomlig för piloten.

Sändare BC-625

Sändare BC-625 arbetar inom 100-156 MHz. Sändaren är amplitudmodulerad och levererar 8-9 W A2 1 kHz-ton eller A3 telefoni.



Ett för både mottagare och sändare gemensamt stegrelä väljer och växlar kanal och mekaniskt kopplas rätt kristaller in i respektive oscillator, samt påverkar inställningar för fyra avstämningskondensatorer i dubblar-, tripplar- och slutsteg. När sändaren skall servas frikopplas den mekaniskt och kan lyftas ur apparatlådan.

Oscillator

Oscillatorn är uppbyggd med en pentod 6G6G som svänger på en av de fyra valda kristallernas grundfrekvens. Anodkretsen är avstämd till andra övertonen och utnivån justeras av det mekaniska systemet. Ej inkopplade kristaller jordas.

1:a och 2:a trefaldarsteget

För att komma upp i rätt frekvens kommer därefter två steg som vardera trefaldigar frekvensen. 1:a steget består av en pentod 12A6 vars anodkrets är avstämd till kristallens sjätte överton. 2:a steget består av en push-pullkopplad sändartetrad RCA 832 med avstämd anodkrets till kristallens 18:e överton.

Resultatet blir (MHz): $8(\text{kristall}) * 2 * 3 * 3 = 144$.

Slutsteg

Slutsteget är en push-pullkopplad RCA 832. Uteffekten är ca 8-9 W.

Talförstärkaren

Pilotens mikrofon är kopplad till talförstärkarröret 6SS7. Steget ingår även i internkommunikationssystemet i flygplanet. Radiomedhörning är möjlig för övriga besättningsmedlemmar.

Modulator

Modulatorn är en push-pullkopplad förstärkare med pentoden 12A6 och kopplade till en modulationstransformator. Modulering sker i skärmgaller- och anodkretsarna i de båda RCA 832-rören.

Förkortningar

AAF: US Army Air Corps. Senare US Air Force.

ASC: US Army Signal Corps.

ARL: Aircraft Radio Laboratory vid Signal Corps, Wright Field Dayton OH

SCR-xxx: Signal Corps Radio-xxx

Källor:

History of Signal Corps, The Emergency to Dec 1941. US Army Washington D.C. 1994

History of Signal Corps, The Test Dec 1941 – July 1943. US Army Washington D.C. 1957

History of Signal Corps, The Outcome mid 1943 through 1945. US Army Washington D.C. 1991

Electronic Warfare Against The Axis.
www.vectorsite.net/ttwiz_08.html

Command Set Story, Gordon White, CQ November 1964.
www.rafcommands.com/forum/showthread.php?1110-Pips-Squeaks-ZZ-Landings-amp-D-F-Homings

www.506thfightergroup.org/vlrhistory.asp

www.qsl.net/vk2dym/radio/russiana.htm

Manual SCR-522. www.sm7ucz.se/SCR522/SCR522.htm
Här finns scheman m.m.

Militär Flygradio 1916-1990, Försvarets Historiska Telesamlingar.

Marinens UK-materiel, 1930-1990, Försvarets Historiska Telesamlingar

@



Elektrisk repetition för högskoleingenjörsk- studenter

- av Michael Josefsson, SM5JAB -

Hur presenterar man grundläggande elektriska begrepp på bästa sätt? Hur kan man levandegöra ämnet? Varför uppfattas innehållet ofta som abstrakt och svårt? Frågorna ställer sig säkert var och en som haft amatörradiokurser för nybörjare.

I denna artikel redogörs för ett upplägg som används under första terminen på högskoleingenjörsutbildningarna i Elektronik och Datorteknik på Linköpings tekniska högskola. Det är min förhoppning att innehållet kan inspirera och användas även i olika radioklubbars utbildningar.

Bakgrund

I gymnasiets fysikkurs förekommer bland annat begrepp som kraft, massa, cirkulär centralrörelse, fältstyrka, gravitation, Ohms lag, tryck, kommunicerande kår, atomfysik med mera. Jo, Ohms lag var med där, men ägnas inte någon särskild uppmärksamhet. Det märks tydligt bland mina studenter vilka som haft fysiklärare som gillade elektronik och vilka som inte haft det. Ohms lag är så klart känd men inte mer än att "om man ger en student ett motstånd med en viss ström genom, kan han räkna ut spänningen över det". Resultatet är att de elever som antas till högskolan generellt saknar vana att hantera begrepp som ström, spänning och resistans. Det tillhör undantagen att en nybliven student på våra ingenjörskprogram (detta gäller både högskole- och civilingenjörskprogrammen) har någon särskild kunskap eller erfarenhet av "elektricitet" i allmänhet och elektronik i synnerhet. Detta är olyckligt då elektriska begrepp är viktiga i alla ingenjörskutbildningar.

För att underlätta inför kommande kurser inom el och elektronik har de båda högskoleutbildningarna i Elektronik (EL) och Data (Di) vid Linköpings Tekniska Högskola försetts med en inledande så kallad "strimma" med elektriska grunder. Det är kursen Digitalteknik, som går under första läsperioden, som utökats med även visst analogt innehåll. Strimman är en direkt förberedelse för att bättre kunna ta till sig kursinnehållet i de kommande kurserna Datorteknik och Mikrodatorprojekt. I den förra laborerar man i assembler på ett hårdvarunära sätt och kommunicerar med omgivningen via I/O-portar, tryckknappar, A/D-omvandlare och lysdiodsmatriser bland annat. I den senare, projektkursen, designar en grupp om fyra studenter en mikroprocessorstyrd konstruktion, från lösa komponenter till fungerande apparat, under en

tid av sex veckor. Konstruktionen innehåller bland annat två mikroprocessorer, busskommunikation (ofta SPI- eller I2C-buss), logikkretsar, LCD-displayer m.m.

Det är tydligt att en tidigare kontakt med elektronikkomponenter är av stor nytta för studenternas framfart i dessa kurser. Redan erfarenheten att överhuvudtaget koppla signaler och matningsspänningar har visat sig underlätta. Att felsökning alltid är en inte obetydlig del av en konstruktions tillkomst behöver knappast påpekas och att all form av felsökning underlättas av bekantskap med komponenter och elektronik är också välbekant. Strimman pågår under halva terminen varför studenterna inte vid något tillfälle tillåts släppa de hanterade begreppen.

Begreppen måste vara levande i tal och skrift hela tiden! Effekten av detta är påtaglig: Efter några veckor märks att även de initialt mest ovana studenterna nu raskt greppar multimeteren för att genomföra mätningar. Man hör också att diskussionerna mellan studenter och studentgrupper med tiden innehåller mer substans och upplevs som mer "ingenjörsmässiga".

Utformning

Kursmomentet är i huvudsak en laborationsserie med tre inledande teoretiska föreläsningar innehållande elektriska grunder och repetition. Föreläsningarna spänner över ett brett område och fungerar för vissa studenter som en uppfräschning av tidigare kunskaper medan de för andra är mer nytt och på sätt och vis en "kalldusch".

Föreläsningarna är uppdelade i de båda huvudtemana Likspänning och Växelspänning. Likspänningsinnehållet behandlar begrepp som:

- ström
- spänning
- effekt
- ideala ström- respektive spänningskällor
- potentialvandring
- serie- och parallellkoppling
- inre resistans
- tvåpol
- multimeter
- motstånd och färgmärkning
- toleranser

Växelspänningsavsnittet innehåller kortare teori mest för att kunna förstå vad man kan tänkas se på en oscilloskopskärm:

- kurvformer
- medelvärde
- toppvärde och effektivvärde
- stigtid, falltid,
- tidskonstant
- begreppet decibel
- bandbredd
- kondensator
- impedans av R och C
- oscilloskopet

I samband med denna föreläsningsserie förs de laborativa avsnitten i form av ett antal korta tvåtimmarslaborationer. Målet för laborationerna är att:

1. presentera och exemplifiera de teoretiska begreppen,
2. få studenten att läsa schema, koppla elektriskt, hantera multimeter samt
3. ta upp en mätserie och
4. att redovisa vad man gjort i en rapport.

Medan laborationer på Linköpings tekniska högskola normalt spänner över fyra timmar och innehåller ett antal olika moment, har laborationerna i denna strimma med avsikt valts både kortare och mer direkta. Tanken är att studenten skall kunna koncentrera sig på endast *en* uppkoppling, *en* mätsituation och *en* mätserie under hela laborationen. Förhoppningen är att fokus och fördjupande diskussioner lättare skall kunna hållas ihop med detta upplägg.

Rapport

Varje laboration avrapporteras med en blott tvåsidig rapport med fokus på mätsituationen, uppmätta mätserier, diagram och någon form av slutsats. Jag skriver "någon form av slutsats" då denna slutsats kan variera högst avsevärt beroende på studentens förkunskaper. I detta skede av utbildningen är studenterna fortfarande lite "gymnasiala" varför slutsatserna emellanåt kan vara rätt överraskande! Den personliga återkopplingen genom bedömning och diskussion vid retur av rapporten får i detta läge inte undervärderas. Tvåsidesformatet valdes för att tvinga innehållet att vara koncentrerat och genomtänkt. Rapportens mål är att beskriva laborationen, inte nödvändigtvis innehålla en komplett teoretisk underbyggnad. Rapportens mål har sagts vara "skriv så mycket så att du eller en kompis förstår vad som hände på laborationen – om ni får rapporten om ett år!". Innehållet avgörs alltså av studenten och det är viktigare med kvalitet än kvantitet. Trots dessa ganska lösa tyglar bedöms rapporten utifrån ett tekniskt perspektiv och riskerar att underkännas vid uppenbart felaktiga slutsatser, osammanhängande resonemang, felaktiga mätresultat och undermåliga diskussioner. Rapporten innehåller typiskt schema över mätsituationen, mätpunkter, mätserie, diagram och slutsatser.

Omfattning

Laborationerna följer en progression vad gäller detaljnivå i labbhandledning såväl som komplexitet i laborationsuppgiften. Från att initialt enbart mäta spänning med multimeter avslutas serien med lödning av en egen tonkontrollbyggsats och oscilloskopmätningar för att bestämma frekvensgång hos denna. Laborationernas syfte är främst att låta studenten vänja sig vid att utföra disciplinerade noggranna mätningar, diagramritning, känsla för Ohms lag samt en hel del praktiskt hanterande av multimetern i olika mätsituationer.

De sex laborationerna var höstterminen 2013 dessa:

Lab 1.

Spänningsmätning för att utröna vilka nivåer 5 volts TTL-logik har för digital etta respektive nolla. Det är inte helt ovanligt att man betraktar digitalteknikkursen som en närapå enbart teoretisk-matematisk övning med abstrakta digitala ettor och nollor. I laborationen synliggörs de digitala signalernas analoga verklighet, något som är tydligt välgörande för studenternas kunskaper. Kretsarna är försedda med hysteres, vilket är ett obekant begrepp och åtminstone i vissa fall leder till en "Aha, det är så det fungerar, vad smart!"-kommentar från studenterna.

Lab 2.

Laborationen utgörs av en potentialvandring längs en motståndstråd. Studenten vet sedan föreläsningarna hur resistansen hos en tråd beror på resistiviteten, trådarean och trådlängden. Laborationsuppgiften är att ställa in och mäta upp en förutbestämd ström genom tråden och sedan mäta potentialen längs tråden i ett antal olika positioner. Resultatet skall redovisas i ett diagram som då visar hur potentialen avtar lineärt med positionen längs tråden. Linjens lutning i diagrammet är konstant och visar att strömmen är konstant i tråden.

Lab 3.

I denna laboration tar man upp samhörande värden på ström genom och spänning över en 6 V glödlampa. Mätningarna resulterar dels i tabellerade mätvärden på glödlampans resistans under olika driftsbetingelser från kall till fullt lysande lampa, dels i en skattning av lampans temperatur vid dess märkspänning. Volframtrådens resistivitet som funktion av temperatur är känd sedan föreläsningarna och den slutligen beräknade temperaturen hos den lysande glödlampen förvånar de flesta laboranterna.

Lab 4.

Här bekantar man sig med det viktiga begreppet *inre resistans* genom om att mäta på ett 1,5 V batteri.

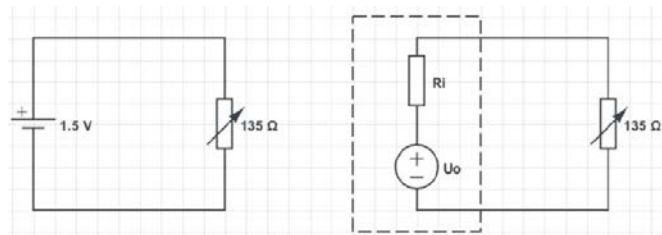


Bild 1. Uppkoppling för att bestämma ett batteris inre resistans. Verklig uppkoppling och ekvivalent krets.

Man ser batteriet som en svart låda innehållande en Thévenin-ekvivalent och med mätningarna som grund ritar man diagram för att bestämma ekvivalentens tomgångsspänning och kortslutningsström. Inre resistans visar sig vara ett ofta svårgreppbart fenomen och en stor del av laborationstiden resulterar i intressanta diskussioner.

Lab 5.

I laborationen används för första gången ett oscilloskop för att utföra mätningar. Som mätobjekt används en oscillator vilken består av en RC-återkopplad schmitt-trigger ur LS-TTL-serien.

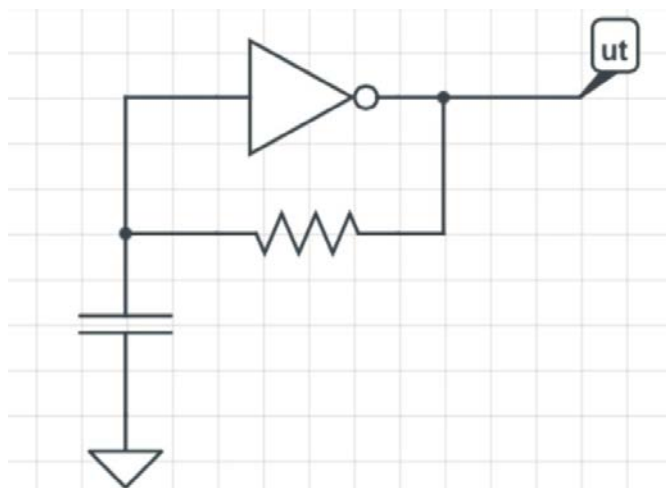
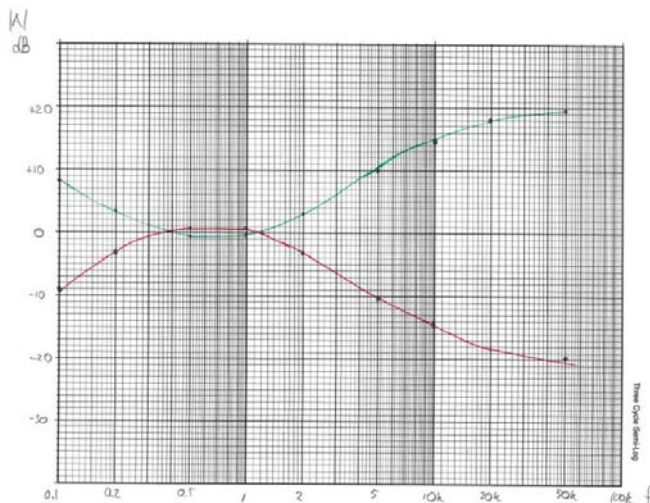


Bild 2. RC-oscillator för första växelspänningsmätningen med oscilloskop.

Förutom oscilloskopet introduceras begreppet *återkoppling* som en nödvändighet för att underhålla oscillationen. Här används kondensatorn för första gången och flera diskussioner uppstår om hur den egentligen kan uppföra sig som den gör.

Lab 6.

Före detta laborationstillfälle fördes studenten med en lödstation, lödtenn och en tonkontrollbyggsats från Velleman (K8084). Studenten förväntas löda ihop tonkontrollen före laborationstillfället. För lödningens skull finns två kortare videoavsnitt som visar hur man kan gå tillväga.



Resultande frekvensgång

Laborationshandledningen innehåller, förutom lödanvisningar, en beskrivning av kretsens funktion med dess schema som grund. Beskrivningen hålls på en normal teknisk nivå, dvs. avgjort högre än kursen hittills. Däremot innehåller den inga matematiska konstruktionsgrunder. Avsikten vid det här laget är flerfaldig: I bästa fall hoppas vi att studenten lär sig uppskatta elektronik, få komponentkännedom (motstånd, potentiometer, phono-kontakt, kondensatorer av olika slag m.m.), få löderfarenhet, känna bygg-glädje, göra något "eget", läsa schema, diskutera laborationen med kompisar, tillämpa teorin så här långt, förstå att man kan ha plus/minus-matning, se operationsförstärkare i en konstruktion, kunna koppla in tonkontrollen till den egna stereon bland annat.

Vid laborationstillfället utförs mätningar i frekvensplanet på en tonkontrollbyggsats. Signalen påförs med en tongenerator och resultatet avläses som topp-till-topp-spänningar på ett oscilloskop. Resultatet presenteras sedan i laborationsrapporten i form av ett lin-/log-diagram med bas- respektive diskantthävning i decibel som funktion av frekvens.

Resultat

Efter kursutvärdering stärktes min egen uppfattning att konceptet detta år "köptes" mycket väl av studenterna. Det är däremot en rätt hög arbetsbelastning, kanske inte så mycket under de olika laborationerna som efteråt med rapporten. En del studenter menar att de ägnat både 4 och 6 timmar åt rapporten, men 3-4 timmar är nog mer vanligt. Som läsare av samtliga rapporter märker jag tydligt hur begreppen och resonemangen förklaras bättre mot slutet av laborationsserien. Medelnivån på rapporterna har tydligt ändrats till det bättre under laborationsseriens gång.

Epilog

Det är tydligt att ett sådant här kursinslag tjänar bland annat två syften: Det ökar kunskapen om den analoga elektroniken, och det ger studenten en känsla om han eller hon valt rätt program.

Högskole-Sveriges marknadsföring gentemot gymnasiet poängterar sällan det hårda arbete som väntar vid universitetet. Studenterna har oftast inget emot hårt arbete men det måste vara inom ett område som känns relevant. Det är min fasta övertygelse att kurser av detta slag, som presenterar vad som komma skall, är väsentliga för att få studenten att fundera på om rätt program valts. Ett felval som visar sig först efter flera år är en olycklig felsatsning både för universitetet och studenten. Teoriavsnitten och laborationerna torde kunna användas som ett första led i en utbildning även i ett amatörradiosammanhang. Kraven på laborationshårdvara är modesta och huvuddelen av den finns troligen redan befintligt inom radioklubben.

@



Månadens mottagare Philips BX-925

- av Karl-Arne Markström, SM0AOM -

Den sextonde artikeln i serien handlar om en ganska typisk 50-tals trafikmottagare med nordiska rötter.

Situationen på 50-talet

Man kan säga att åren fram till slutet av 50-talet var en period av stagnation när det gäller trafikmottagarnas utveckling. Med undantag av Collins som med sina 51J, 75A och R-390(A) hade mutat in den mer avancerade delen av marknaderna, så fortsatte de flesta tillverkarna i gamla hjulspår. Det fanns en förhärskade arkitektur i mottagarkonstruktionerna, vilken kunde härledas direkt ur ett framgångskoncept som i sin tur byggde på traditionerna från National HRO, RCA AR-88 och Hammarlund Super-Pro. Snart sagt alla tillverkare av elektronik och radio utvecklade någon form av trafikmottagare efter denna mall.

Philips engagerar sig

Det stora elektronikkonglomeratet Philips ville inte vara sämre, och deras företagsledning lade ut projektet till sin danska filial i Köpenhamn. Den ansvarige för konstruktionen blev den inte alldeles okände radioamatören och civilingenjören Börge Otzen, OZ8T (SK). När konstruktionsarbetet började 1953 ville man använda de modernaste komponenterna och rören i sortimentet. På OZ8T:s ritbord togs då en konstruktion form, BX-925, som i princip var en modernisering av AR-88 eller Super-Pro SP-400X.

En annan mottagare som konceptmässigt är mycket lik BX-925 är den samtida Standard Radio SR25. Den Köpenhamnsbyggda prototypen till BX-925 återfinns efter att gått genom många händer i samlingarna å Stureby Radio.

Kretslösningen

Kretslösningen innehöll ”det vanliga” för denna tid;

- Två HF-steg med 6BA6/EF93
- Blandare
- Separat oscillator
- Kristallfilter
- Tre MF-steg på 735 kHz
- Dioddetektor
- Förstärkt AVC
- Beatoscillator
- Kristallkalibrator
- LF-steg med 2 W uteffekt

Något mer ovanligt var att nätdelen var elektroniskt stabiliserad med ett serierör. Ännu mer ovanligt var att

avstämningen kunde ske med motordrift, en liten grammofoonmotor var anordnad så att den drev avstämningsaxeln åt det håll som operatören hade satt den i rörelse. När operatören tog i ratten eller ändläget uppnåddes stoppades motordriften.



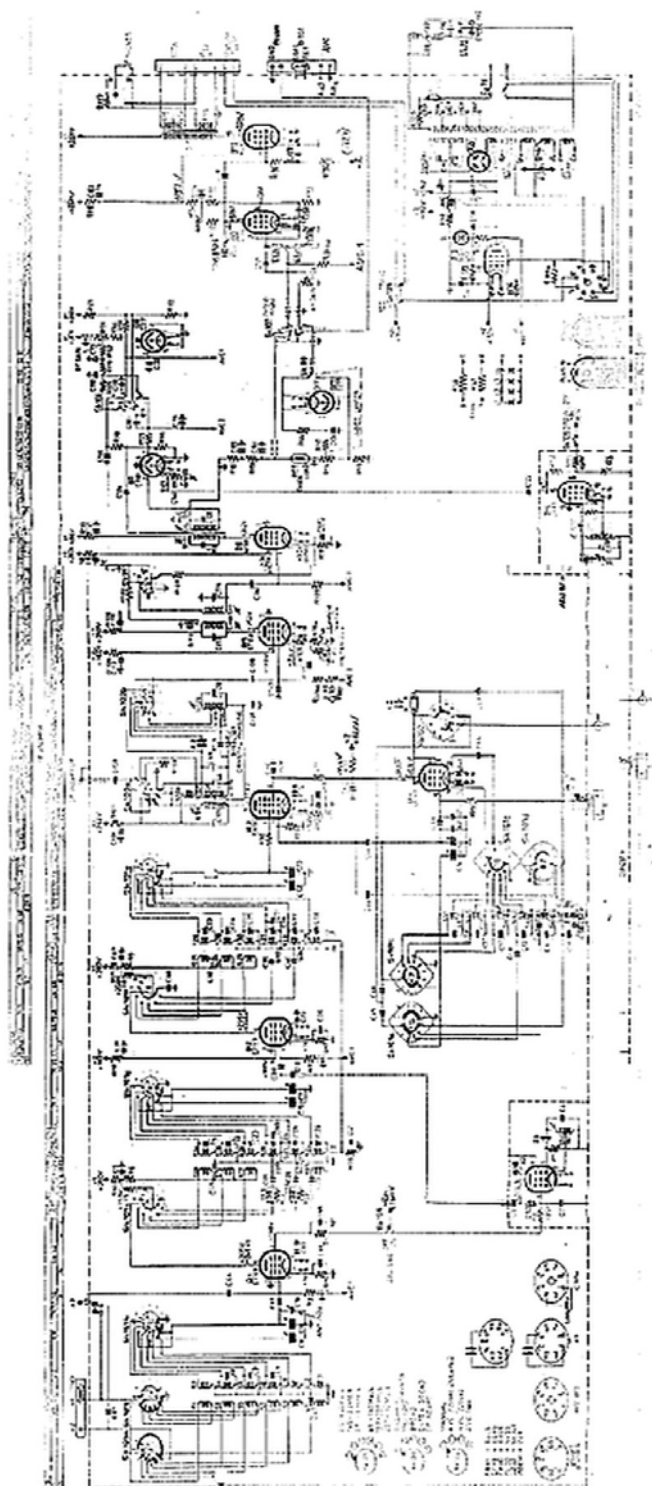
Philips mottagare BX-925

Mottagarens uppbyggnad

Komponenterna valdes utifrån Philips sortiment för professionell användning, de tjärdoppade papperskondensatorerna och de kullagrade vridkondensatorerna gör ett framträdande intryck. Det används också runda permeabilitetsavstämda MF-transformatorer som var högsta mode i mitten av 50-talet.



Interiör av BX-925. Observera grammofoonmotorn i mitten.



Schema för BX-925

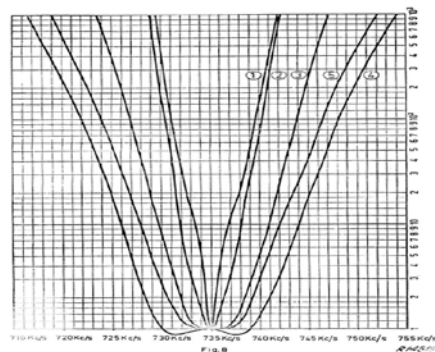
Kretslösningen bygger på mycket beprövade koncept och använder sig av elektriska och mekaniska konstruktioner som varit med sedan 1930-talet. Skillnaden är främst miniatyr-rören och byggsättet.

Prestanda

Frekvensområde: 210-540 kHz, 1,45-3,6 / 3,5-9,1 / 9,1-13,7 / 13,7-20,7 / 20,7-32 MHz

Känslighet: < 5 µV

Selektivitet vid -6 dB: 13 / 6 / 2,6 / 0,9 kHz



Selektivitetskurva för BX-925

Användning av BX-925

Mottagaren blev inte oväntat en "stapelvara" hos holländska radioverksamheter. Företaget Radio Holland som hyrde ut både fartygsradiostationer och vidhängade telegrafist enligt Marconi-bolagets mönster använde genomgående BX-925 i sina stationer avsedda för större handelsfartyg. Även olika fasta radioverksamheter som kuststationer och militära stationer använde mottagaren. Den danska armén använde också mottagaren i olika konfigurationer. Dock blev mottagarens sejour ganska kort, den är inte avsedd för SSB och kräver en yttre stabiliserad oscillator, IGO, för att klara stabilitetskraven som fast trafik ställer.

Philips svenska filial byggde dock ett antal diversitetssystem med BX-925 och IGO åt det norska Telegrafverket med Rolf Grytberg, SM5PL (SK) som projektledare. Den tilltänkta försäljningen till radioamatörer uteblev emellertid, mottagaren gav AR-88-prestanda till ett pris av drygt 2500 kr i mitten av 1950-talet.

Efterföljare till BX-925

Philips använde kretslösningen till BX-925 i en efterföljande mottagare, 8 RO 501, som i princip är samma apparat med ett lätt moderniserat yttre och en produkt-detektor. 8 RO 501 såldes i några exemplar till Finland och i Danmark.



Mottagaren 8RO501

Nästa spalt

Nästa spalt kommer att behandla Telefunkens "Baustein-empfänger" E1260Z

Referenser och litteratur

[1] Fred Osterman "Communications Receivers" 3:e upplagan 1997

[2] John Schröder "Kortvågshandboken" 1958

@

tekniska notiser



- sammanställs av redaktionen -

Fixturer

Att hålla fast småsaker när man skall jobba med dem är något som alltid ställer till problem. I nästa alla teknikers verktygslådor finns diverse inköpta och egentillverkade fixturer och hållande verktyg. För min egen del använder jag alltifrån magneter, tvättklämmor, krokodilklämmor och gummiband på olika sätt för att skapa en tredje hand när det behövs. Ett par av de flitigast använda fixturerna är en lätt modifierad "tredje hand" inköpt på Kiviks marknad för många år sedan.

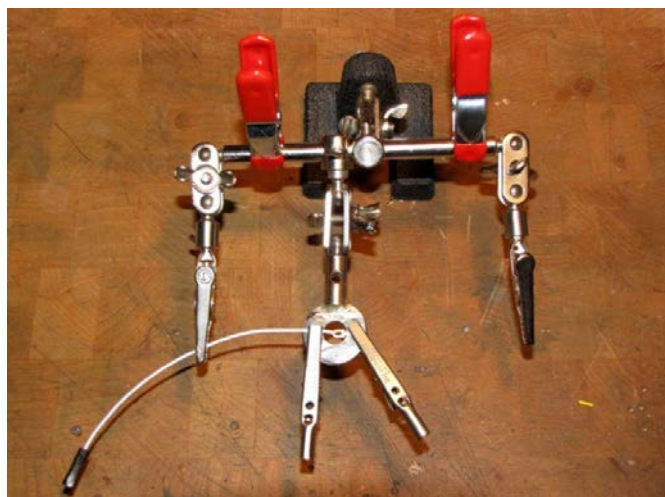


Bild 1

Modifikationen består av ett litet verktyg med en rostfri bricka hårdlöd på en axelbit så att den passade på fästet för förstoringsglasat. Den använder jag när jag skall löda små kontaktelement eller om jag skall skarva två tunna trådar snyggt.



Bild 2

Den andra fixturen är också mångsidig, den ropade jag in på en Tradera-auktion och den har blivit flitigt använd. Jag använder den i princip för två olika saker: att bocka tråd och att göra små kabelstammar. Innan jag hade denna platta som är en 10 mm aluminiumplåt och ett antal rostfria pinnar så använde jag en träplatta med spik, nackdelen med den var att spikarna var jobbiga att flytta. Med en hålplatta som denna kan jag enkelt skapa vilka former jag vill på några sekunder.

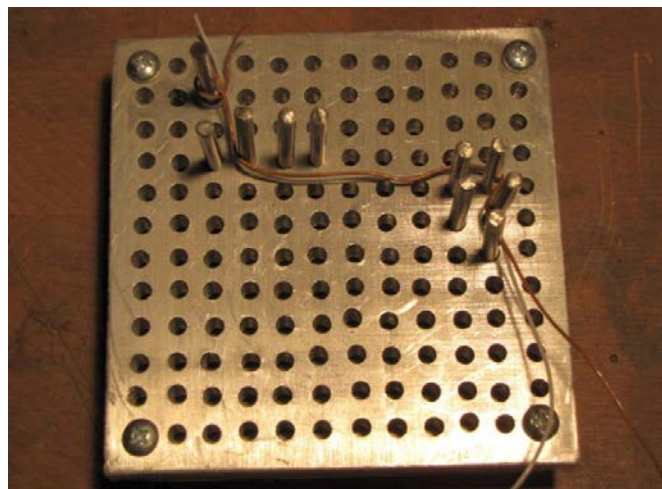


Bild 3

Det var några av mina specialare, vad har du för specialare i din verktygslåda?

Kent Hansson SM7MMJ

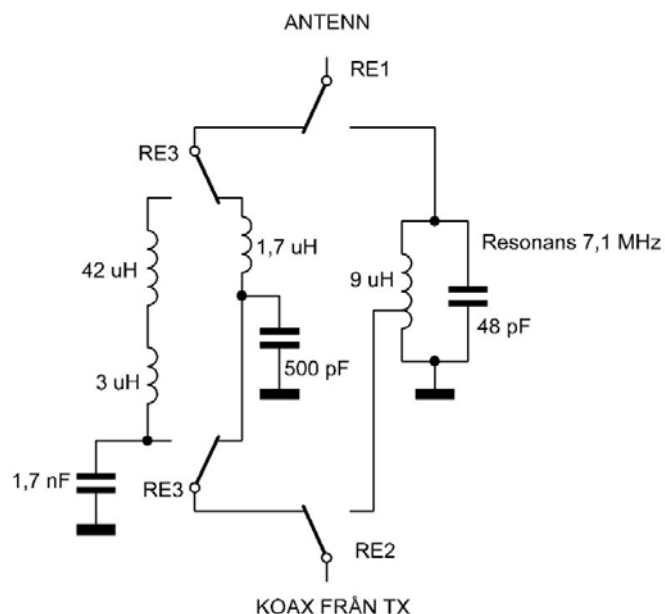
Impedansanpassare för vertikalantenn

Jag har i en björk satt upp en 18 m hög trådvertikal av plast-isolerad FK-kabel som används på tre band och har tio jordlinor 20 m långa.



Matarkabeln är 45 m RG-11 som är ansluten till en anpassningslåda vid trädet.

Antennen är resonant på 3,58 MHz med impedansen 44 ohm och ett L-filter anpassar den till 75 ohm. Med ett tvåpoligt relä inkopplas en stor induktans på 42 μ H i serie med antennledningen för att ge resonans på 1,83 MHz, matningsimpedansen är där 23 ohm som med L-filter anpassas till 75 ohm.



Spolen på 9 μH till höger utgör med 48 pF-kondensator en parallellkrets för 7,1 MHz, antennen som är ca en halvvåg lång på 40 m-bandet har hög ändimpedans och ansluts till toppen av kretsen genom ett relä med keramisk isolation. Ett annat men mindre relä kopplar koaxialkabeln till ett uttag på spolen fem varv från jord.

L-filtren beräknades med gratisprogrammet RFSIM99 och kondensatorvärdena justerades därefter med hjälp av en MFJ-269. Reläerna styrs via en tvåtrådsledning och koaxialkabelns skärm utgör returledare. Det behövs 660 pF i serie med antennen för att få hygglig anpassning vid 3790 kHz, ett relä för detta kanske jag sätter in framöver.

Jag konstaterade att det fanns HF på kabelns utsida vid stationsplatsen, en bifilärlindning på ferritstav avhjälpte detta, men ett mantelströmsfilter vid trädroten kanske skulle göra nytta.

Lennart Nilsson SM5DFF

@



ENG TENNA 3, ännu ett antennexperiment

- av Bertil Lindqvist, SM6ENG -

I ESR Resonans, nummer 2 och 3, 2013, beskrev jag en vertikalt hängande loop-antenn, ENG TENNA. I artikeln ingick resultat från simuleringar med NEC omsatta och utprovad i praktiken. Jag påvisade att man kan få en "enkel" trådanterenn att gå på många amatörradioband med bra verkningsgrad – utan förlängningsspolar, spärkkretsar och motstånd som försämrar verkningsgraden.

ENG TENNA 3 är en fortsättning på detta tema. Det finns gott hopp om att även ENG TENNA 3 går att använda på hela eller delar av banden 3,5, 7, 14, 18, 21, 24 och 28 MHz. Jämfört med ENG TENNA så är ENG TENNA 3 betydligt lättare att sätta upp men antennen kräver också relativt stort utrymme. Har man utrymme så bör den vara en attraktiv antenner.

Denna gång redovisar jag bara underlaget för framtagningen av antennen och lämnar därmed utrymme för fortsatta experiment. Förutom sedvanliga beräkningar i NEC så omfattar konstruktionsarbetet att ta fram en matning av antennen som ger en hyfsad anpassning mot en transceiver på alla angivna band utan att introducera alltför mycket förluster.

Målsättning/förutsättningar

1. SVF bör inte överstiga 3 vid anslutningspunkten till riggen, inom angivna frekvensområde. För ett SVF <3 bör man klara anpassningen mot antennen med en inbyggd tuner. Använder man slutsteg med pi-filter så tror jag att ett sådant klarar av ungefär samma impedansområde.
2. Totala förluster (inklusive tillskottsförluster) bör inte överstiga 2 dB.
3. Det förutsätts att antennen matas med koaxialkabel. Att mata en antenner via en stege och en balanserad antennavstämningseenhet är en mycket bra lösning såvida det inte finns risk för att närliggande störfält. Använder man matning via stege och en bra balanserad antenنانpassnings-enhet kan man mata nästan vilken antenner som helst och då finns inte samma motivation att ta fram en ENG TENNA.

Antennelementet

Antennelementet utgörs av en likbent oliksidig triangel-formad loop där vinklarna är ca 40, 70 och 70 grader mellan benen. Total trådlängd är ca 85 meter. Den oliksidiga formen

är vald för att ge något bättre anpassning på nämnda frekvenser. Det ingår inga spolar eller motstånd vilket innebär att antennelementets verkningsgrad är mycket nära 100 procent.

Det är viktigt att kontrollera att antennen ligger rätt i frekvens. En riktpunkt är att resonans skall erhållas på 14,28 MHz och om den inte gör det måste trådlängden justeras. Antennelementets impedans mäts i matningspunkten, till exempel med en MiniVNA PRO. Resonans innebär att imaginärdelen skall vara noll men det innebär inte att impedansen skall vara 50 ohm! Därför går inte detta att kontrollera med en vanlig SVF-meter.

Fysiskt utförande

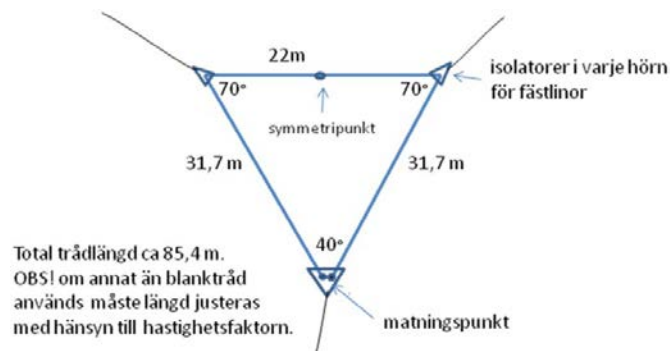


Bild 1

Antennelementets resonanspunkter

Antennelementet har resonanspunkter som ligger inom flera av våra HF-band 3,5, 7, 14, 18, 21, 24, och 28 MHz och några som ligger mycket nära – se tabell 1. Vid sidan av resonanspunkterna kommer det reaktiva motståndet att öka med frekvensen medan den resistiva delen är relativt konstant vid måttlig frekvensändring. Tabell 1 visar att impedansen vid resonanspunkterna varierar från ca 60 till 260 ohm. Detta är baserat på simuleringar i NEC. Värdena ger en indikation om att det kanske går att anpassa sig mot antennen med hjälp av en inbyggd tuner om man transformerar ner dessa impedanser 2-3 gånger. En inbyggd tuner brukar klara ett impedansområde på ca 15-150 ohm. Men givetvis måste den även klara av att ta hand om imaginärdelarna utanför resonanspunkterna. Använder man en extern anpassningsenhet så lär det inte bli några problem eftersom en sådan klarar ett större impedansområde. Oavsett vilket, så är det bra att man inte har högt SVF på koaxialkabeln vilket både ökar förlusterna och minskar den effekt som kabeln klarar av.

Resonansfrekvens [MHz]	Impedans [ohm]
3,69	60
7,23	245
14,28	108
17,84	202
21,33	268
24,85	193
28,42	162

Tabell 1. Antennelementets resonanspunkter och relaterad impedans (som är resistiv)

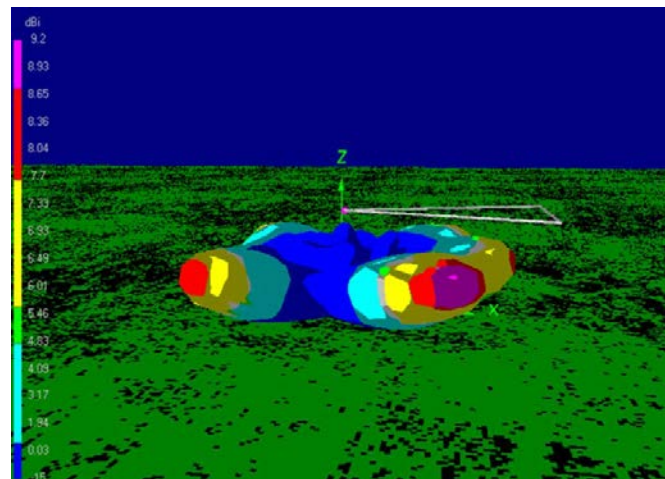


Bild 4. 14,2 MHz

Antenndiagram

Jag bifogar antenndiagram för ENG TENNA 3. De är baserade på NEC-simulering med antennen placerad 15 m över marken. Markens ledningsförmåga är satt till "average". Man skall inte dra för stora växlar på dessa diagram och de påverkas dessutom av hur antennen hängs upp – men de är kul att titta på.

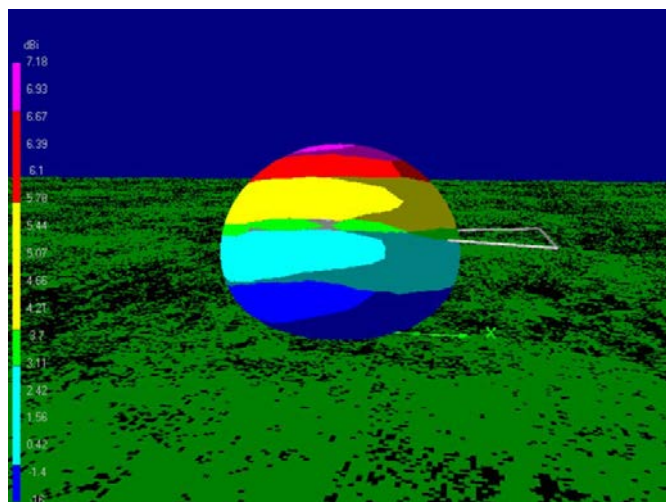


Bild 2. 3,7 MHz

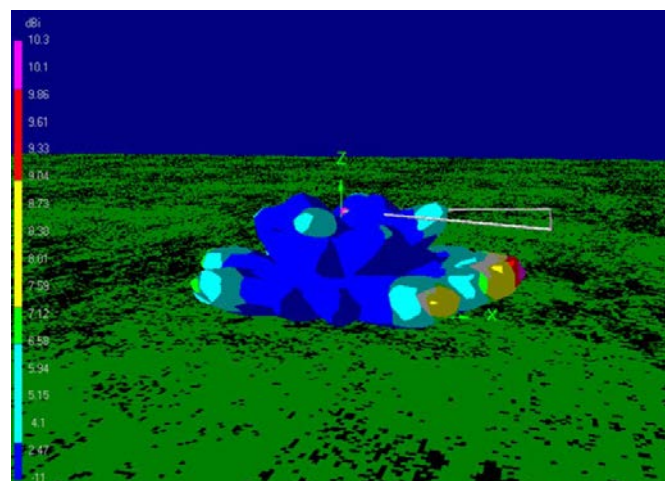


Bild 5. 18,1 MHz

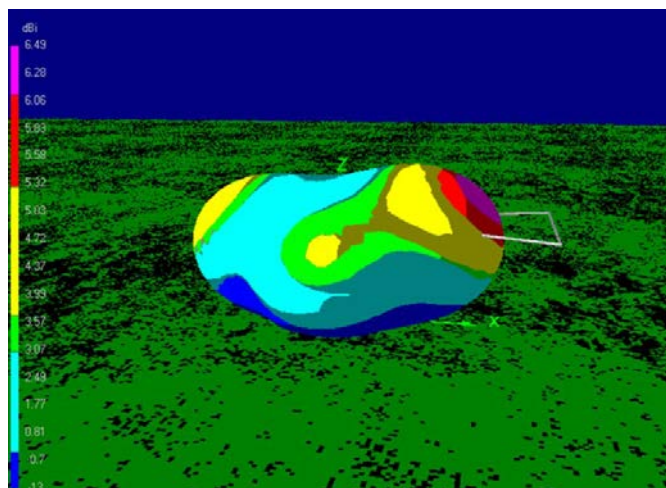


Bild 3. 7,1 MHz

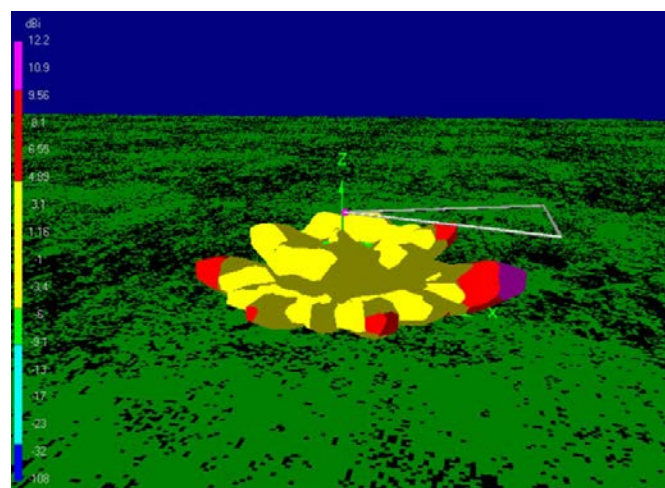


Bild 6. 21,2 MHz

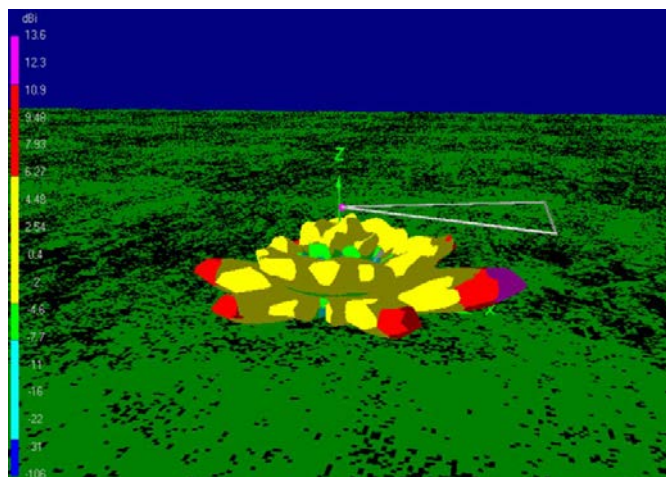


Bild 7. 24,9 MHz

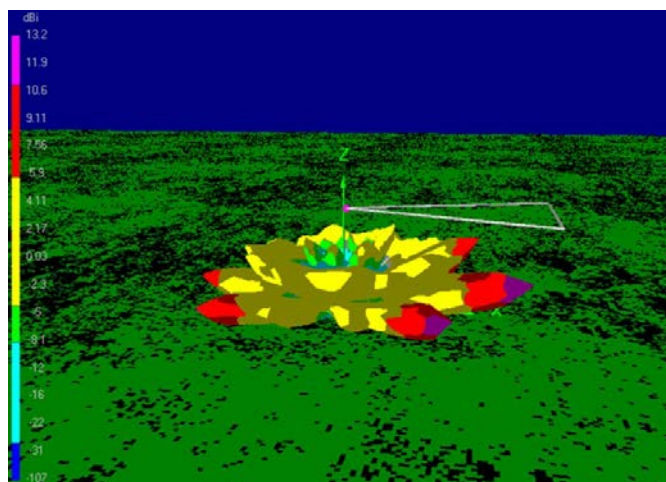


Bild 8. 28,4 MHz

Matning av antennelementet

Impedanserna i antennelementet är i snitt några gånger högre jämfört med den karakteristiska impedansen hos en RG58 eller RG213. Använder man koaxialkabel (som oftast har en karakteristisk impedans på 50 ohm) så resulterar detta i ett relativt högt SVF på koaxialkabeln. SVF ökar tillskotts-förlusterna i koaxialkabeln. Tillskottsförlusternas storlek beror på hur stort SVF det är på koaxialkabeln och vilken dämpning kabeln har för aktuell frekvens, ju lägre dämpning desto lägre tillskottsförluster. För några frekvenser erhålls en relativ kraftig nedtransformering av antennens impedans vilket då även ger ett högt SVF mot transceivern. Hur stort detta SVF blir beror på antennens impedans, koaxialkabelns karakteristiska impedans och förluster samt på dess elektriska längd.

Det finns ett par relativt enkla metoder för att förbättra situationen.

* Att grovt rätta till impedansen i antennens matningspunkt så att den bättre stämmer överens med kabelns karakteristiska impedans.

* Att mata antennelementet med en koaxialkabel vars karakteristiska impedans ligger närmare medelvärdet på antennens impedans.

Ett lite mer komplicerad men mycket effektiv lösning är att ansluta genom en antennenpassningsenhet direkt vid matningspunkten. Denna lösning talar för sig själv och behöver inte belysas här.

Oavsett om metod ett eller två väljs så erhålls inte perfekt anpassning vid riggen och SVF kommer fortfarande att variera med frekvensen. Eftersom SVF ändå är relativt moderat så går det att lösa problemet genom att använda en antennenpassningsenhet (vid riggen).

Använder man metod 1 så klarar man sig sannolikt genom att använda en inbyggd tuner i riggen. För den tidigare publicerade ENG TENNA användes metod 1 och den fungerade bra. ENG TENNA 3 har ungefär samma impedansvariationer som ENG TENNA varför det finns goda förutsättningar.

Med metod 2 är det sannolikt svårare att få anpassning inom angivna amatörradioband fullt ut. Det är en ganska kritisk lösning men den är rolig och man slipper att använda en spänningsbalun för transformering av impedansen. Det krävs både mycket beräkningar och tur för att hitta en kompromiss på koaxialkabelns längd. Det krävs en transformering av alla dessa impedanser så att SVF inte överstiger 3 vid stationen.

Men varför inte göra ett försök?

Det är viktigt att hålla i minnet att man kan få bra SVF bara genom att öka förlusterna i koaxialkabeln. Även om det ser bra ut på SVF-mätaren vid riggen säger det inget om hur mycket effekt som går ut i antennen och hur mycket effekt som i själva verket är förluster. Det är inte helt ovanligt att en del antennfabrikanter utnyttjar just detta. Man bör kravställa hur stort SVF och lägsta verkningsgrad man kan acceptera, detta oavsett om konstruerar eller köper ett antensystem Jag använder begreppet antensystem för att tydliggöra att detta omfattar både antennelement och matning av detta.

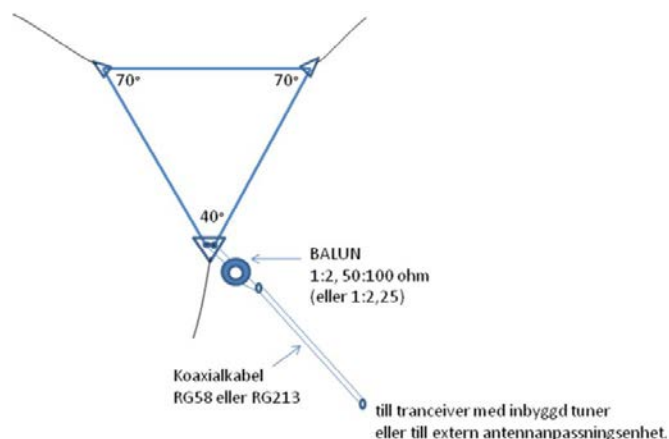


Bild 9. Matning enligt metod 1

Sannolikt är det lite mer fördelaktigt att använda en 1:2,25 balun jämfört med en 1:2 balun. Balunen kommer att vara mer eller mindre anpassad så man bör ha koll på förlusterna i balunen. Lämpligen gör man en grovkoll genom att mäta temperaturhöjning på motsvarande sätt som jag redovisade i artikeln för ENG TENNA. Det är viktigt att den effekt som balunen är dimensionerad för inte överskrids.

Den svåraste delen av arbetet består i att ta fram en bra balun – såvida man inte köper en. Det finns beskrivningar på 1:2 baluner eller 1:2,25 men alla är inte bra. Det är viktigt att man mäter upp sin balun separat inom frekvensområdet 3-30 MHz. Detta gäller oavsett om man byggt den själv eller köpt en. För en 1:2 balun, ansluter man ett 100 ohms-motstånd till en SVF-analysator och kontrollerar att SVF ligger inom intervallet [1,9-2,1] inom hela frekvensområdet. Anslut därefter motståndet till balunens utgång och mät upp SVF mot balunens ingång. Personligen tycker jag att SVF inte bör överskrida 1,3.

Om det är problem att få anpassning på ett eller flera frekvenssegment med hjälp av transceiverns inbyggda tuner, så kan det vara värt att prova med att justera längden något på koaxialkabeln +/- någon halvmeter. Detta medför viss risk för att problemet flyttas till ett annat frekvenssegment. Används en extern antennenpassningsenhet så uppstår inte detta problem eftersom den klarar ett högre SVF än vad en inbyggd tuner klarar. Man bör kontrollera SVF vid anslutningen av antennen mot antennenpassningsenheten eller transceivern med inbyggd tuner.

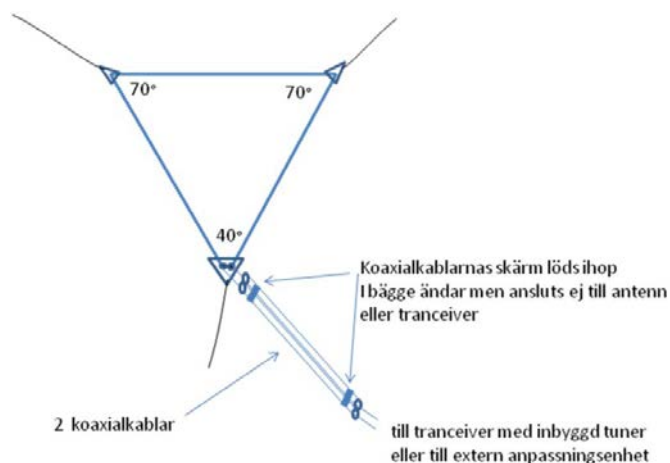


Bild 10. Matning enligt metod 2

Anledningen till att mata antennelementet mellan innerledarna på två koaxialkablar är att man då erhåller en dubbelt så hög karakteristisk impedans jämfört med om man använder en enkel koaxialkabel. Därmed ligger man närmare medelvärdet på antennelementets impedans och får mindre SVF på kabeln och dito tillskottsförluster.

Hur stort SVF mot riggen blir beror på hur antennelementets impedans transformeras i koaxialkabeln. Vill man gynna någon del av ett band på bekostnad av någon annan del så prövar man med att justera kabellängden.

Efter mycket räknade och pusslande hittade jag en kompromiss på längden, som redovisad i tabell 2 nedan.

Beräkningsgången är

- * Beräkning av antennelementets impedans, med NEC
- * Beräkning av SVF på koaxialkabeln
- * Ta fram koaxialkabelns förlust inklusive tillskottsförluster orsakade av SVF

* Beräkna resulterande impedans efter transformation i koaxialkabeln. Här duger inte Smith-diagrammet eftersom vi måste ta hänsyn till koaxialkabelns förluster.

* Beräkna resulterande SVF vid stationen (även detta med hänsyn till kabelförluster).

Beräkningarna i tabell 2 nedan är baserade på en 20 m dubbel RG58, fabrikat Belden 8420. Använder man en annan koaxialkabel med samma hastighetsfaktor men med annan dämpnings så påverkas både impedans och SVF. Enligt hörsägen har en dubbel RG58 lika stor kabelförlust som en enkel. Jag har utgått ifrån detta – även om jag misstänker att förlusten kan vara lite större. Som framgår av tabell 2 håller sig SVF under 3 med några rödmarkerade undantag. Kabelförlusterna håller sig väl under 2 dB. Helt klart är att en extern antennenpassningsenhet klarar av anpassa dessa impedanser mot riggen. Då blir det dessutom inte samma kritiska lösning. Dessutom går det sannolikt att få anpassning även om man använder en koaxialkabel med lägre förluster, till exempel RG213

Frek. [MHz]	Antennens impedans [R+jX]	Efter transformering 2xRG58 [R+jX]	SVF på koaxialkabeln	Kabelförlust * [dB]	SVF vid stationen
3,5	47-j158	124+j178	7,8	0,9	2,9
3,6	53-j76	269+j16	3,2	0,6	2,8
3,7	61+j6	84-j39	1,6	0,4	2,2
3,8	70+j90	30+j12	2,9	0,5	1,4
7,0	231-j163	36-j4	3,6	0,8	1,4
7,1	235-j91	43-j3	2,8	0,7	1,2
7,2	243-j19	48-j8	2,4	0,7	1,2
14,0	105-j205	258+j114	5,8	1,3	6,3
14,1	105-j132	245-j2	3,4	1,1	1,9
14,2	106-j60	151-j27	1,8	0,9	3,1
14,3	109+j12	99+j11	1,6	0,9	2
14,35	111+j49	87-j44	1,6	0,9	2,1
18,1	238+j182	41+j24	3,9	1,2	1,8
21,0	268-j214	52-j58	4,5	1,4	2,9
21,1	264-j149	56-j49	3,6	1,4	2,5
21,2	263-j84	58-j45	2,9	1,2	2,3
21,3	266-j19	63-j46	2,7	1,2	2,3
21,4	273+j46	63-j51	2,8	1,2	2,5
21,45	278+j80	63-j52	3,0	1,3	2,5
24,9	194+j32	167+j2	2,0	1,3	3,9
28,0	163-j282	60+j75	7,0	1,9	1,6
28,2	157-j145	97+j80	3,2	1,5	1,5
28,4	161-j13	96+j36	1,6	1,2	2,3
28,6	164+j119	62+j42	2,7	1,3	2,2
28,7	190+j195	61+j60	4,1	1,7	2,8

* Inkluderar även tillskottsförluster baserat på SVF på kabeln

Tabell 2. Transformering med 20 m dubbel RG58, fabrikat Belden 8420

Jag understryker att resultatet ovan skall tas med en nypa salt. En orsak är att det är svårt, om inte omöjligt, att reproducera dessa impedanser när man satt upp sin antenn, även om man givetvis justerar längden så att resonanspunkterna ligger rätt. En annan orsak är att det finns risk för att noggrannheten i beräkningsresultaten från NEC är degraderad. Detta är en följd av att vi här använder en antenn med spetsiga vinklar.

Om man har möjlighet att mäta upp antennens impedans i matningspunkten så är detta att föredra. Uppmätta värden används sedan som indata för beräkningar enligt tabellen. Ett annat alternativ är "cut and try". Lämpligen provar man inte med alla längder utan man börjar med en längd på 20 m – baserat på resultaten i tabellen.

Diverse noteringar

Impedansområdet som en inbyggd tuner klarar av kan skilja sig åt beroende på märke. Mig veterligen ger aldrig fabrikanterna en fullständig specifikation över vilket impedansområde en anpassningsenhet klarar och med vilken verkningsgrad. Det räcker inte med att säga att en tuner klarar ett impedansområde på 15-150 ohm. Impedans är ett tvådimensionellt värde ($R+jX$) varför man måste redovisa alla kombinationer av R och X som anpassningsenheten klarar av att hantera – lämpligen i form av yta i ett X - Y diagram.

Ökade förluster i koaxialkabeln ger lägre SVF, inte något ont som inte har något gott med sig.

Om man kör hög effekt på en koaxialkabel bör man beakta att SVF minskar den tillåtna effekt som koaxialkabeln är specificerad för.

Antennelementets symmetripunkt kan jordas, vilket ger ett visst skydd vid åska och statiska urladdningar.

Antennen bör placeras högt och fritt, vilket inte är något unikt för denna antenn.

En radioamatör byggde en ENGTENNA 3 enligt min beskrivning. Antennen matades i detta fall via en enkel RG213 ansluten till en extern automatisk antennavstämningseenhet. Jag tror att det var en av typen LDG Z??. Enligt honom gick det att få anpassning på alla angivna band. Längden på RG213 var endast ca 6 meter varför tillskottsförlusterna inte var alltför höga trots att det var relativt stort SVF på koaxialkabeln.

Fortsatta experiment?

Det bör vara en intressant uppgift för några experimenterande sändareamatörer att bygga och testa ENGTENNA 3. Jag hoppas att du redovisar resultaten i Resonans oavsett hur du lyckas, vilken typ av matning du väljer eller om du använder en inbyggd tuner eller en extern antenنانpassningsenhet. SVF är av primärt intresse tillsammans med en kort beskrivning av installationen. Finns möjlighet att mäta antennens impedans och resonanspunkter, med en analysator i antennens matningspunkt, så är detta givetvis också intressant. Subjektiva bedömningar baserade på användning av antennen är inte fel att ta med. Lycka till

Till sist: Tack till Janne SM0AQW och Karl-Arne SM0AOM för stöd under arbetets gång.

@



Experiment med Broadband-Hamnet

- av Kent Hansson, SM7MMJ -

Den förut så tydliga gränsen mellan datornätverk och radio/telenät håller sakta men säkert på att suddas ut. I amatörradiovärlden kan man se detta bland annat i ett projekt som kallas Broadband-Hamnet.

Broadband-Hamnet kallades från början High Speed Multimedia Network eller HSMM-MESH och har i sann amatörradioanda utvecklats av ett gäng entusiaster främst i kring Houston, Texas med fokus på kommunikation för nödlägen och kriser. Broadband-Hamnet är ett trådlöst, höghastighets-, självlärande och feltolerant datanätverk med låg strömförbrukning i noderna så att det kan försörjas med batterier eller solceller.

Rent praktiskt fungerar det så att om man behöver bygga upp ett datanät snabbt, startar man ett antal Broadband-Hamnet basstationer och ser till att de når varandra radiomässigt. Mjukvaran i basstationerna söker och konfigurerar automatiskt så att noderna hittar varandra och skapar ett nätverk. Eftersom basstationerna är vanliga men modifierade trådlösa Internet-routers finns det vanliga nätverksportar att koppla in datorer i. Protokollet på datorsidan är vanlig TCP/IP så alla vanliga Internettjänster kommer att fungera precis som vanligt genom det trådlösa nätet.



Bild 1. Linksys Router konfigurerad som SM7MMJ-1

Hårdvarumässigt används för tillfället vanliga Linksys WRT54G/GL/GS routrar som är byggda för att kunna använda modifierad mjukvara. Och det är just mjukvaran i routern som är i fokus när det gäller utveckling av systemet. I grunden är det ett Linux-system där man implementerat funktioner för att automatiskt upptäcka nya noder och styra trafiken genom nätet.

En trådlös bredbandsrouter består i princip av en trådlös modul, en switch och en dator/router som hanterar paket och skickar dem till rätt ställe. När man laddar in Broadband-Hamnet mjukvaran så skapas en helt självständig nod som automatiskt berättar att den finns, lyssnar efter andra noder och kopplar ihop sig med de noder den hör och når samt konfigurerar sig att vidarebefordra datapaket mellan sina grannar. Den trådlösa modulen används för att ansluta sig till själva MESH-nätet och kan därför inte användas till vanlig Wi-Fi. WAN-porten på routern fungerar som gateway mot Internet om man vill, och switchportarna används för att ansluta sin dator eller annan nätverksutrustning. Dessa portar är i princip vanliga nätverksanslutningar så här kan man ansluta nätverkskameror, datorer, servrar, IP-telefoner etc.

Jag kom i kontakt med Johan, SM7I, i samband med att han annonserade på ett forum att den första noden var i drift i Sverige, jag hade då läst om HSMM-MESH som då var namnet på systemet. Men eftersom jag bara hade en router vid tillfället hade jag ingen möjlighet att experimentera. Nu när Johan var aktiv fanns det någon att koppla upp sig mot. Tyvärr har vi inte fri sikt mellan våra platser så det blev till att skapa en tunnel över Internet istället. Just nätverksbiten och Internetprotokoll är Johans specialitet och yrke och han är aktiv på de internationella forumen för att utveckla systemet, bland annat att bygga upp säkra tunnlar mellan MESH-nät via Internet. Just nu ser experimentnätet ut så här:

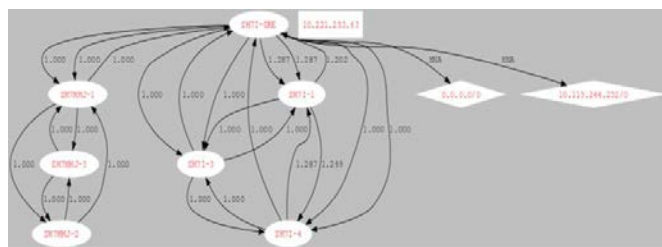


Bild 2. Ögonblicksbild av nätet 2013-11-02

Förutom att vara en teknik för att snabbt bygga trådlösa datanätverk och experiment, kan detta vara en teknik som kan introducera radioteknik för ungdomar och andra mer dataintresserade. Radiotekniken kommer då in i form av problem med räckvidd, yttäckning och interferens som behöver lösas. Vi kommer att skapa en diskussionstråd på www.radiokretsen.se med mer information.

Läs mer på: <http://www.hsmm-mesh.org/>

@



Guide: Börja lyssna på satelliter

- av Lars Thunberg, SM0TGU -

Inledning

En av de vanligaste frågorna inom vår hobby amatörradio-satelliter är "Vilken satellit kan jag börja lyssna på och vilken frekvens gäller?" Att börja lyssna på amatörradiosatelliter är inte svårt, dock kräver det en del tålamod och vilja att läsa på lite om hur det fungerar. Idag är det ingen stor kostnad att skaffa utrustning då billiga DVB-T USB-mottagare går att använda som bredbandsmottagare.

När man lyssnar på satelliter får man tänka på att det inte handlar om starka signaler under långa lyssningspass. Tjusingen ligger i att hitta de svaga signalerna och lyssna koncentrerat under satellitens passage. Det är perfekt för dagens stressiga samhälle – att lyssna på en passage tar runt 20 minuter.

Här följer en nybörjarguide för att komma igång som bygger på mina egna erfarenheter under sommaren och hösten då jag satte upp en egen station för mottagning. Det är, jämfört med många andra fina artiklar i Resonans, ingen hög teknisk nivå på artikeln utan syftet är att väcka intresse för denna del av vår hobby. Du som läser Resonans har säkert redan utrustning för VHF/UHF och kan då hoppa över punkt 1, 2 och 5 nedan.

1. Skaffa en SDR-mottagare

Första steget är att skaffa en mottagare och den billigaste vägen är en RTL-SDR mottagare vilken ursprungligen är en USB-sticka för att ta emot tv-sändningar. Den kan tillsammans med speciell programvara fungera som en bredbandig mottagare. En RTL-SDR kostar mellan 100 och 150 kr på eBay. På vår hemsida har vi en guide där det står var du kan göra inköp och vilka program du kan använda.



Bild 1: RTL-SDR R820T USB-mottagare

2. Börja lyssna med SDR#

Det program jag använder för att lyssna heter SDR# (SDR Sharp). Efter du har skaffat en RTL-SDR är det dags att installera och lära sig programmet och börja lyssna på riktigt. Installationsbeskrivning finns på SDR# hemsida.

Börja sedan med den antenn som följer med och sätt den utanför fönstret på fönsterblecket. Lyssna runt på FM-radio, lek runt i SDR# och lär dig de grundläggande funktionerna. Om du bor i närheten av en flygplats kan du med enkelhet lyssna på kommunikation på flygbandet. Kanske kan du även höra en lokal amatörradiorepeater på 2 meter eller 70 cm.

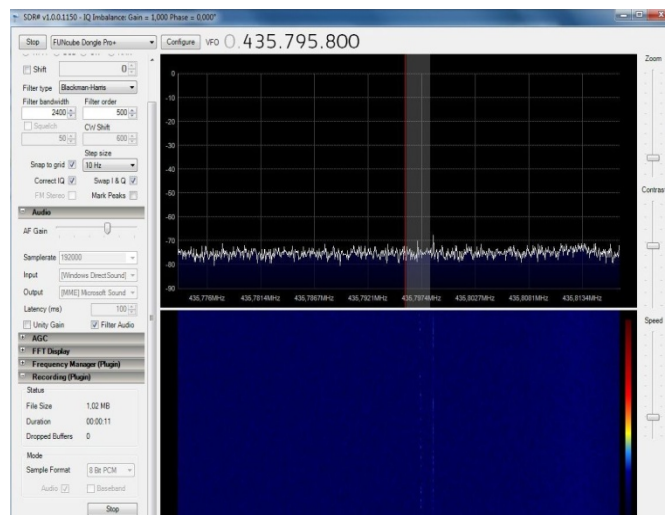


Bild 2: SDR# program för mottagning

3. Läs på om satelliter

Nu är det dags att lära sig lite mer om de satelliter du vill lyssna på. Det är betydligt roligare att lyssna om man känner till lite fakta först. Börja att titta på AMSAT-SM:s satellitstatus på vår hemsida. Följ länkarna till de olika satelliter vi skriver om där. Live Oscar Status-sidan är mycket bra eftersom den i realtid visar vilka satelliter som verkligen är aktiva.

4. Lär dig spåra satelliter

Att veta när satelliten är hörbar är så klart ett måste. Även här har vi i AMSAT-SM bra guider på vår hemsida. Välj om du vill spåra satelliter via en sida på webben eller om du vill installera ett program. Själv använder jag ett program som heter WxTrack. Lek runt med programmet, eller spårningssidan du valt på webben, och lär dig hur du kan spåra just den satellit du vill lyssna på.

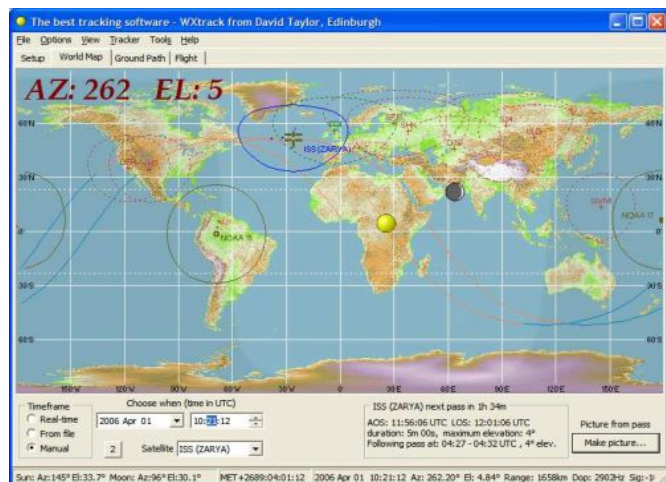


Bild 3: Wxtrack – program för satellitspårning

5. Sätt antennen i bättre läge

För att börja lyssna på satelliter är det ett måste att sätta antennen i bättre läge. För detta måste du förlänga kabeln till antennen som följde med RTL-stickan. Köp en billig tv-koaxkabel på till exempel Billema. Strunta i om det är 50 eller 75 ohms impedans, det gör ingen större skillnad i detta skede för mottagning, se;

<http://chemandy.com/calculators/return-loss-and-mismatch-calculator.htm>.

Skarva genom lämplig kontakt eller genom att löda kabeln. Sätt antennen så högt som möjligt. Nu kommer du att upptäcka att du får in betydligt starkare signaler. Du kan faktiskt lyssna på de starkaste amatörradiosatelliterna som ISS och AO-7!



Bild 4: Enkel RTL-SDR antenn på taket

6. Skaffa en bättre antenn

Den antenn som följer med RTL-stickan är mycket enkel och av dålig kvalitet. För att kunna höra svaga signaler från satelliter är en bättre antenn ett måste. Om du vill komma billigt undan gör du själv en enkel duoband-GP. Själv använder jag en N9TAX Slim-Jim duobandsantenn för 145 och 435 MHz. Sätt antennen så högt du bara kan. Båda dessa antenner ger betydligt bättre mottagning än den medföljande antennen.



Bild 5: N9TAX Slim-Jim-antenn monterad i toppen på 3 meter maströr.

7. Börja lyssna!

Nu är det dags att börja lyssna på riktigt! Att höra den första satelliten är riktigt spännande. Det är nästan spöklikt när man ser i sitt spårningsprogram att satelliten är hörbar och den första signalen kommer in i mottagaren.

Jag skriver här om de satelliter som går att lyssna på och vilken frekvens som gäller. Samtliga dessa satelliter har LEO-bana och är hörbara upp till 20 minuter per passage.

FO-29

CW-fyr finns på 435,796 MHz. Kan höras svagt, leta runt denna frekvens när satelliten dyker upp. Transponder finns mellan 435,800–435,900 MHz, jag har hört CW-QSO-n här.

VO-52

CW-fyr har jag hört på 145,860 MHz. Mellan 145,930–145,870 MHz finns transponder med USB och CW, lyssna efter stationer runt transponderbandet.

ISS

SSTV eller packet på 145,800 och 145,825 MHz. Jag har hört packet på båda frekvenserna och kunnat avkoda med hjälp av programmet Qtmm. Ibland är även SSTV och FM aktivt från ISS.

HO-68

CW-fyr på 435,790 MHz. Lyssna runt denna frekvens när satelliten dyker upp.

AO-7

CW-fyr är hörd på 145,972 MHz. Mode-B transponder finns mellan 145,975–145,925 MHz. Jag har hört SSB-QSO-n runt 145,958 MHz vid låg elevation.

CO-57 XI-IV

CW-fyr hörd runt 436,8475 MHz.

SO-50 Saudisat 1C

FM-repeater med nerlänk på 436,795 MHz. Jag har hört den mycket svagt, det verkar vara dålig aktivitet eller så har jag haft otur när jag lyssnat.

NO-44

Jag har inte hört denna ännu men enligt rapporter ska den vara aktiv med telemetri på 145,827 MHz, 1200 bps AFSK.

DO-64 Delfi-C3

Jag har inte hört denna ännu men enligt rapporter ska den vara aktiv med telemetri på 145,870 MHz, 1k2 BPSK AX.25.

8. Inköpslista

Lyssnarrapporterna ovan är gjorda med nedanstående utrustning:

Hårdvara:

RTL-SDR DVB-T USB-sticka: ca. 100 kr via eBay.
Ca. 20 meter tv-koaxkabel: 100 kr från Biltema.
Diverse kontakter, maströr och fästen: 150 kr.
N9TAX Slim-Jim duobands antenn: 350 kr.

Summa: ca. 700 kr

Beroende på vad du har hemma sedan tidigare (kontakter, kablar etc.) kan det bli något billigare eller dyrare.

Mjukvara:

SDR#: Gratis

Qtmm AFSK decoder för att avkoda packet: Gratis

9. Förbättringar

Om du tycker det är roligt och intressant att lyssna vill du säkert förbättra din anläggning och det finns ett flertal steg att göra detta på:

* Bättre mottagare: Med en bättre mottagare kommer du att höra mer, så enkelt är det. Själv har jag använt en SDR-mottagare som heter Funcube Dongle Pro + vilken kostar ca. 1500 kr. Det är en stor förbättring att lyssna på svaga signaler jämfört med en RTL-SDR. Ett alternativ är att använda sig av amatörradioutrustning, dvs. radio avsedd för 145 och 435 MHz.

* PreAmp (LNA): Med en lågbrusig förstärkare nära antennen höjer du signalen ett steg. Det kan göra underverk med den billiga RTL-SDR då den interna förstärkningen kan sänkas. Jag har inte provat själv ännu men det ligger i mina planer.

* Ännu bättre antenner: Skaffa ännu bättre antenner specialanpassade för satellitmottagning. Så klart har AMSAT-SM en guide för detta på vår hemsida.

* Optimera dina kablar och kontakter: Köp lågförlustkabel och kvalitetskontakter med korrekt impedans. Det kan bli dyrt men lönar sig om du vill lyssna riktigt seriöst.

* Elevations-tracking: Skaffa en rotor som kan följa satelliten i höjd (elevation), gärna med datorstyrning kopplad till ett spårningsprogram.

Vill du ta steget vidare att även köra QSO via satellit? Vi kommer lägga upp liknande guider på hur du gör ditt första QSO.

Tills dess – lycka till med lyssnandet!

Not: länkar till program och andra hänvisningar finns på AMSAT-SM:s hemsida:

<http://www.amsat.se/2013/06/27/vilken-satellit-kan-jag-borja-lyssna-pa/>

@

Nästa nummer

Nästa nummer av ESR Resonans planeras komma ut i slutet av mars 2014.

Stoppdatum för bidrag är den 10 mars.

Alla bidrag är välkomna och vi tror att en lagom blandning av längre artiklar och kortare notiser i så många tekniskniska som möjligt är ett framgångsrikt koncept.

Det är lätt att bidra. Ett kopplingsschema, några bilder plus ett stycke text i ett vanligt e-mail är allt som behövs.

Skicka ditt bidrag till resonans@esr.se

*Bengt SM7EQL, Lennart SM5DFF och Kent Hansson
SM7MMJ*

Redaktionen för ESR Resonans

@

Om upphovsrätt och Copyright ©

Allt material - texter, bilder, grafik, teckningar m m - som publiceras i Resonans är skyddat av *Lagen om upphovsrätt*. Mångfaldigande, kopiering, överlåtelse, försäljning, överföring eller varje annan form av utnyttjande av materialet - såväl för kommersiella som icke-kommersiella ändamål - förutsätter medgivande av ESR och/eller upphovsmannen.

Regler angående publicering av insänt material

Som artikelförfattare ansvarar du själv för innehållet i form av text och bild i dina inskickade bidrag. I fall där redaktionen själv initierar eller efterfrågar en artikel om ett visst ämne och som sedan författas helt eller delvis av dig, inhämtas alltid ditt slutliga godkännande och tillstånd för publicering. Mer information finns på Föreningens webbplats www.esr.se

ESR *Experimenterande
Svenska Radioamatörer*