

## Föredrag om antennteknik på RS03.

### Antenner.

### Lite grunder för nybörjare och andra.

#### *Inledning*

Efter ca 20 år som radioamatör och tekniker med elektronisk kommunikation som specialitet, har jag samlat på mig en del erfarenheter som jag här tänkte dela med mig. Sättet som jag gör det på hoppas jag är en bra balans mellan teori och praktik, även om man på en timme inte hinner visa några laborationer eller demonstrera i praktiken. På denna timme hinner jag naturligtvis inte gå in i detaljer utan bara skrapa lite på ytan och förhoppningsvis täcka några av de viktigaste delarna.

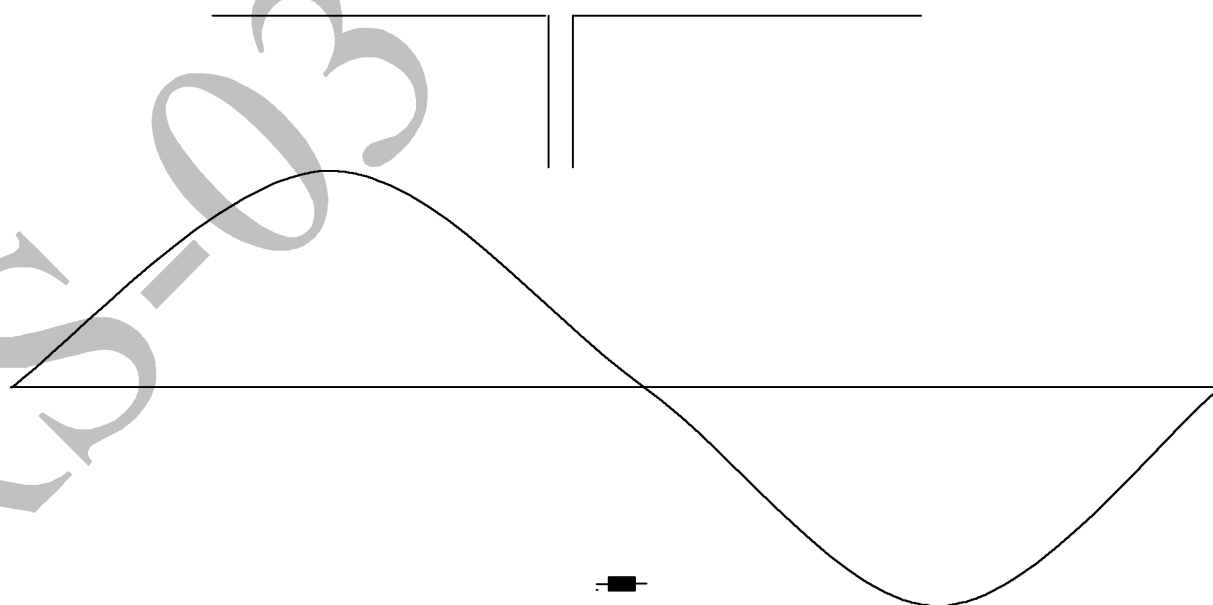
En antenn kan väldigt enkelt beskrivas som en omvandlare. Den omvandlar helt enkelt energi från en form till en annan. Alltså radiofrekvent elektrisk energi omvandlas till elektromagnetiska vågor eller kanske mer korrekt elektromagnetiska fält.

Eftersom vi inte kan se, känna eller höra elektromagnetiska fält (förutom i det spektrat som kallas ljus) så kan det speciellt för nybörjare verka väldigt mystiskt och nästan magiskt hur några metallbitar kan fungera som antenn. Omvandlare eller på engelska "Transducers" kommer vi väldigt ofta i kontakt med utan att för den skull tänka på det. Ett exempel är ju högtalaren som omvandlar lågfrekvent elektrisk energi till ljudvågor eller en vanlig glödlampa som omvandlar elektrisk energi till ljus och värme.

Nå låt oss titta lite närmare på just vårt antensystemlag kallar det för antensystem av den enkla anledningen att man inte kan skilja antennen från feedern eller jord. De är nämligen oskiljaktigt beroende av varandra. Om vi matar antensystem med radiofrekvent elektrisk energi från vår sändare, så "strålar" antennen ut elektromagnetisk energi som utbreder sig genom rymden. Med lite tur så finns det en antenn på någon annan plats som samlar in en liten del av detta elektromagnetiska fält och omvandlar det tillbaka till radiofrekvent elektrisk energi som kan detekteras av en mottagare. I princip är det ingen skillnad på en sändare eller mottagareantenn de fungerar "på båda hållen" men av olika anledningar använder man ändå ganska ofta skilda antenner för sändning och mottagning.

## Grundläggande karakteristik

Vad är det då som skiljer en antenn från vanliga elektroniska kretsar. I en vanlig krets som kondensator, spole eller dylikt, så är som regel dimensionerna små i förhållande till våglängden av frekvensen vi använder. Vi säger ju att våglängden i m är ljusets hastighet 300 000 Km/sek delat med Frekvensen i hertz. En antenn är ju vanligtvis en kvarts eller en halv våglängd lång, ibland till och med mer.

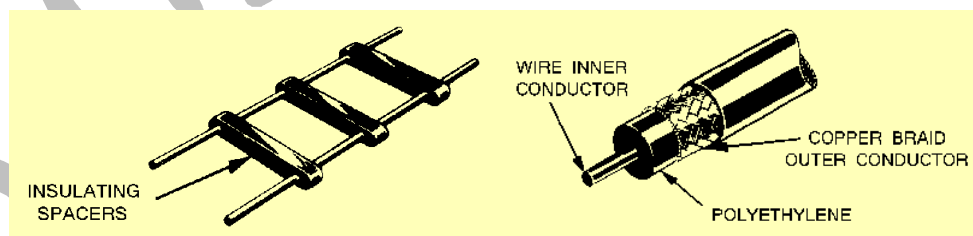


När en krets är liten i förhållande till våglängden så innesluts den mesta RF energin i kretsen och används antingen till det den ska, eller omvandlas till värme. Men om då kretsarna blir större så kommer mer och mer av RF energin att omvandlas till elektromagnetiska fält och stråla ut i rymden.

Antenner finns i otroliga ja till och med enorma mängder av former och storlekar. Här i detta lilla seminarium kommer jag att koncentrera mig på att prata om enkla antenner i fri rymd borta ifrån påverkan av jord. Jord har en enorm påverkan av hur en antenn fungerar och för att gå igenom det skulle vi behöva mycket mera tid. Det jag däremot vill trycka lite på är att jord för en antenn behöver inte nödvändigtvis ha galvanisk kontakt med marken (jorden), i princip vilket metallföremål som helst kan ur HF synpunkt vara jord; maströret på taket, flätkåpan, skorstenen eller liknande konstruktioner.

## Feedern

Den första delen i antenssystemet sett från sändaren är feedern eller antennledningen. Man kan ju tro att detta är en ganska trivial komponent men den betyder otroligt mycket för hur vårt antenssystem kommer att fungera. Det finns i princip tre sätt att mata en antenn: balanserat (stege eller bandkabel), obalanserat (koaxialkabel) eller med vågledare. Skillnaden är att med koaxialkabeln skärmar man in RF energin i en skärm ansluten till jord, vilket gör att när antennen är rätt anpassad finns ingen RF ström utanför kabeln. Motsatsen, med en balanserad antennledning är att det kommer att finnas ett RF fält mellan och kring ledarna. Detta gör att en balanserad ledning kommer att vara mycket känslig för ledande objekt i närheten, exempelvis träd och buskar men även regn och is kommer att ändra impedansen, fördelen är att den har mycket lägre dämpning än en koaxialkabel på de lägre frekvenserna (Kortvåg).



En Koaxialkabel å andra sidan är känslig för allting som ändrar de fysiska förhållanden inuti kabeln. Det som bestämmer den karaktäristiska impedansen i en koaxialkabel är förhållandet mellan inner- och ytterledaren tillsammans med isoleringsmaterialet mellan dem. Om man exempelvis böjer en koaxialkabel tillräckligt mycket kommer isoleringsmaterialet att komprimeras och avståndet mellan skärmen och innerledaren att ändras. Då ändras impedansen i den böjen och vi får en reflektion (SWR som jag kommer att förklara lite senare). Om det kommer vatten i kabeln så kommer flera olika saker att hända. Förutom att metallen oxiderar så kommer vattnet att ändra på egenskaperna i isoleringsmaterialet och bingo då får vi en ny reflektion. Det finns fler faror men det viktigaste är att kontakten är rätt monterad på kabeln, det är också här man kan se de allra flesta felen när det gäller koaxialkablar. För kontakten gäller samma förutsättning som för kabeln att det är förhållandet mellan inner och ytterledaren tillsammans med isoleringsmaterialet som bestämmer impedansen, tricket här är att det måste passa ihop med kabeln för att göra en helt reflektionsfri övergång. Därför är det viktigt att både ha rätt kontakt som passar mot kabeln samt att vara noggrann när man monterar. Dåliga kontakter på en koaxialkabel är en av de vanligaste felkällorna när man har problem med sitt antenssystem. Det är inte bara rent elektriskt man kan få problem utan kontakten skall också tätakabeln så att vatten inte kan tränga in och ställa till elände. Vågledare används i princip bara när man kommer upp i mikrovågsområdet. De fungerar så att de med sina inre dimensioner innesluter hela RF fältet som då leds inuti "röret" ungefär som när man pumpar vatten genom ett vattenledningsrör. Till sist vill jag bara nämna att man inte kan utesluta eller diskvalificera den ena eller andra feeder typen. De har alla sina fördelar använda på rätt sätt.

## **Antennen**

Oavsett hur en antenn ser ut, enkel eller komplicerad, så kan man säga att den har tre viktiga egenskaper som kontrollerar hur den arbetar.

Matningsimpedans.  
Riktverkan, Vinst och effektivitet.  
Polarisation

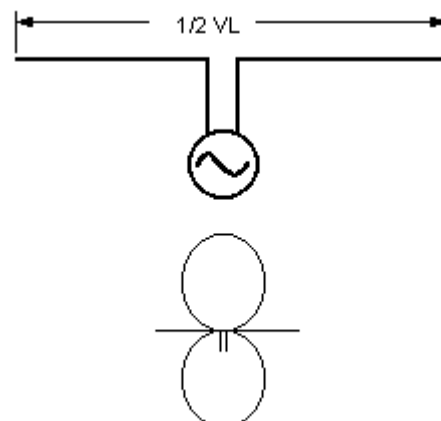
### **Matningsimpedans.**

Den första egenskapen som vi måste ha kontroll över är matningsimpedansen. Varför är detta då viktigt? Jo, eftersom växelström har den lustiga egenskapen att den reflekteras tillbaka i motfas om den inte avslutas på rätt sätt. Så kommer vår elektriska energi eller delar av den att reflekteras i matningspunkten på antennen och transporteras tillbaka ner till sändaren. Eftersom där är anpassat rätt (50 Ohm) kommer den reflekterade energin att omvandlas till värme och då blir det väldigt varmt i slutsteget med känt resultat. Hur mycket som reflekteras tillbaka beror helt och hållet på vilken impedans vi har på den utsända frekvensen. Det är detta vi mäter som VSWR eller Return Loss (RL). Nå vad är det då som ger matningsimpedansen, först måste jag bara nämna att det finns egentligen två olika impedanser som vi måste ta hänsyn till. Egenimpedansen som är antennens egen impedans som vi kan mäta och den kopplade impedansen som kommer av parasit effekter av ledande objekt i närheten av antennen. Alltså det jag pratade om för några minuter sedan. Speciellt på kortvåg med långa våglängder har detta stor betydelse där ledande föremål på kanske upp till 100m avstånd kan påverka antennen. På högre frekvenser kan man ibland se GP eller ännu värre 5/8 antenner monterade parallellt med ett maströr på 50cm avstånd.

Egenimpedansen hos en antenn är helt enkelt lika med spänningen i matningspunkten delat med strömmen som flyter i samma punkt. Om strömmen och spänningen är i fas med varandra säger man att impedansen är resistiv utan någon reaktiv komponent. Alltså att antennen är i resonans. Värt att notera är att antennen inte alls behöver vara resonant för att stråla eller vara effektiv. Detta handlar bara om att inte få tillbaka effekten baklänges till sändaren. Många Sändareamatörer använder en tuner och en godtycklig trådbit med varierande resultat. Det viktiga vi måste hålla reda på är att feedern (matarkabeln) och antennen bildar ett system som måste passa ihop med sändaren. Om inte, så kan alla möjliga fenomen inträffa, exempelvis att konstruktionen som vi har jobbat hårt för att bygga ihop och sätta upp i masten, inte alls är någon antenn utan bara en kondensatorplatta mot jord och själva antennen är skärmen på koaxialkabeln som vi har dragit genom hela huset. Jag kan bara gissa vilka spännande störningsproblem man kan uppleva i det huset under ett QSO. En annan sak som är viktig att tänka på är att antennens effektivitet inte kan kopplas direkt till lågt VSWR utan man måste kombinera VSWR mätning med exempelvis en Fältstyrkemätning på avstånd för att få reda på om antennen verkligen fungerar. Däremot är VSWR mätning ett utmärkt sätt att hålla koll på sitt system när det väl är intrimmat och fungerar.

## Halvvågsdipol

En väldigt bra grundläggande antenn är en mittmatad halvvågsdipol. Det är troligen den mest använda antennen och den utgör också det vanligaste byggblocket för många olika typer av antensystem, exempelvis den välkända Yagin. Antennen består av en ledare som är en halv våglängd lång med matning från sändaren i mitten.



Den karakteristiska impedansen av en sådan dipol blir ca 75 Ohm vid sin designade frekvens. Denna typ av antenn kallas ibland för Hertz antenn. En annan variant är den s.k. ¼ vågs pinnen eller Marconiantennen som är just en kvarts våglängd lång och monterad på ett jordplan. Den stora skillnaden här är att eftersom det ena benet på dipolen är monterat i en viss vinkel mot mitt benet så kommer impedansen att inte längre att vara 75 Ohm. Då har man funnit att med tre jordplan monterade i 45 graders vinkel så får man ca 50 Ohm. Detta är utmärkt om man vill koppla direkt till en 50 Ohms koaxialkabel utan att använda en impedanstransformator eller Balun.

## Riktverkan, Antennvinst och Effektivitet

Ibland kan man luras av ett försäljningstrick där säljaren hävdar att antennen har X antal dB i förstärkning. Om detta vore sant skulle förmodligen den konstruktören ha fått nobelpriset för länge sedan. Rätt är istället att antennen har X antal dB antennvinst relativt en dipol eller en ideal antenn (isotropisk). Vad som menas med detta är att en antenn kan konstrueras så att den koncentrerar mer eller mindre av energin i det som brukar kallas huvudloben. Man kan likna det vid en strålkastare där dipolen är glödlampan som i sig själv sprider ljuset i alla riktningar men tillsammans med en reflektor och en lins koncentrerar energin i en smal stråle. Det som är spännande med antenner är att man kan göra detta på många olika sätt. Inte bara det klassiska Yagi konceptet utan också med att "stacka" dipoler på höjden, använda jordplan mm.

## Polarisation

Det elektromagnetiska fält som skapas av antennen består som namnet föreslår av två olika fält; ett elektriskt och ett magnetiskt. Dessa är fasförskjutna 90 grader i förhållande till varandra. En antenn som då är konstruerad för att uppta ett av de fälten, exempelvis en kvartsvågspinne på bilen, måste då sitta monterad i samma polarisation som sändareantennen. Att tänka på när det gäller polarisation är att när radiovågen reflekteras någonstans i stan eller i skogen så fasvrids den, vilket gör att polarisationen på den mottagna signalen kan variera.

## **Till sist**

Man kan ibland tro att det här med antenner är lite mystiskt och inte så lite kopplat till voodoo och andra mystiska religioner. Men sanningen är den att det är väldigt konkreta och ganska väl kartlagda teorier och naturlagar som bestämmer om och hur våra antenner fungerar. Det stora problemet för mig när jag skrev den här texten var att lägga den på rätt nivå så att de flesta från nybörjare till mera avancerade tekniker kunde förstå och ha glädje av den samtidigt, av den anledningen har jag förenklat en del saker som kan betraktas på olika sätt. Ett exempel på det är hur man skall se på fenomenet Stående Våg, det är inte helt enkelt att bara säga att effekten reflekteras eftersom det är en fasförskjutning med i spelet. Sen att det kan vara lite jobbigt att förklara eller hitta orsaken till att antennen som vi med stor möda har vridit ihop inte alls uppför sig som det stod i byggbeskrivningen, beror snarare på att för att kunna bevisa eller mäta alla parametrar så krävs dels ganska avancerade instrument och kalibrerade mätsträckor mm mm. Men som hobbytekniker kan man klara sig ganska långt med en bra SWR meter, ett fältstyrke instrument eller vågmeter. Då kan man se om man har anpassning mellan sändaren och antennen och med en vågmeter ser man att man får ut energin ur antennen.

Naturligtvis finns det en massa bra böcker att läsa om antenner. Jag tänker inte rekommendera någon speciell. Däremot vill jag säga att titta i boken innan du köper den, jag har själv köpt dyra antennböcker som antingen har varit alldeles för teoretiska för att man skall kunna greppa allt eller mycket enkla med en massa halvdåliga byggbeskrivningar.

På nätet finns en massa gratis information och en hel del länkar på ESRs hemsida.

Därmed så tackar jag för mig och hoppas att jag har lyckats med att förmedla något så när förståelig information om antennsystem och att ni lyckas med era antennprojekt framöver. Jag lovar det finns nästan inget så roligt som när de där hopvridna trådarna eller rören bara fungerar.

73 de SM7MMJ / Kent