

17. MYTER OM BALANSERADE/OBALANSERADE KOAXIALKABLAR OCH ANTENNER

Författare Bertil Lindqvist, SM6ENG

Det här med antenner och transmissionsledningar är svåra ämnen som dessutom försvåras ytterligare genom att det på olika sätt sprids påståenden som är direkt felaktiga. Ibland utelämnas viktig information eller så tummas det på naturlagarna, kanske i bästa avsikt att försöka "förenkla" och hjälpa läsaren att "förstå" sammanhangen. Denna typ av faktafel eller grova förenklingar av verkligheten återfinns ofta i annonser och utskick från företag, t.ex. i form av nyhetsbrev via email. Den läsare som saknar bakgrundskaper i ämnet tror naturligtvis att uppgifterna måste vara riktiga eftersom de kommer från källor med en viss auktoritet.

Ambitionen i denna artikel är att ge en bättre förståelse för var vi menar med obalans i ett elektriskt system och att bemöta en del vanliga myter relaterade till ämnet. Artikeln innehåller även en del utvecklingar och uppmuntran till experiment. Artikeln tar inte upp alla aspekter av detta ämne utan begränsas till att förmedla en övergripande bild. För fördjupning rekommenderar jag varmt SM0AQWs artikel "Balanserad matning och feederstrålning", publicerad på ESR hemsida augusti 2006.

Not: När jag använder begreppet "balanserad" så skall det inte tolkas som att det råder 100 % balans – detta går knappast att åstadkomma. Det skall tolkas som att obalansen är så liten att den kan försummas och att den inte ställer till några problem i den aktuella konfigurationen.

VAD MENAS MED OBALANS I ETT ELEKTRISKT SYSTEM?

Obalans är ett begrepp som inte är begränsat till antensystem utan det gäller t.ex. även 230 V system. Orsaken till obalansen kan vara olika men oavsett om man använder 230 V nätkabel, öppen stege eller koaxialkabel eller om lasten utgörs av en glödlampa, en motor eller en antenn, så innebär obalans i ett elektriskt system att

strömmarna i tilledare och returledare i kabeln som matar lasten inte är lika stora och/eller att de inte är i motfas.

Not: Vid obalans tar fälten från tilledaren och returledaren inte ut varandra vilket innebär att kabeln både kan ge ifrån sig och ta upp elektromagnetisk strålning. OBS detta gäller även för en koaxialkabel. Man säger populärt att kabeln "läcker".

VAD ORSAKAR OBALANS?

I ett 230 V system så är orsaken till obalans att en del av strömmen går ytterligare en väg än via matningskabeln. Denna väg utgörs nästan alltid av en mer eller mindre bra förbindelse via jord.

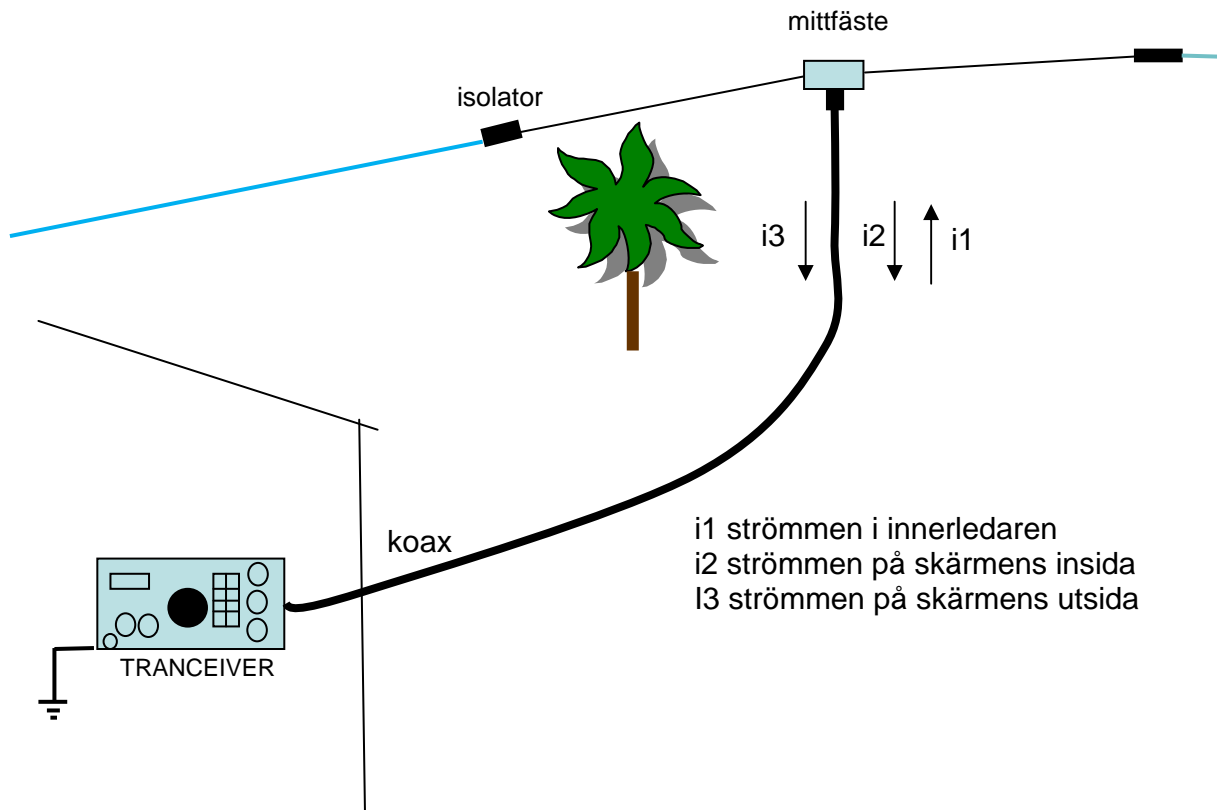
Obalans i ett RF-system kan orsakas av att vi har osymmetrier i antenninstallationen.

Om en antenn som inte hänger symmetriskt över marken, t.ex. om det ena dipolbenet går intill träd, dipolbenen är placerade på olika höjder, lutar, eller om matarledning går närmre det ena dipolbenet än det andra så kommer man att få ett fält runt antennen som kopplar osymmetriskt till omgivningen.

Av samma skäl är risken påtaglig att man får obalans om man använder en osymmetrisk antenn, t.ex. en FD4 med olika längder på dipolbenen.

Osymmetrier leder till att det blir olika strömmar i dipolbenen. Att förklara varför det blir så är komplicerat. Vi får nöja oss med att konstatera att vi får en obalans p.g.a. osymmetrier hos antennen och/eller i antenninstallationen. Om vi har en antenn som matas med en koaxialkabel kommer osymmetrier att resultera i att vi får en ström som går på utsidan av skärmen på koaxialkabeln. Om vi får problem eller inte med strömmar som orsakas av osymmetrier, beror på hur stora strömmarna är samt hur vår installation ser ut för övrigt.

EXEMPEL PÅ OBALANS FÖRORSAKAD AV EN OSYMMETRISK ANTENNINSTALLATION



I figuren ovan illustreras en typisk radioinstallation där det råder en viss obalans orsakad av en osymmetrisk antenninstallation. Figuren är av principiell natur och skall inte tolkas som en exakt beskrivning. Strömmarna i_1 och i_2 är alltid lika stora i en koaxialkabel och summan av dessa strömmar är alltid noll. Är antennen/antenninstallationen osymmetrisk, som figuren visar, så tillkommer strömmen i_3 .

Summan av strömmarna i_1 , i_2 och i_3 är inte längre noll d.v.s. det råder obalans. Observera att strömmen i_3 , som går på utsidan av koaxialkabelns skärm, inte beror på att koaxialkabeln också matar antennen! Strömmen uppkommer p.g.a. att koaxialkabeln kopplar till fältet från antennen. Placerar vi en ledare i antennens närhet utan att ansluta den till antennen, men med den ena ändan ansluten till jord, så kommer det att också att flyta ström i den ledaren. Den nya ledaren utgör ytterligare en antenn som kopplar till fältet från antennen vi sänder på. Hur stor strömmen blir beror på avståndet mellan ledaren och antennen och hur parallellt med antennen ledaren går. Givets beror strömmens storlek även på vilken längd ledaren har och på hur stor fältstyrka antennen vi sänder på ger.

EXEMPEL PÅ PROBLEM SOM OBALANS KAN GE UPPHOV TILL?

I amatörradioinstallationer kan obalanserade RF-system ge följande problem:

- RF-strömmar i utrustningen (kan orsaka distorsion, skada utrustning och/eller operatören)
- störningar i elektronikutrustning hos grannar
- störningar kan plockas upp av matarledningen till antennen och kan ge problem på mottagarsidan
- påverka riktningsdiagram – kan vara viktigt för antenner där man vill ha rena antennlobber för att minska upptagande av störsignaler

Obalans i ett 230V system kan orsaka:

- brum i förstärkare/mikrofoningångar m.m. eftersom dessa ofta har obalanserade ingångar. P.g.a. av obalans uppstår det jordströmmar som oftast går via skärmen och överlagras på insignalerna.
- störningar på bildskärmar för TV eller data i form av interferensmönster.
- kvalitetsproblem med utgående ljud och bild från TV/radio-studio
- felaktiga mätvärden från mätutrustningar

HUR ÅTGÄRDAR MAN OBALANS?

Jag tänker inte i detalj redogöra för lösningar till detta utan bara göra en kort principiell summering med fokus på obalans i RF-system. Mer praktiska lösningar för hur man från början bygger bort problem i sin amatörradioinstallation återfinns i myt nr 15.

För att komma tillrätta med obalans som ger problem med RF-strömmar så gäller det att:

Minimera de strömmar som uppstår p.g.a. osymmetrier i antenninstallationen.

Detta kan realiseras genom att:

- undvika användning av osymmetriska antenner, typ FD4 med olika längder på dipolens ben

- placera antennen så högt och fritt som möjligt och undvik osymmetrier, t.ex. att den ena halvan av dipolen går nära ett träd, samt att undvika att matarledning går nära och parallellt med antennen.
- införa en strömbalun på matarledningen till antennen, för att minska RF-strömmar på utsidan av koaxialkabelns skärm.
- isolera sin signalkälla från jord genom att använda en anpassningsenhet med balanserad utgång – företrädesvis med linkkoppling där linken är placerad i en faradaybur för att undvika kapacitiv koppling till jord – sådana finns inte att köpa hos SRS eller MFJ utan den bör man bygga själv. Not: Användning av balanserad matning via öppen stege har både för- och nackdelar.

Det är omöjligt att helt ta bort de RF-strömmarna som går ”fel” väg. Om dessa strömmar förorsakar problem så räcker det oftast att man reducerar strömmarna för att bli av med problemen.

Som nödlösning kan man i vissa fall komma tillrätta med RF-strömmar genom förbättrad jordning av sin utrustning eller genom att använda sig av ”artificiell eller avstämd jord”, även om detta inte är det riktiga angreppssättet! De ledningar som man använder för att minska RF-potentialen och ändra vägen för RF-strömmarna kommer i sin tur att utstråla energi och kan leda till att man flyttar problemen från sin rigg till en granne istället.

Man skall alltid eftersträva att i första hand angripa grundorsaken till ett problem och i det aktuella fallet är det att minimera de RF-strömmar som går fel väg. Detta görs genom att höja impedansen i strömkretsen för de strömmar som går fel väg.

Det i särklass vanligaste sättet att öka impedansen för dessa strömmar är att använda en strömbalun. Den kallas ibland även för ”RF-choke”. En strömbalun till en antenn som matas via koaxialkabel kan lätt tillverkas genom att man lindar några varv av koaxialkabeln, antingen på ett PVC-rör, genom en toroid eller genom att trä på ferritkärnor runt koaxialkabeln. Hur många varv och vilken typ och val av lämplig ferrit beror på typ av kabel och frekvensområde. Allmänt kan sägas att för få varv ger för lite verkan eftersom induktansökningen inte blir så stor och för många varv tar bort effekten eftersom det blir för stor kapacitiv koppling mellan varven.

Om man behöver en strömbalun till en bredbandig antenn, t.ex. en logperiodisk antenn, så gäller det att hitta en lagom kompromiss så att man får hyfsad funktion över hela frekvensområdet - det finns sätt att mäta och experimentera sig fram samt mycket litteratur inom området.

MYT 1

”Man får missanpassning om man ansluter en obalanserad matarledning till en balanserad antenn – eller tvärtom”

Det är fel att använda begreppet missanpassning på detta sätt. Missanpassning får man definitionsmässigt när lasten inte har samma impedans som den karakteristiska impedansen hos kabeln som matar lasten. Därmed inte sagt att obalans inte kan ge upphov till missanpassning.

MYT 2

”Om man använder en obalanserad matarledning för att mata en antenn, typ koaxialkabel, så resulterar detta i obalans”

”Om vi använder en ”balanserad matarledning ” för att mata antennen så resulterar detta i balans .”

Ovanstående påståenden är inte sanna. Man skall vara mycket noga med att inte blanda ihop begreppen ”balanserade/obalanserade” koaxialkablar och antenner med ”balanserad/obalanserad överföring”. Det är inte särskilt meningsfullt att tala om obalanserade antenner/koaxialkablar som separata komponenter. Däremot är det meningsfullt att tala om en obalanserad eller balanserad överföring.

En balanserad överföring via en matarkabel med till- och returledare, innebär att strömmarna i ledarna är lika stora och riktade åt var sitt håll d.v.s. i motfas. Om en del av strömmen i någon av de bägge ledarna tillåts att gå en annan väg, t.ex. via jord, så får man en obalanserad överföring.

Balanserad överföring får man genom att använda balanserade in/utgångar förbundna via ett trådpar där ingen ledare är ansluten till jord.

Balanserade in/utgångar utgörs ofta av transformatorkopplingar. Utmärkande för dessa är just att de är ”flytande” d.v.s. de har inte någon relation till jord. Detta innebär att transformatorns anslutningar inte har någon galvanisk förbindelse med jord, kapacitiv och induktiv koppling är minimerad och att den är gjord så symmetrisk som möjligt.

När man diskuterar problem men ”obalans” så måste man betrakta hela systemet och inte bara enskilda komponenter. Om man får balans eller obalans i en överföring är inte primärt beroende på vilken typ av matarledning man använder utan det beror på hur den ingår i systemet.

MYT 3

”Om man gör en strömbalun genom att linda en spole av koaxialkabeln som matar antennen så påverkas inte strömmarna inne i koaxialkabeln eftersom kabeln är skärmad.”

Ovanstående påstående är felaktigt. Att inte strömmarna inne i koaxialkabeln påverkas beror inte på att kabeln är skärmad. Strömmarna i innerledaren och på skärmens innersida är alltid i balans i en koaxialkabel. Fälten från dessa strömmar tar ut varandra och ger inte upphov till något magnetfält varför strömbalunen inte påverkar dessa.

Om koaxialkabeln matar en ”obalanserad antenn” så får man en ström som ”går fel väg” d.v.s. på skärmens utsida. Strömbalunen påverkar bara den ström som flyter på skärmens utsida eftersom den ger upphov till ett fält.

Här finns det utrymme för lärorika praktiska experiment. Gör en strömkrets med en ca 5 meter lång isolerad ledare och anslut den till en lämplig växelströmskälla - det behöver nödvändigtvis inte vara en sändare men du bör välja frekvens och magnetiskt material på ett lämpligt sätt. Vad som är lämpligt får du fundera ut själv. Eventuellt behöver strömmen begränsas genom att man kopplar ett motstånd i serie. Se till att du kan mäta strömmen i kretsen.

1. Ställ in signal/strömkällan och ditt mätinstrument så du får ett lämpligt värde på strömmen och notera värdet.
2. Linda på 2 meter av ledaren på en ferrit- eller järnkärna. Notera storleken på strömmen. Den bör ha sjunkit om du valt rätt frekvens och rätt typ av kärna – vilket är en förutsättning för experimentet!
3. Linda av kärnan och linda på 2 meter av både ”till- och returledaren” parallellt, d.v.s. bifilärt, och notera strömmen.

Strömmen bör i stort sett vara lika stor i punkt 1 och 3, men bör vara påtagligt mindre i punkt 2. Om inte teori och praktik stämmer överens så brukar det alltid vara fel på praktiken. Oftast har man då bortsett från någon parameter eller inte förstått eller använt teorin på rätt sätt.

Även om inte alla parametrar är beaktade i detta experiment, som t.ex. kapacitiv koppling mellan varven, så tror jag att experimentet ändå ger ett signifikant resultat för att demonstrera principen. Lycka till och glöm inte bort elsäkerhetsaspekten.

MYT 4

”Strömbalunen justerar fasläget mellan strömmarna i innerledaren och skärmen så att de kommer i motfas.”

Detta påstående är fel. Strömmarna inne i en koaxialkabel är alltid i balans d.v.s. lika stora och i motfas. Det som strömbalunen åstadkommer är att öka impedansen för den oönskade strömmen som flyter på koaxialkabelns utsida.

SUMMERING

1. Obalans i ett elektriskt system innebär att strömmarna i till- och returledning som matar lasten inte är lika stora – de är i obalans.
2. Obalans är inte samma sak som missanpassning
3. Obalans i en antenn orsakas av att antennen/antenninstallationen inte är symmetrisk. Osymmetrin innebär att de bägge antennhalvorna inte har lika stor koppling till omgivningen. Detta resulterar i att man får oönskade strömmar på utsidan av koaxialkabelns skärm.
4. För att minimera obalans i ett antensystem skall man i första hand se till att man har en så symmetrisk antenn/antenninstallation som möjligt. Är detta inte tillräckligt så kan man minska obalansen ytterligare genom att öka impedansen i den strömkrets där de icke önskade strömmarna flyter, t.ex. genom att använda en strömbalun.
5. Obalans i ett RF-system kan orsaka EMI-problem. I värsta fall kan obalans resultera i skador på elektronisk utrustning eller i personskador.
6. Grundorsaken till att obalans kan orsaka EMI problem i är att det inte finns balanserade in- och utgångar i amatörradioinstallationer och i annan elektronisk utrustning. Om alla in- och utgångar i förstärkare, TV-apparater m.m. hade varit balanserade så hade risken för EMI-problem minskat. Om tillverkarna inte snålat utna försett in- och utgångar med EMI-filter så hade risken minskats ytterligare.
7. Det är inte meningsfullt att fokusera på huruvida en enskild komponent, t.ex. en koaxialkabel, är klassificerad som balanserad eller obalanserad. Det är först när vi integrerar dessa komponenter i ett system som vi kan dra slutsatser om hur dessa komponenter eventuellt påverkar balansen i det totala systemet.
8. Man löser inte problem med obalans i en sändarinstallation genom att ersätta den ”obalanserade” koaxialkabeln som matar antennen med en balanserad kabel, t.ex. en stege.
9. Om vi har en matchbox med balanserad utgång och vi dristar oss till att använda en koaxialkabel för anslutning till antennen så innebär inte det att vi får obalans i systemet.

10. Om man bifilärlindrar en spole där strömmarna i respektive ledare är i motfas får man ingen induktansökning eftersom det resulterande fältet från de bägge ledarna i stort sett blir noll.
11. Strömmarna i innerledaren och på skärmens insida i en koaxialkabel, är inbördes lika stora och i motfas.