

15. JORDNING

Författare Bertil Lindqvist, SM6ENG.

Redaktionell bearbetning för ESR - Anders Stigö, SM6WLH.

Det finns många myter eller kanske skall vi kalla dem för missuppfattningar om varför och hur man jordar sin utrustning. Detta är kanske inte så konstigt eftersom jordningsproblematiken är mer komplicerad än vad många tror. I denna artikel belyser jag bara några de viktigaste aspekterna och ger en del förslag till konkreta åtgärder/lösningar.

OBS! De förändringar av elsystemet som jag föreslår måste utföras av en behörig elektriker och godkänd CE-märkt material måste användas!

Eftersom området har kopplingar till personsäkerhetsfrågor och/eller skador/påverkan som kan uppstå på utrustning och EMC-frågor, så berör jag ytligt även dessa frågor.

Ibland ansluter man sig till jord för att skapa en motvikt till sin antenn. Detta behandlas inte här eftersom jag anser att detta snarare är en antennfråga än en jordningsfråga.

Notera att jag med ordet jordströmmar här enbart avser de 50 Hz växelströmmar som förorsakas av potentialskillnader i vårt elnät. Notera även att ordet **neutralledare** numera har ersatt ordet **nolla**.

Det är helt avgörande att man har klart för vad det är för problem som man vill åtgärda genom att jorda sin utrustning. Är problemet relaterat till:

- Personsäkerhet
- Åska
- ESD
- Jordströmmar (50Hz)
- RF-strömmar

Typiskt för dessa problem är att det ofta är så att samtidigt som man åtgärder ett problem relaterat till ett problemområde så "aktiverar" man ett annat problemområde. Om man t.ex. löser frågan med personsäkerhet så ökar man istället risken för att få problem med jordströmmar. Orsaken till detta är i regel att man inte angriper grundorsaken vilket i sin tur kan leda till att man senare får ytterligare problem när man t.ex. gör en modifiering i sitt system. Jag behandlar dessa problemområden nedan och ger en del konkreta råd. Jag ger även på sidan 11 ett förslag på "totallösning" för en amatörradioinstallation där alla jordningsaspekter beaktas.

Vårt svenska elsystem.

Figuren nedan illustrerar vårt svenska elsystem.

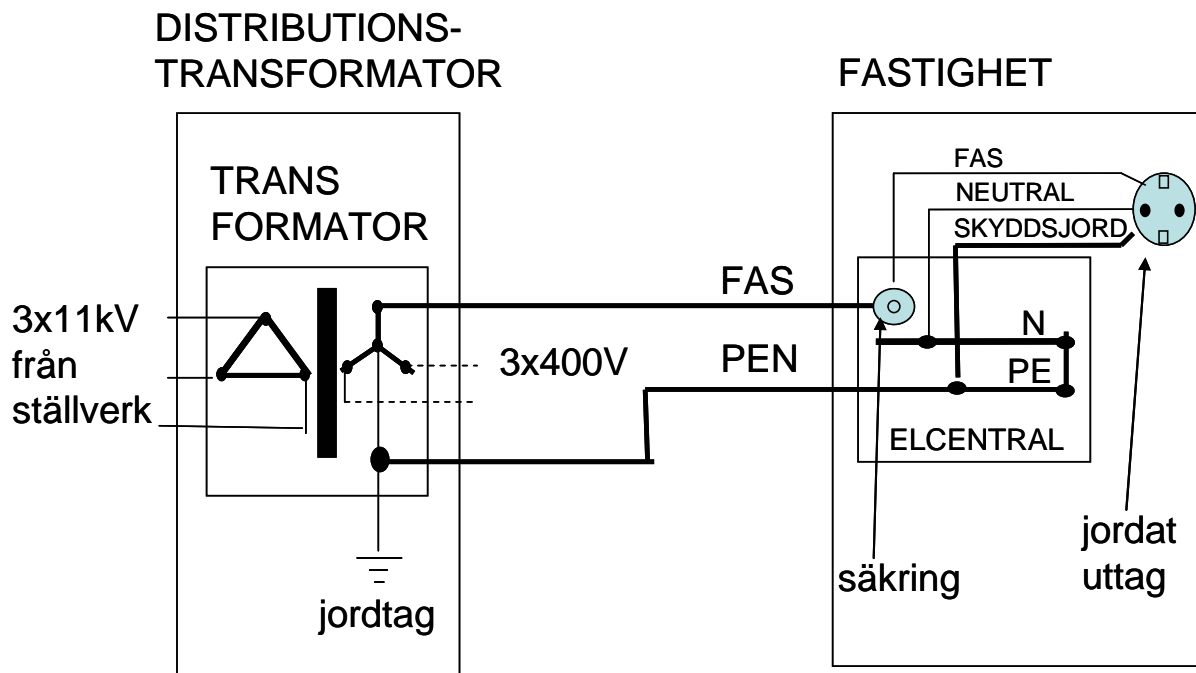


Fig. 1 - Förenklat principschema över eldistribution från ett ställverks distributions-transformator till en fastighet via 4-ledarsystem. I figuren visas för tydlighets skull bara en fas till fastigheten.

1. När man hanterar jordningsproblem så är det nödvändigt att förstå hur vårt svenska elsystem är uppbyggt. Man måste förstå vilken relation skyddsjorden har med de övriga ledarna i ett elsystem samt hur skyddsjorden relateras till jordpotential. Jag går inte in på detaljer eller varianter av olika 3-fas system men jag måste förståelsens skull ta upp följande "normalfall", se figur 1 ovan.
2. Från ställverket matas kraften ut till distributionstransformatoren. En distributionstransformator är en Δ -Y-kopplad trefastransformator som t.ex. kan vara placerad i en stolpe. Delta-kopplingen är ansluten till en högspänningsmatning på t.ex. 3x11 kV från ställverket. Y-sidan på transformatorn matar ut 3x400 V till ett antal fastigheter. Spänningen 230 V erhålles mellan fas och neutralledare och 400 V erhålles mellan två faser. Neutralledaren är ansluten till "mittpunkten" på Y-sidan.
3. Neutralledaren på Y-sidan ansluts till ett jordtag och hädanefter benämns denna ledare för PEN-ledare.
4. I den egna elcentralen är PEN-ledaren ansluten till skyddsledarskenan PE (**P**rotective **E**arth). Skyddsledarskenan är i sin tur ansluten till neutralledarskenan N med hjälp av en "nollskruv".

5. Alla skyddsjordar i fastigheten ansluts till PE-skenan. För skyddsjorden används enligt norm alltid gulgrön kabel för att undvika förväxlingar. Varning! I gamla installationer stämmer detta inte alltid. Förr var det t.ex. vanligt med röd skyddsjord.
6. Även om skyddsjorden är ansluten till PEN-ledaren så får den ALDRIG användas som återledare utan den skall endast användas för skyddsjordning. Den enda gången som skyddsjorden fungerar som återledare är när chassiet i en skyddsjordad utrustning kommer i kontakt med fasen på grund av fel i utrustningen. Då blir det en kortslutning som löser ut nätsäkring. Det är därför viktigt att alla kabelareor är rätt dimensionerade i förhållande till säkringen, så att det inte blir för stort spänningsfall vid kortslutning, för då löser säkringen inte ut. Även om säkringen inte skulle lösa ut så blir det oftast inte 230V i det skyddsjordade chassiet utan spänningen där kan bli betydligt lägre p.g.a. spänningsdelning men det kan uppstå brand p.g.a. av att ledningar blir överhettade.

Notera att det flyter en ström i PEN-ledaren p.g.a. av att vi oftast inte belastar alla de tre faserna exakt lika mycket. Därför kommer PE-skenan och den sammankopplande N-skenans spänningspotential att skilja sig åt mellan olika fastigheter. Det blir ett spänningsfall i PEN-ledaren eftersom dess resistans inte är noll. Observera att i vissa installationer är PEN-ledaren ansluten till extra jordtag. I andra installationer används ibland ett 5-ledarsystem istället för ett 4-ledarsystem. Dessa åtgärder reducerar spänningsskillnaden men de tar inte bort den helt.

Kom ihåg!

1. Neutralledaren i den Y-kopplade transformatorlindningen på distributionstransformatoren ansluts till ett jordtag och blir därmed relaterad till jordpotential. Den utgående ledaren från denna punkt kallas PEN.
2. Alla skyddsjordar i fastigheten ansluts till PE-skenan i elcentralen.
3. Alla neutralledare ("nollor") ansluts till N-skenan i elcentralen.
4. Faser ansluts via säkringar i elcentralen.
5. OBS! Skyddsjordar som tas ut från olika ställen har oftast olika spänningspotential. I en bostad kan jordpotentialen mellan två jordade uttag skilja sig åt, trots att de är anslutna till samma jordpunkt i elcentralen d.v.s. till PE-skenan.

Personsäkerhet.

Personsäkerhet begränsar vi här till personskada som kan uppstå genom att utrustningen förorsakar att man får skadlig ström genom kroppen. Givetvis talar vi här om normal användning där man inte har öppnat chassiet osv. Jag förutsätter även att man använder godkänd utrustning och går inte in på detta, utan vi begränsar oss här till jordningsproblematiken.

Nu bör det nämnas att även hög RF-potential som kan uppstå när man sänder också är en personsäkerhetsfråga. Man kan ju få brännskada av RF. Denna problematik lämnar vi åt sidan här - den tas upp i avsnittet som behandlar RF-jordning.

Med spänningsförande avser vi att chassiet får farlig spänningspotential i förhållande till jord. Ur personsäkerhetssynpunkt vill man säkerställa att chassiet etc. inte blir spänningsförande. Ett sätt att åstadkomma detta är att se till att man har en mycket bra isolation varvid man inte behöver skyddsjordning. Ett annat sätt är att använda sig av skyddsjord som ansluts till apparatens metallhölje.

Om en spänningsförande kabel i enheten lossar och kommer i kontakt med ett apparathölje gjort av metall så blir höljet strömförande. Om en person tar i ett spänningsförande hölje och samtidigt tar i något annat föremål som är förbundet till jord så flyter det en ström genom kroppen. En enkel åtgärd att förhindra denna personsäkerhetsrisk är att ansluta chassiet till skyddsjord. Detta resulterar i att nätsäkringen i apparaten löser ut och/eller nätsäkringen i elcentralen löser ut förutsatt att man använt rätt säkring i förhållande till kabelarean.

Åska.

Det är omöjligt att helt gardera sig för skador om man får en direktträff av en åskblixtn i sin antenn eller sin antennmast. Även om man inte får en direktträff utan åskan slår ner i omgivningen, så induceras spänningar i allt ledande material p.g.a. av de kraftiga fält som blixten förorsakar. Jag kommer inte ge en komplett redogörelse för hur man skyddar sig mot åskans verkningar utan bara ta upp de viktigaste punkterna.

Det finns en del myter inom det här området också. En vanlig myt är ”jordar jag inte min antennmast så lockar jag inte ner blixten”. Man bör ha klart för sig att det är potentialskillnaden som ”lockar blixten”. Det torde vara väldigt svårt att undvika att en mast inte ligger omkring jordpotential även om vi inte jordar den. Sedan är det mycket i terrängen som påverkar var åskan slår ner. Självt har jag haft ett antal åsknedslag på c:a 100 meters avstånd. Blixten slog dock inte ner i min antennmast, men väl i 11-kV kraftledningen i närheten. Trots närheten till dessa blixtnedslag har jag aldrig fått några skador på min radioutrustning men väl på utrustning ansluten till telefonnätet.

Åtgärder.

1. Det bästa åskskyddet får man om man kopplar loss samtliga kablar till din utrustning.
2. Det näst bästa skyddet är om man isolerar dig galvaniskt från elnätet och dess skyddsjord med hjälp av en isolationstransformator med skärm mellan lindningarna.
3. Mittpunkten på transformatorns 2x115V lindning använder man som egen skyddsjord – se mitt totalförslag nedan.
4. Har man luftburna ledningar så är det ju givetvis bra om man kan få dessa utbytt till nergrävd kabel.
5. Komplettering med överspänningsskydd typ GAP är inte fel. GAP utgörs av två elektroder med ett inbördes avstånd som resulterar i ett överslag vid en viss spänning.

ESD.

De flesta halvledarkomponenter är mer eller mindre känsliga för ESD, Electro Static Discharge. Jag har sett att det slarvas ganska mycket med ESD-skydd när man reparerar utrustning, sätter i minneskort eller liknande. Lösa komponenter är ännu känsligare än de som sitter inlödda – speciellt om man tar ut kretsen ur dess ESD-skydd. Det finns lite myter även inom detta område och det finns därför anledning att skaffa sig kunskap om detta om hur man hanterar sådana kretsar.

När jag ibland påpekat att man slarvar med avledande ESD-skydd har jag fått svar som ”det har aldrig gått sönder något” eller ”de moderna kretsarna innehåller skyddsdiodes” eller ”det går bra om jag håller i enheten samtidigt”. Jag vill bemöta dessa påståenden:

1. Även om kretsen inte går sönder vid reparationstillfället eller vid t.ex. byte av minneskort eller liknande, så kan kretsen ändå få en skada som gör att den går sönder senare. Jag har sett exempel i industrin där kretsar går sönder ett år efter man hanterat kretsarna felaktigt ur ESD synpunkt.
2. Det är sant att man infört mer skydd mot ESD i kretsarna men det ger inget 100 % skydd.
3. Det kan hjälpa att hålla i enheten om man gör det på rätt sätt, men har man en lös krets så kan den blivit uppladdad – speciellt om den inte är kvar i sin ESD-godkända förpackning.

Man skall alltså ha stor respekt för ESD och anledningen till att jag nämner detta här, är att det finns en ”jordningsaspekt”. Man skall jorda sig via speciellt avledande armband som innehåller c:a 1 Megaohms serieresistans för att begränsa strömmen igenom kroppen om man kommer åt spänningsförande delar. Jordar man sig så begränsas strömmen genom kretsen om man skulle komma åt en krets som är uppladdad. Man skall använda avledande ESD-förpackningar, ESD-underlag, ESD-kläder och ESD-skor när man hanterar dessa kretsar. Allt för att minimera statisk elektricitet och för att utjämna potentialskillnader.

Jordströmmar.

Detta avsnitt behandlar jordströmmar som är relaterade till vårt elnät och kan resultera att vi får oönskat 50 Hz brum på våra signaler.

Vad är jordströmmar? Det är strömmar som uppstår p.g.a. att man har anslutit vår utrustning till flera jordpunkter som har olika spänningspotential. Eftersom man måste ansluta skyddsjord till vår utrustning för att undvika personskada så har man redan där en anslutning till jord. Ansluter man utrustning till ytterligare en eller flera ”jordpunkter” så får man mer eller mindre jordströmmar vilka under vissa betingelser kan orsaka problem.

Om man jordar en antennmast med hjälp av t.ex. jordspett så kommer spänningspotentialen inte att vara densamma för mastens jordpunkt som potentialen på skyddsjorden i husets 230V uttag. T.ex. kan det även handla om att man kopplar in en antenn på taket som har kontakt med plåttak, åskledare etc. som i sin tur är anslutna till jord. Om man nu kopplar ihop mastens jordpunkt med skyddsjorden i utrustning t.ex. via skärmen i koaxialkablarna så får man en jordström. Denna ström förgrenar sig via utrustningen och dess anslutningar vilket kan förorsaka brum. Det kan vara mycket komplicerat att hitta sådana jordströmmar och det gäller att ha koll på alla förbindelser mot jord och det viktigaste är att man försöker bygga bort denna problematik redan från början.

Orsaken till att man får brum i en utrustning är jordströmmar kombinerat med det faktum att man oftast använder obalanserade mikrofoningångar etc. där återledaren för signalen går i skärmen. Om t.ex. ansluter ljudingången på en dator till ljudutgången på en tranceiver via en skärmad kabel så kommer en jordström att flyta via skärmen om det finns potentialskillnad mellan enheterna. Detta p.g.a. att skärmarna normalt är anslutna till chassijord. Eftersom skärmen även används som återledare för signalen kommer man få en överlagring av 50Hz nätbrum på LF-signalen.

Kom ihåg!

1. Jordströmmar uppstår när vi ansluter oss till jordpunkter med olika potential.
2. I de flesta fall har vi större eller mindre potentialskillnad mellan skyddsjordar i olika eluttag.
3. Vi har också potentialskillnad mellan fastighetens skyddsjord och en jordpunkt för t.ex. antennmast.
4. Problem (brum) orsakade av jordströmmar är i huvudsak relaterade till att vi har obalanserade in/utgångar i våra system.

Om man får brum i sin utrustning förorsakat av jordströmmar, (inte brum som orsakas av dåliga kontakter eller dålig skärmning), så finns det två typer av åtgärder mot detta:

- TYP 1 - (kanske den vanligaste) är att man ser till att så mycket som möjligt av jordströmmen går en annan väg än över anslutningskablarna till in- och utgångarna, vilket är det samma som att försöka få samma potential på enheternas chassi.
- TYP 2 - handlar om att öka störtåligheten på ingångarna.

I listan nedan är åtgärd 1-3 relaterade till TYP 1 och resterande åtgärder är relaterad till TYP 2.

Åtgärder.

1. Försäkra dig att du bara har en punkt som är ansluten till jord i din utrustning. Om din utrustning innehåller en dator med modem så får detta modem inte vara trådanlutet och hänga ihop med telefonnätet! Använd ett trådlöst modem, det är bra även ur åksynpunkt. Har du nu antenner eller kablar till antennerotor som är jordade i en annan punkt, typ i antenmast eller tak så är detta ett svårare fall, i mitt förslag till totallösning på sidan 10 tar jag upp detta.
2. Skaffa en ordentlig jordskena i ditt shack och anslut den till skyddsjorden. Jordskenan får inte bestå av klen kabel utan bör bestå av en kopparplåt c:a 10 cm bred som löper bakom dina apparatenheter. Att välja en bred kopparplåt istället för en kraftig kabel är fördelaktigt ur RF-synpunkt. Löd skärmstrumpor på plåten och anslut dem ordentligt till respektive enhet. Ur RF-synpunkt skall dessa skärmstrumpor vara så breda och korta som möjligt.
3. Använd alltid ”**stjärnkonfiguration**” d.v.s. seriejorda inte en enhet genom att ansluta den till jorden på en annan enhet, utan använd den gemensamma jordskenan.
4. Anslut in- och utgångar genom att använda balanserade transformatorer. Det finns sådana att köpa. De är bra att använda när man t.ex. vill koppla ihop in/utgångar mellan dator och tranceiver. Ofta inkluderar dessa även optokopplare som galvaniskt isolerar styrsignal för TX från datorns RS232-anslutning.
5. Om du har möjlighet att använda in/utgångar med högre signalnivå, t.ex. en linjeingång istället för en mikrofoningång så reducerar detta också brummet.

RF-strömmar.

Om man får RF-strömmar/spänningar i sin utrustning när man sänder är anledningen:

1. Man har RF-strömmar på utsidan av skärmen på koaxialkablarna till antennen.
2. Det elektromagnetiska fältet från antennen inducerar spänningar i kablar och utrustning.

Punkt 1 ovan är orsak till det vanligaste och största problemet. Dessa RF-strömmar/spänningar kan resultera i:

1. Att man bränner sig (personsäkerhetsfråga).
2. Distorsion av signalen (störning av egen elektronik).
3. Störning av annan elektronik.
4. Att utrustning tar skada.

Jag misstänker att de flesta någon gång råkat ut för punkt 2 ovan. Det finns en del myter även om detta område. Ett påstående är att problemet är relaterat till att man har högt SVF vilket jag anser är felaktigt. Se myt nr 11 på ESR:s hemsida. Man hör också ofta att problemen beror på att man inte jordat sin utrustning ordentligt vilket inte alls behöver vara primärorsaken.

Om vi har problem med RF i chassi etc. så skall man ha klart för sig att det inte är lätt att lösa detta problem genom bättre jordning. En bra RF-jord är mycket svår att åstadkomma. I de fall där det finns en bra jordpunkt på nära håll t.ex. i en bil eller en båt med stålchassi så kan det fungera.

Beakta att en ledare har induktans och ju längre och klenare du gör denna ledare ju högre blir induktansen. Att försöka jorda bort sina RF-problem genom att t.ex. ansluta en jordning till skyddsjorden är ingen effektiv lösning och den kan t.o.m. vara direkt olämplig, även om den kan ge sken av att man löst problemet. Varför? Jo man kan få EMC-problem eftersom jordkabeln även fungerar som antenn och strålar ut stora delar av den effekt som man vill ta bort genom jordning. Skall man åstadkomma en hyfsad jordning gäller det att använda så breda och korta förbindelser som möjligt, typ kopparremmar. Detta är användbart för att jämna ut RF-potential mellan enheter men det är fortfarande mycket svårt att bli av med RF-strömmar/spänningar i chassiet. Det finns även en del produkter som sägs ge en lågohmig jord genom att man ansluter sig till jord via en serieresonanskrets, men jag anser fortfarande inte att detta är den bästa lösningen.

Det riktiga sättet är att i första hand angripa grundorsaken till problemet genom att se till att RF inte når din utrustning, eller åtminstone att reducera RF-strömmarna avsevärt. Detta gör man genom att se till att signalvägen för dessa RF-strömmar blir så högohmig som möjligt. Man bör i möjligaste mån undvika att använda ”obalanserade” antenner som resulterar i att RF-ström går på utsidan av koaxialkabels skärm. Antenner som kandiderar till detta är ändmatade trådentenner, FD4, och vertikaler med dålig motvikt. I de fall man har möjlighet att komplettera med en bra jordning så gör man givetvis detta också.

Kom ihåg!

1. Övervägande delen RF-problem i din utrustning orsakas inte av dålig jordning eller av högt SVF utan av att du har obalans i ditt antensystem och att det därigenom flyter det RF-strömmar på utsidan av skärmen i koaxialkablarna.
2. Det är mycket svårt att bli av med RF-spänningar i chassiet genom att försöka jorda bort dessa. Det primära angreppssättet är att försöka stoppa/hindra/minska RF-strömmarna redan vid källan.
3. Den kabel som du använder för att ”jorda bort” RF-spänningar i din utrustning kommer att fungera som en antenn och stråla ut en del av den RF-effekt som du vill bli av med, vilket i värsta fall kan leda till nya problem.
4. Om det gäller installation i fordon, bil, båt eller flygplan etc. så är det ännu viktigare att se till RF-ström endast flyter på insidan av koaxialkabeln till antennen och att den inte letar sig fram på andra vägar.

Åtgärder.

1. Trä ett antal ferritkärnor avsedda för aktuell frekvens utanpå koaxialkablarna för att hindra/minska RF-strömmarna på utsidan av koaxialkabelns skärm.
2. Om det gäller installation i fordon så skall man även trä ferritkärnor på strömförsörjningskablarna, både plus och minus, så nära sin tranceiver som möjligt, samt jorda sin tranceiver och eventuell avstämningseenhet med breda korta jordflätor till en bra jordpunkt i fordonet.
3. Undvik att använda ”obalanserade antenner” av typen ändmatad longwire, FD4 eller vertikalantenner med dålig motvikt.
4. Överväg att använda balun – se myt nr 11 på ESR:s hemsida.

Jag blir inte förvånad om någon kritiserar denna artikel genom att säga att man minsann lyckats bli av med RF-problem genom att jorda sin utrustning eller kommer med standard klyschan ”praktik och teori är två skilda saker” Jag vill redan här ta tjuren vid hornen och säga att det mycket väl kan hända att personen ifråga lyckats bli av med, eller snarare reducerat, sina RF-problem genom att dra en extra anslutning till elcentral, element eller liknande. Men det innebär inte att det är den bästa lösningen och det innebär inte att personen ifråga förstår hur det hänger ihop. Han kanske t.ex. inte inser att en del av den RF-effekt han blivit av med från sin utrustning nu strålas ut på diverse andra platser. Några grannar kanske får EMC-problem. Om det gäller radioinstallationer i bilar, båtar och flygplan så är det ännu viktigare att kunna området eftersom här kan en dålig installation resultera i missvisande instrument eller i värsta fall att elektronik förstörs.

Förslag till totallösning för att minimera problem med jord- och RF-strömmar.

I förslaget nedan beskriver jag den lösning jag valt för min egen amatörradioinstallation. Förutom att man reducerar problemet jordströmmar så förbättrar den även utrustningens tålighet mot åska samt minskar risken för problem med RF-strömmar.

Lösningen består i att:

1. I stället för att använda skyddsjorden från sin elcentral skapar man en egen skyddsjord och isolerar sig galvaniskt från elnätet.
2. Man skapar en gemensam jordpunkt för utrustning och antennmast.
3. Se till att det inte finns några andra anslutningar mot jord än via den egna skyddsjorden som är samjordad med masten.
4. Minimera RF-strömmar på anslutna kablar.
5. Ordna så att man lätt kan koppla bort alla kablar anslutna till antenner och rotorerna innan kablarna kommer in i huset.

Punkt 1.

Sin egen skyddsjord och galvanisk isolation från elnätet åstadkommer man genom att ansluta en isolationstransformator med 230V in och 230V ut med mittnolla (2x115V), se fig. 2 nedan.

OBS! Det får inte vara en sparkopplad transformator!

Om man har stora effektuttag, som gör att det blinkar hos grannarna, så rekommenderar jag att man väljer en transformator med ingång för 400 V varvid man hämtar sin inspänning från två faser vilket sänker strömmen med en faktor på roten ur tre*. Helst skall transformatorn ha en skärm mellan in- och utgångslindningarna. Skärmen ansluts till elcentralens skyddsjord. Det är inte fel att ha extra hög isolation. Transformatorn skall med marginal klara din maximala strömförbrukning. Utgångens mittnolla används som skyddsjord. Din tranceiver plus alla andra tillhörande apparater, PA, antennrotor eller dator m.m. skall använda denna skyddsjord. Givetvis avsäkras man ingången samtidigt som man lägger in ett GAP överspänningsskydd vilka avpassas för aktuella spänningar på transformatoringången. GAP-skydd läggs in både mellan faser och mellan faser och skyddsjord. Då kommer säkringen att lösa ut vid överspänning. Man kan också komplettera med ett eller flera EMC-filer. Det är praktiskt att ha ett relä för tillslag så att du enkelt kan få en huvudströmbrytare för dit shack. Själva har jag transformatorn i källaren vilket är ytterligare ett skäl till att använda relä. Gör en egen elcentral för detta som inkluderar relä, säkringar etc.

* Rättat värde!

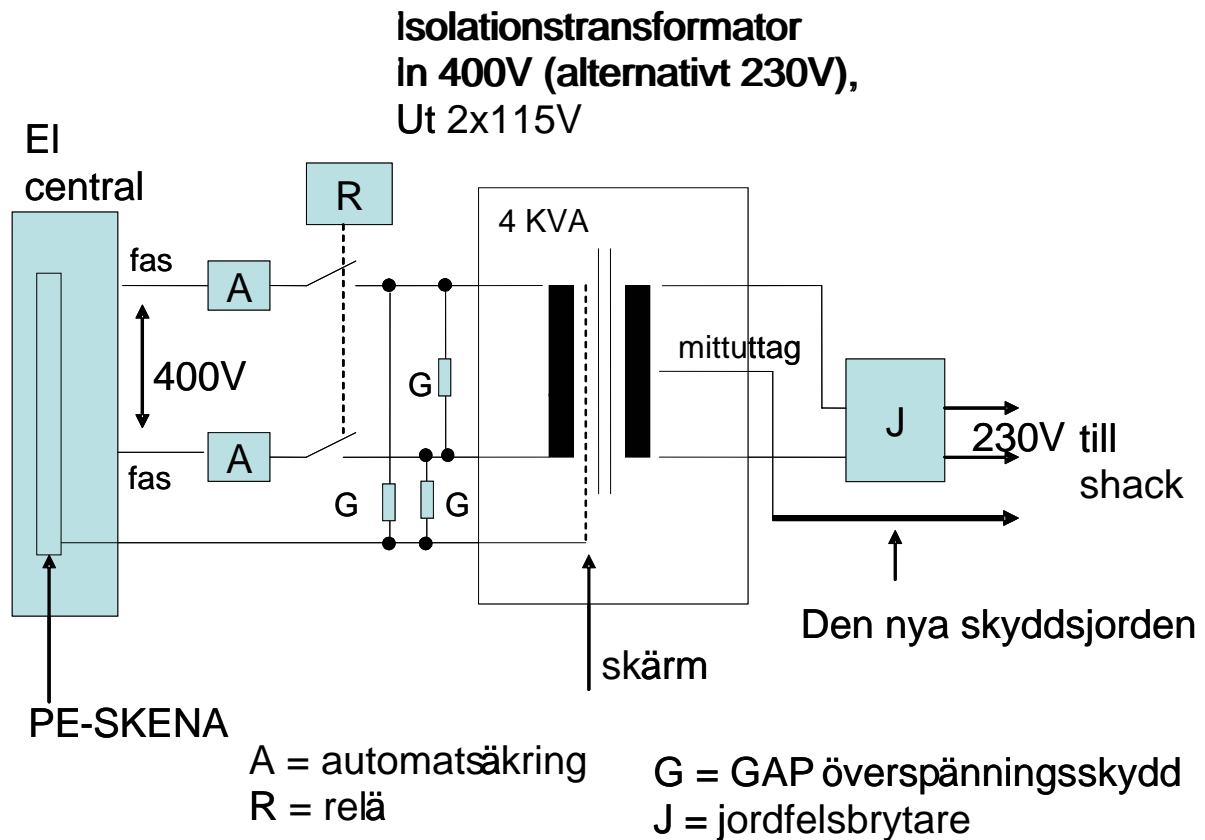


Fig. 2 - Galvanisk isolation från el-nätet med egen skyddsjord, dimensionering av isolationstransformatorn baseras på effektbehovet.

Punkt 2.

Om man har en mast så vill man sannolikt jorda den med tanke på åska etc. Se fig. 3 nedan. Många antenner har en galvanisk förbindelse mellan bommen och koaxialkabelns skärm och då får man en koppling till den interna skyddsjorden den vägen. Samma sak kan gälla för antennrotorn. Eftersom denna jordförbindelse är näst intill oundviklig ser vi till att göra vår jordning av masten så bra d.v.s. så lågohmig som möjligt. Jag skall inte i detalj beskriva detta här, men använd flera jordspett och/eller gräv ner en jordkabel som går i en ring runt mastföten och anslut masten via flera kraftiga kablar. Anslut en kraftig jordkabel mellan masten och jordskenan i shacket. Om du inte har mycket jord under masten och måste dra långa jordkablar så tänk på att dessa utgör en induktans. Vid åsknedslag kommer dessa att fungera som lågpasfilter d.v.s. det blir en högre spänningspuls än om man hade haft kort ledare. Även om din radioutrustning är samjordad med ställverkets jord via jordningen av masten så är det fortfarande en fördel att gå den vägen än via husets jordsystem. Genom denna lösning undviker man jordströmmar eftersom radioutrustningen bara är ansluten till en jordpunkt. Om vi även hade anslutit oss till husets skyddsjord så hade vi sannolikt fått en potentialskillnad med jordströmmar som följd, trots att husets skyddsjord också är relaterad till ställverkets jord.

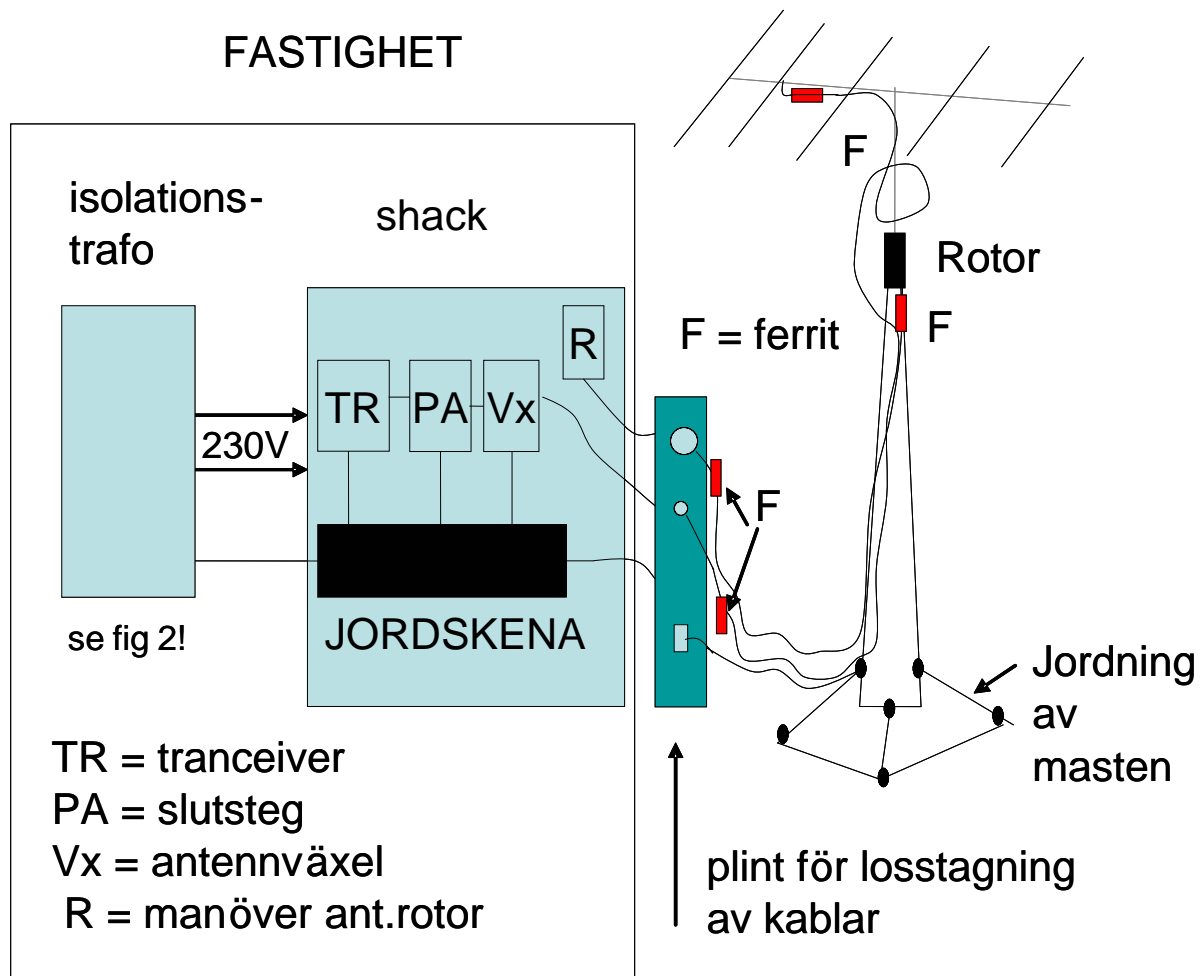


Fig. 3 - Samjordning av antennmast och egen skyddsjord.

Punkt 3.

Se till att all inspänning till isolationstransformatorn är frånslagen, koppla loss alla anslutningar till utgången på isolationstransformatorn och kontrollmät med en ohmmeter att du inte har galvanisk förbindelse mellan din egen skyddsjord på transformatorutgången och husets skyddsjord. Gör även en kontrollmätning att du har c:a 230 V på utgången och c:a 115 V mellan utgångarna och den egna skyddsjorden när spänningen till isolationstransformatorn är tillslagen. Obelastat kan dessa spänningar vara lite högre. Slå ifrån inspänningen till isolationstransformatorn, koppla in alla förbrukare tillhörande riggen, lossa alla kablar till antenner och antennrotorer och mät resistansen mellan din separerade skyddsjord och till skyddsjorden i huset i något annat vägguttag. Om du har en dator ansluten via modem skall det vara ett trådlöst modem för att inte få förbindelse till jord via telefonnätet. Det skall inte finnas galvanisk förbindelse mellan din egen skyddsjord d.v.s. din ohmmeter skall visa ett mycket högt värde. Visar ohmmetern ett lågt värde är det bara att systematiskt försöka hitta orsaken.

Punkt 4.

Trä ett antal ferritkärnor avsedda för använd frekvens, utanpå koaxialkablar och kabel till antennrotor vid anslutningarna till dessa. Detta minskar RF-strömmarna eftersom ferritmaterialet ökar induktansen i ledningen, d.v.s. RF-motståndet ökar. Se fig. 3. Om man använder sin tranceiver i bil, båt eller flygplan så är det extra viktigt att se till att RF endast går inne i koaxialkabeln till antennen och inte letar sig några andra vägar. Trä ferritkärnor utanpå koaxialkabelns skärm. Trä även ferritkärnor på strömförsörjningskablar, både plus och minus, så nära tranceivern som möjligt. Jorda tranceiver, eventuell avstämningseenhet etc. med korta breda jordflätor direkt i en bra jordpunkt i fordonets chassi.

Punkt 5.

Du bör kunna koppla bort eller på annat sätt lösgöra alla kablar som går till dina antenner, rotorer etc. på utsidan av ditt hus/lägenhet för att minimera problem vid åska. Gör därför en anslutningsplint på utsidan av fastigheten – se fig. 3. Har du en mast är detta extra viktigt och man bör ta för vana att koppla loss dessa kablar om man reser bort. Har man en antennväxel bör man alltid sätta den i ett läge så antennanslutningen till riggen inte är ansluten till någon antenn när man inte använder utrustningen.