



Högrekvensmetoden för jordtagsmätning på kraftledningsmaster utan att bryta jordkretsen

Kraftledningar ska ständigt leverera energi, därför måste de hållas i gott skick samt underhållas noga. En viktig del i underhållsarbetet är att ha bra jordanslutningar på alla kraftledningsmaster och transformatorstationer. I händelse av kortslutning måste jordanslutningen med sin låga impedans skydda liv och elektrisk utrustning.

Vid ett eventuellt blixtnedslag måste energin gå i jord. Därför är det nödvändigt att kontrollera alla masters jordanslutningar. I praktiken kan inte denna mätning utföras då luftjorden som är sammanbunden med alla master på linjen förhindrar mätning av en enskild mast. Antingen måste jordvajern eller samtliga jordanslutningar på mastbenen tas bort. Både dessa metoder är tidskrävande samt är potentiellt farliga då man måste klättra i höga master.

Det är dessutom lätt att göra fel med så många moment. Om jordanslutningarna till benen tas bort är det fortfarande en anslutning kvar, jordvajern som förbinder samtliga master på linjen.

Att kontrollera jordsystemens förmåga att klara blixtnedslag, med en frekvens över 128Hz är inte möjligt att göra med en vanlig jordbrygga. De nya produkterna från Chauvin-Arnoux är utvecklade för att analysera frekvensberoendet på jordsystemets impedans säkrare, enklare och snabbare samt att få repeterbara mätresultat.

Chauvin-Arnoux presenterar högfrekvensmetoden

CA6472 är en jordbrygga med alla funktioner; resistans mätning, 3-tråds och 4-tråds mätning, potential mätning, eller jordspetts mätning med 2 strömtänger samt automatisk jordresistansmätning. Med CA6474 adapter, som är en förstärkare för ström och används med Rogowski spolar (Ampflex) istället för konventionella tångamperemetrar.

Mätområdet är mycket stort 41Hz till 5078Hz, det finns 91 fasta frekvenser inom detta område som scannas automatiskt under mätningen. Frekvensen kan även ändras manuellt under mätning för att analysera frekvensberoendet samt bestämma om jordtaget är induktivt, kapacitivt eller resistivt .

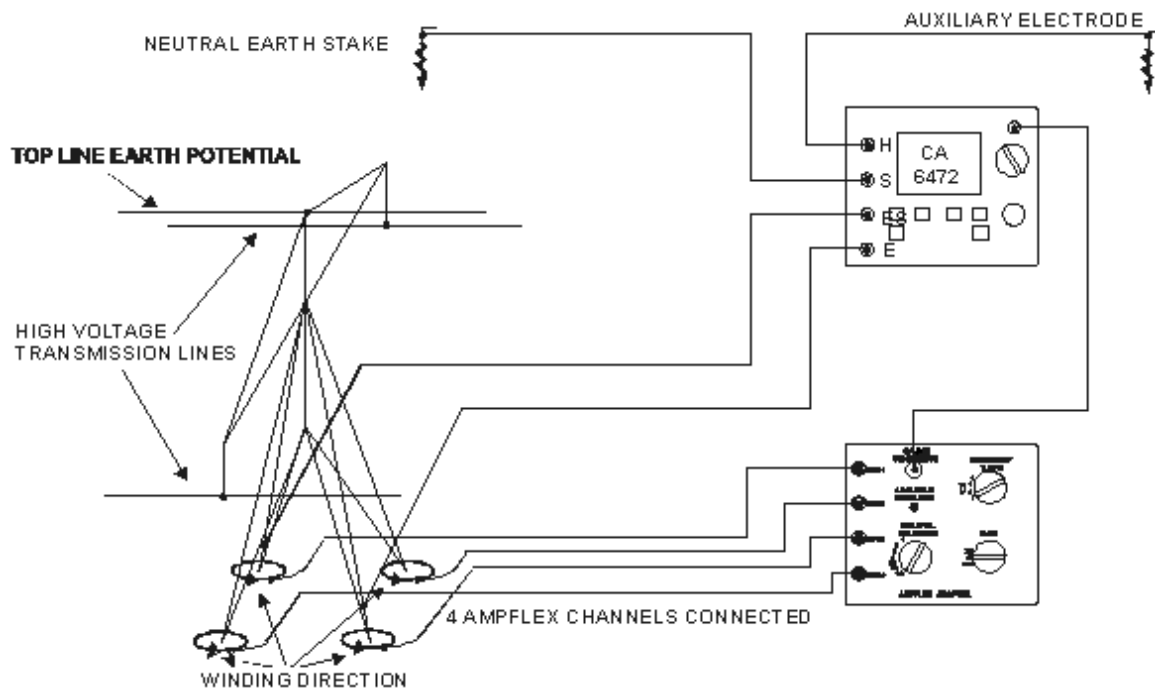
Vanligtvis mäter en jordbrygga mellan 55 till 128Hz, resultatet av att mäta vid så låga frekvenser ger ett totalt felaktigt värde när jordsystemet blir utsatt för ett blixtnedslag.

Blixtnedslag har vanligtvis huvuddelen av sin energi vid högre frekvenser. Med den speciella mjukvaran som medföljer CA6472 kan simuleringar göras med frekvenser upp till 20kHz.

Att veta vilken riktning impedansen tar vägen ger möjlighet att förebygga och ändra i jordsystemen på ett helt nytt sätt. Med denna unika mätprincip tillämpad på kraftledningar kan man se att med en ökad frekvens ger nätet impedansvärden som förhindrar energi och effekter från att delas via eller med kraftledningsmaster anslutna till jordsystemet.

Det ger möjlighet att göra noggrannare kontroller av funktionen på de enskilda jordsystemen.

Hur man mäter på en kraftledningsmast med högfrekvensmetoden



Om en enskild jordresistans på en kraftledningsmast ska mätas utan att bryta upp andra parallella resistanser, ska följande göras. Mätgeneratoren (G) på mätenheten sänder ström till kraftledningsmasten via anslutning "E". I den riktning som strömmen går genom jordsystemet samt kraftledningsmastens jordning ansluten till den. Strömloopen är ansluten till jord samt det extra jordsystemet (H). Den delen av strömmen mäts av adaptern CA6474 (Asel.) med Ampflex spolarna som ansluts till de 4 mastbenen.

Ampflex är anslutna till adaptern CA6474, och den är i sin tur ansluten till jordbryggan CA6472. Spänningen (V) mäts mellan anslutning "ES" vid kraftledningsmasten och vid jordspett "S". Strömmen och spänningen används för att beräkna jordimpedansen.

För ett rättvisande resultat rekommenderas att använda separata anslutningar för den tillförda strömmen och spänningsmätningen på kraftledningsmasten. Finns det möjlighet ska hjälpjorden för kraftledningsmasten till anslutning "H" samt jordspett "S" placeras rakt ut i förhållande till ledningens riktning. Helt idealt är att placera dessa på varje sida i ledningens riktning.

Fördelen med att göra detta är att förhindra att den närliggande jordpotentialen stiger på mastens hjälpjord och stör spänningsnivån på jordspettet. Om båda systemen på luftledningen är för nära på långa avstånd blir överkoppling oundviklig vid högre frekvenser.

Ampflex spolarna måste anslutas till alla fyra mastbenen så den totala strömmen i jordsystemet kan mätas.

Ampflex spolarna lindas med samma antal varv och riktning. Som den schematiska bilden visar är de anslutna till ingångarna på adapter CA6474. På den ställs antalet varv och förstärkning in samt ingångskanalen finjusteras. När inställningarna är gjorda kan en mätfrekvens mellan 41 till 5078 Hz väljas. Totalt finns 91 fasta frekvenssteg över hela mätområdet.

Innan mätningen rekommenderas det att kontrollera spänningen mellan hjälpojden för kraftledningsmasten samt kraftledningsmasten och hjälpojden. För detta finns en tryckknappsfunktion.

Kontrollen är för att se om den externa hjälpojden och jordspettet har rätt avstånd i förhållande till en neutraljord, baseras på mätningen av spänningen mellan hjälpojden och kraftledningsmast och mellan jordspett och kraftledningsmast.

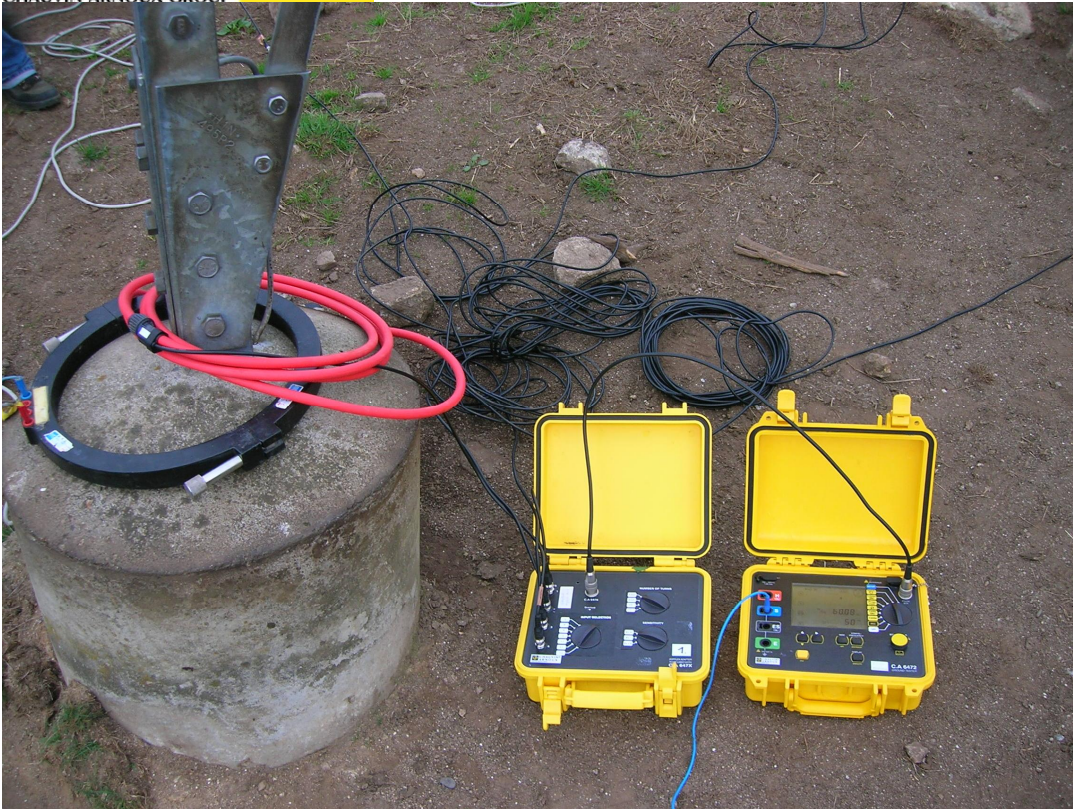
Om dessa är ungefär lika samt att dessa är placerade på var sida om ledningen, kan man anta att man har tillräckligt avstånd. Om båda spänningarna är lägre, måste avståndet vara större.

Inför start för mätning av jordresistansen på respektive kraftledningsmast kommer strömmen som mäts av de fyra Ampflex spolarna att läggas till vektorialt, de förstärks och sänds till adaptern CA6474 för beräkning.

Den analoga summan av den inkomna strömmen visas för att förhindra övermodulations fel i riktningen från ingången. I de fall en maximal ingångssignal har överskridit mätområdet varnar systemet med ljud och ljussignal på adapter CA6474. Händer det måste en lägre förstärkning väljas manuellt.

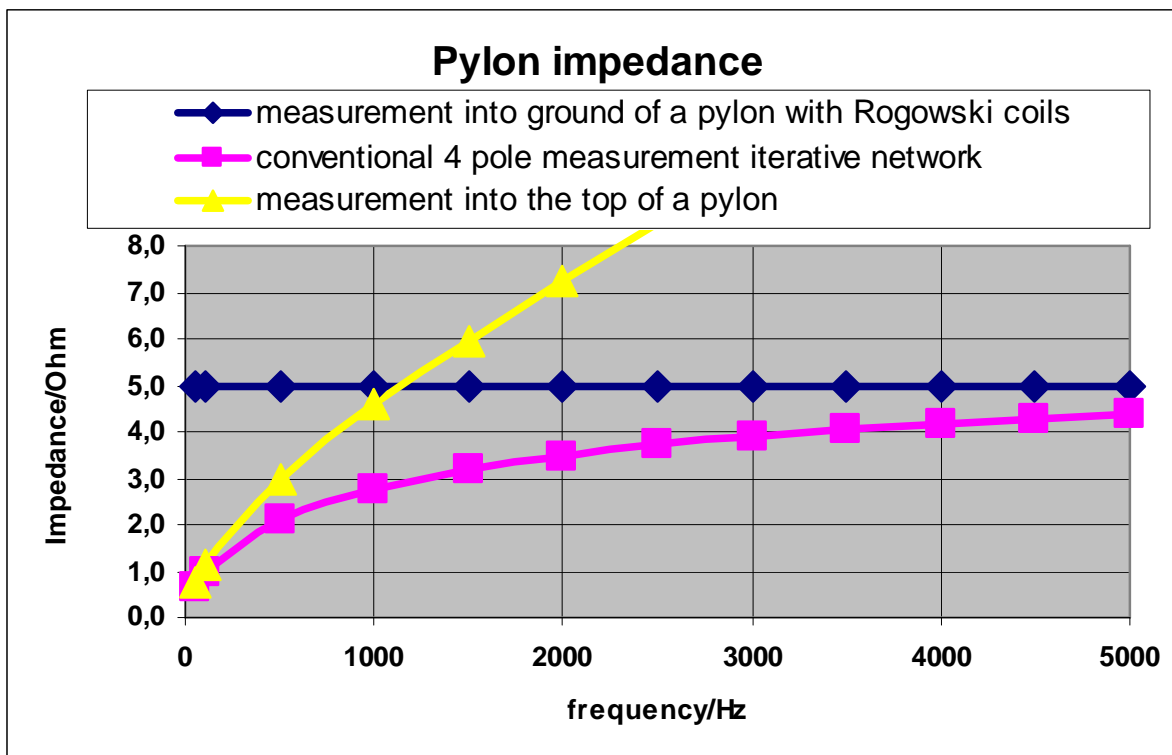
Mätvärdet kommer från spänningen i mellan jordspettet och pylonen samt strömmen som mäts i Ampflex spolarna. Spänningen och strömmen filtreras igenom ett smalbandsfilter så att endast grundtonen blir uppmätt. Signaler med frekvens om $\pm 20\%$ av den uppmätta frekvensen dämpas 120dB.

Ytterligare en fördel är mäta upp en impedanskurva med så kallat swep-mode vilket innebär att mätvärden vid olika frekvenser mäts och lagras automatiskt. Lagrade data kan enkelt sparas i Excel och göras till ett diagram för att enkelt se karaktäristiken på impedansen vid olika frekvenser i jordtaget.



Inledningsvis talade vi om att luftjorden är ihopkopplad till alla kraftledningsmaster på en kraftledning. Denna anslutning är inte enbart resistiv utan även induktiv på samma gång. Hittills har våra mätningar givit induktanser mellan 400uH till 1,2mH.

Om anslutningarna på jordsystemet är ovanför Ampflex spolarna på mastbenen, är strömmen i jordsystemet det som mäts, om de är under, mäts riktningen på impedansen emot kraftledningsmastens topp.



Ovanstående bild visar en typisk impedanskurva beroende på mätmetod. Om vi antar ett nätverk om 10segment, där varje kraftledningsmast har 10ohm jordresistans induktans per steg vid 800uH.

En annan aspekt är att högspännade kraftledningar under drift har strömstörningar som uppkommer på luftjorden. Dessa strömmar är delvis delade av jordsystemet i masterna. Delvis kan dessa strömmar förstöra mätsignalen och störa i området 50Hz och dess multiplar. De kan dock mätas med Ampflex spolrar vid varje mastben. Om någon mastfot skulle ha mycket lägre ström kan detta indikera korrosion. Storleken på strömmen på varje mastfot kan vara mellan 40mA upp till flera A. Det beror på om kraftledningen är i drift eller inte, samt avståndet mellan kraftledningsmasten och transformator.

Om varje mastfots ström jämförs med den totala strömmen på alla fyra, och den totala strömmen är lägre i förhållande till det enskilda värdet på mastfoten, då är jorden bruten eller dålig.

På liknande sätt kan en selektiv mätning av jordresistansen göras passivt. I detta fall är det viktigt att jordspettet placeras på ett tillräckligt avstånd från området som är influerat av jordpotentialen. Vid beräkning av en impedans kan spänning och strömvärden med samma frekvens användas.

Strömmen mäts mellan anslutning (ES) vid kraftledningsmasten samt jordspett (S). Strömmen tas emot av adapter CA6474 (Asel) med hjälp av Ampflex spolarna som är anslutna till den. Generellt induceras sinusformad spänning och ström, både järnvägsfrekvens 16 2/3Hz samt 50 Hz nätfrekvens kan vara ansluten till en kraftledning. Om vi jämför en passiv och en aktiv mätning bör mätfrekvensen vid aktiv mätning vara >20% högre än störningsfrekvensen för att reducera brus.

Under ledning av Professor Fickert, Dr. Schmutzer och Diplom Ing. Hipp vid universitetet i Graz har en studie gjorts som ger detaljerade exempel på mätapplikationer för den nya jordbryggan CA6472 och pylonbox CA6474.

Studien visar att man med denna metod får en hög noggrannhet och repeterbara värden.

Studien kan rekvireras från oss på Tyska.

Artikeln är skriven av Dipl.Ing Thomas Kadecka vid Chauvin-Arnoux Gesmb i Wien, Österrike