

Nyttig å vite om ESD(ElectroStatic Discharge) – elektrostatiske måleinstrumenter

For å kunne utøve effektiv ESD-kontroll må vi ha ulike instrumenter og apparater til rådighet, bl.a. elektrostatiske feltmålere og voltmeterer. Også en ESD Event detektor kan komme til nytte for å detektere skadelige utladninger som vi ellers ikke så lett vil oppdage. Elektrostatiske voltmeterer er ikke så anvendelige innen praktisk ESD-sikring som feltmålerne, men det er likevel greit å ha kjennskap til denne type instrumenter. Hva er egentlig forskjellen mellom feltmålere og voltmeterer? Vanlige multimeterer/voltmeterer duger ikke til måling av statisk elektrisitet, vi trenger berøringsfrie instrumenter som kan måle statiske spenninger på flere tusen volt og som ikke belaster måleobjektet. Håndholdte feltmålere er enkle å bruke og de hjelper oss til å avsløre uønskede oppladbare materialer og gjenstander innenfor et ESD-beskyttet område (EPA). Elektrostatiske felt er årsak til elektrostatisk induksjon og utladninger som kan skade sensitiv elektronikk (ESDS).

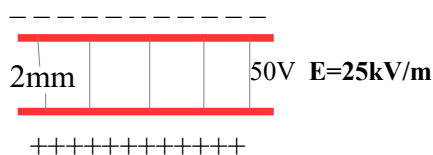
Hvilken type instrument skal vi velge, hvordan fungerer de, hvilke begrensninger har de, og hvordan skal de brukes korrekt? Vi prøver å gi svar.

Hva er et elektrostatisk felt?

Vi skal ikke bry oss med en inngående analyse av elektrostatiske felt men for å være godt forberedt til å jakte på felt i vårt ESD-miljø må vi vite følgende:

Alle oppladede personer og objekter er omgitt av et elektrostatisk felt. Feltet kan være negativt eller positivt, avhengig av om det er overskudd eller underskudd av elektroner i objektet eller personen som er årsaken til feltet. Elektriske felt måles i V/m, formel $E=V/m$.

Hvis f.eks potensialforskjellen mellom platene i en kondensator er 50V og avstanden mellom platene er 0.002m, er absoluttverdien av feltstyrken $50/0.002=25kV/m$.



Bilde 1 Elektrostatisk felt i platekondensator

Felt som omgir isolerende materialer er til større bekymring i ESD-sammenheng enn felt som omgir konduktive materialer. Det er fordi isolerende materialer ikke kan lede strøm og forsøk på jording er dermed nytteløst. De holder på sin ladning etter å ha blitt triboelektrisk oppladet. Kun ionisering kan effektivt eliminere elektrostatiske felt fra slike materialer og gjenstander.

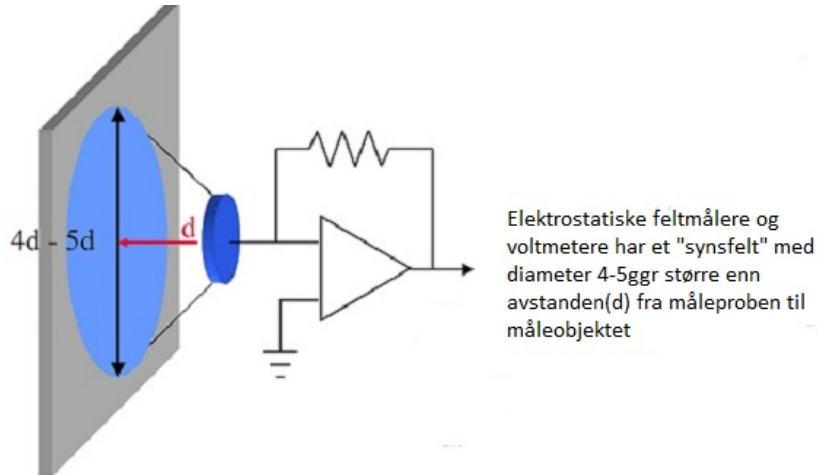
Elektrostatiske feltmålere - hvordan de kalibreres og nøyaktighet

Ved kalibrering av elektrostatiske feltmålere hos produsent tar man utgangspunkt i ei oppladet metallplate, isolert fra jord, med en bestemt størrelse, f.eks. 30x30cm og et bestemt potensial, f.eks. 1000V. Ved å holde proben (sensoren) på feltmåleren i en avstand på f.eks. 2,5cm fra platen, merker man av 1000V på målerens skala. En feltmåler gir altså korrekt avlesning av spenning ved å måle på ei konduktiv plate med omtrentlig samme størrelse og med samme avstand som ble benyttet ved kalibrering. Fordi «synsfeltet» hos feltmålerne har en diameter 4-5ggr større enn distansen til måleobjektet vil alt som detekteres i synsfeltet påvirke måleresultatet., se bilde 2. Er måleobjektet mindre eller mye større enn synsfeltet blir resultatet feil. For å unngå forvrengning av feltet det skal måles på må apparatene være godt skjermet.

En vanlig feiloppfatning er at det er en lineær sammenheng mellom avstand og potensial. Ved å måle fra en annen distanse eller ved å måle på ei flate med en annen størrelse enn under kalibrering, blir måleresultatet i beste fall en unøyaktig tilnærming. Feltemålere måler det elektriske feltet (V/d), ikke spenning i volt. Hva med måling på isolerende flater? På isolerende flater er ladning ujevnt

fordelt, polaritet og overflatespenningen varierer fra punkt til punkt. Det er strengt tatt ikke mulig å fastslå potensialet på en oppladet isolator med en elektrostatisk feltmåler.

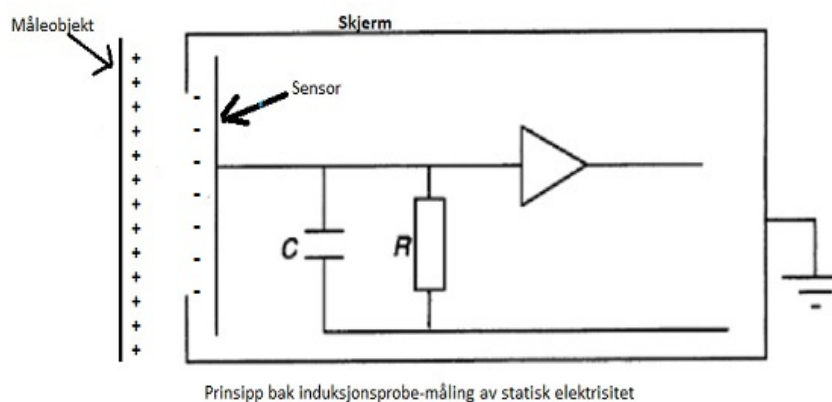
Elektrostatiske feltmålere er ikke særlig egnet til målinger på mindre flater fordi man risikerer elektrostatisk utladning mellom måleobjekt og probe når probe kommer nær inntil objektet.



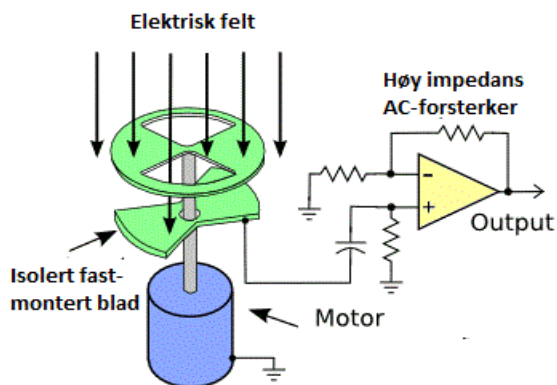
Bilde 2 «Synsfelt» hos elektrostatiske feltmålere og voltmeterer

Hvordan fungerer elektrostatiske feltmålere?

De enkleste og rimeligste målerne fungerer ved å plassere en måleprobe (induksjonsprobe) i en bestemt avstand fra en elektrostatisk oppladet flate, bilde 3. Feltet fra den oppladete flaten forårsaker en ladningsforskyvning (polarisering) i måleproben. Strømmen som flyter pga forskyvningen har en varighet på bare noen brøkdeler av et sekund før den opphører. Den induserte spenningen på probe benyttes for å gi et mål på feltstyrken. Enkle induksjonsprobe-målere er utsatt for drift og uegnet til bruk i ionisert luft i motsetning til feltmølle(chopper stabilized)-instrumenter, se bilde 4. Ionisert luft kan påvirke måleresultatet til det ubrukelige ved at uønsket konduktivitet får strømmer til å flyte mot måleproben og dermed forstyrre målingene. En annen ulempe er at for hver ny måling må de nullstilles mot en jordreferanse for å sikre mot forskyvning av nullpunkt. Uegnet til kontinuerlige målinger.



Bilde 3 Induksjonsprobe-prinsipp



Bilde 4 Feltmølle (chopper stabilized)-prinsipp) benyttes både i elektrostatiske feltmålere og voltmeterer

Feltnålere med bra nøyaktighet fungerer etter feltnølle-prinsippet (chopper stabilized), bilde 4. De har god stabilitet og immunitet mot uønskede signaler i omgivelsene og kan brukes i ionisert luft, flere varianter finnes. De vanligste har en jordet, roterende lukker (ligner på mølleblader) som vekselvis eksponerer og skjermer den fastmonterte, isolerte føleelektroden mot feltet. Strømmen til elektroden varierer i takt med lukkerens rotasjons-hastighet. Vi får en vekselstrøm hvor amplityden er proporsjonal med det elektriske feltet og frekvensen tilsvarer rotasjonshastigheten til lukkeren. Deteksjonen av strømmen utføres av en fasesensitiv forsterker (PSD). Både målere av induksjons- og chopper stabilized type er svært avstands-sensitive. Feltnålere er best egnet til måling på større flater.

Hvilken feltnåler skal jeg velge og hvordan skal de brukes riktig?

Det anbefales å velge en måler som fungerer etter feltnølle-prinsippet (chopper stabilized) pga de fordeler som beskrevet over, se bilde 5 og 6, måleområder fra 0-20kV (digital) og 0-30kV(analog). Begge har analog utgang for tilkobling av opptaksutstyr eller X-Y plotter for dokumentasjon. Den digitale måleren har optisk avstandssensor som indikerer korrekt avstand til objektet, noe som er en forutsetning for realistisk måling. Videre kan tilleggsutstyr tilkobles for test av ioniseringsvifter og måling av kroppsooplading.

Uansett hvilken feltnåler man velger **må både instrument og bruker være jordet når måling utføres**,(gjelder ikke elektrostatiske voltmeterer). Avstand til måleobjekt som beskrevet i instrumentets brukermanual må overholdes. Proben må ikke tilsmusses. Løse gjenstander, f.eks. plastark som ligger på jordplan, kan vise seg å være triboelektrisk oppladet selv om instrumentet viser det motsatte. Det vil du oppdage når arket løftes fra jordplanet. Årsaken er at kapasitansen mot underlaget avtar og spenningen øker. Ha alltid denne formel i tankene når du jakter på felt: $V=Q/C$, V =spenning, Q = ladning, C = kapasitans. Da unngår du å gå i kapasitansfella.



Bilde 5 Analog feltnåler



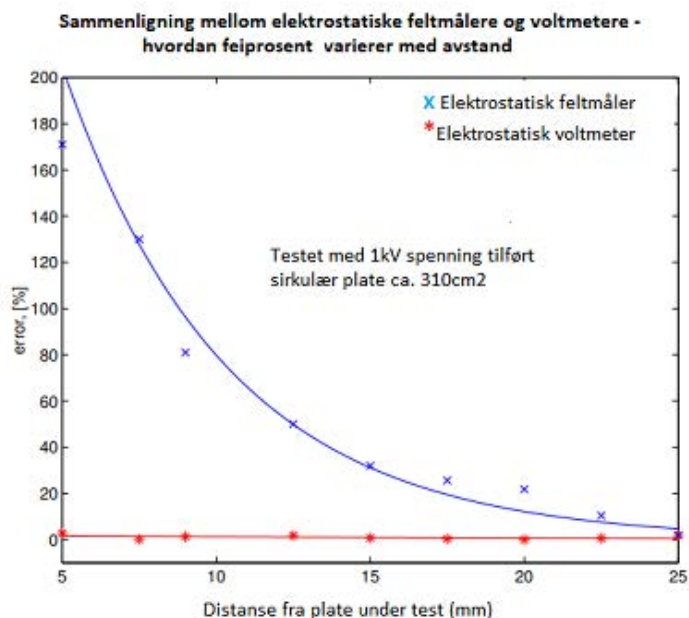
Bilde 6 Digital feltnåler

Elektrostatisk voltmeter

Også elektrostatiske voltmeter har et «synsfelt» som vist på bilde 2. Men virkemåten er forskjellig fra feltmålerne. De måler potensialet direkte, ikke feltet. Det gjøres ved å drive opp spenningen på en måleprobe inntil feltet foran proben er utlignet (=0). Voltmeterets spenning når feltet er utlignet tilsvarer spenningen på objektet det måles på. Fordi potensialet mellom måleproben og målepunktet =0 kan proben plasseres nært inntil målepunktet(1-5mm) uten risiko for gnistoverslag og slik bestemme potensialet på svært små gjenstander med stor nøyaktighet, f.eks. integrerte kretser. Variasjoner i måleavstand påvirker ikke måleresultatet som hos feltmålere, se bilde 8. Elektrostatiske voltmeter er mere kompliserte i konstruksjonen enn feltmålerne og kostbare i sammenligning. De har også flere bruks- områder og kan måle spenninger fra millivolt til flere kilovolt med god nøyaktighet. Voltmeteret som er beskrevet her er av spenningsfølger-type (DC-feedback) som er det mest avanserte. Potensialet på proben følger potensialet på måleobjektet. Andre og rimeligere voltmeter-typer finnes, f.eks AC-feedback.. De har alle til felles at de måler spenning direkte og er derfor ikke særlig påvirket av endringer i avstand til måleobjektet. Alle er godt egnet til målinger både på små og store flater.



Bilde 7 Elektrostatisk voltmeter



Bilde 8 Grafen illustrerer hvordan feilprosenten varierer med avstand mellom probe og testplate

ESD Event Detector

En event detektor skiller seg klart ut fra feltmålere/voltmeter ved at de registrerer en elektrostatisk utladning (ESD) når den skjer og ikke et elektrostatisk felt. I mange situasjoner og på mange steder kan det være svært vanskelig, ja nærmest umulig å avsløre skadelige utladninger uten hjelp av en EED. Det kan være utladninger pga manglende eller dårlig jording, ujordede loddebolter, materialer og verktøy som ikke har bra nok avledningsegenskaper, produksjonsprosesser og mange andre forhold som forårsaker utladninger som kan skade/degradere ESDs. Alle elektrostatiske utladninger inneholder høyfrekvente komponenter i MHz-GHz området. En EED fungerer som en radiomottaker og fanger opp RF-komponentene via sin antenne. Det er mange varianter av detektorene, fra de helt enkle som bare gir fra seg et lydsignal når ESD detekteres til de mere avanserte som viser styrken på utladningen og signaturer som indikerer om det er en HBM (Human Body Model)- eller CDM(Charged Device Model) utladning. Også

triggenivå kan stilles inn og tilkobling av ekstern antenne gjør det mulig å detektere utladninger på steder som kan være vanskelig tilgjengelig eller kanskje for risikable for mennesker å bevege seg inn i. Kontinuerlige målinger over tid er også mulig.



Bilde 9 ESD Event Detector (EED)

Konklusjon

Håndholdte elektrostatiske feltmålere er svært nyttige og uunnværlige instrumenter innen praktisk ESD-sikring. Dessuten er de enkle å bruke. For å ha maks nytte av de må man kjenne til deres begrensninger. På konduktive flater og gjenstander, kan de gi noenlunde korrekte måleresultater forutsatt at avstand til objekt og størrelse på objekt er tilnærmet lik de betingelser instrumentet ble kalibrert under. Videre er det en forutsetning at både bruker og instrument er jordet og at andre felt enn det som skal måles ikke innvirker på målingen. Ved måling på isolerende flater og objekter blir situasjonen en helt annen.. Her blir det nærmest meningsløst å prøve og fastslå noe annet enn at gjenstanden er oppladet og polariteten. Avleste måleverdier er gjerne tilfeldige og uklare. Feltmålere kalles field locators på engelsk. Det er vel nettopp her de har sin verdi, lokalisering av felt og ikke for presise målinger på felt.

Elektrostatiske voltmeterer er relativt kostbare presisjonsinstrumenter med flere bruksområder enn feltmålerne og er mere kompliserte både i bruk og konstruksjon. Derfor er de ikke så «populære» innen praktisk ESD-sikring.

ESD Event Detektorer (EED) er utvilsomt fordelaktige i et produksjonsmiljø fordi uoppdagede utladninger (ESD) kan forringe produktkvalitet etc. og dermed få betydelige negative følger, både økonomisk og anseelsesmessig.