

VlambogenZX ronde 26 mei 2019

Wij worden nog al eens geconfronteerd met kortsluitingen waarvan de oorzaak onduidelijk is. Het is gebruikelijk wanneer installatiedelen onder spanning gebracht worden er een isolatiemeting wordt uitgevoerd. Het zogenaamde meggeren. In LS installaties is de meetspanning 500V of 1000V afhankelijk van de te meten installatieonderdelen.

Ondanks de uitgevoerde isolatiemeting kan het voorkomen dat bij inschakeling van de spanningsbron toch een kortsluiting ontstaat. Bij Hoogspanning installatie worden de kabels ook getest op isolatieweerstand bijvoorbeeld bij een 10kV netwerk wordt de kabel gespannen met een regelspanning tot 15 kV bij enkele mA gedurende een kwartier.

Ook in kunststof hoogspanningkabels vinden spontane kortsluiting plaats niet altijd bij inschakelen maar ook later als deze kabels al een tijdje onder spanning gestaan hebben.

Hoe kan dit nu, een van de oorzaken is ionisatie van de lucht rondom de geleiders. Maar in het geval van de kunststof kabel zijn de geleiders omsloten door kunststof isolatie materiaal. Meestal gevulkaniseerd polyetheen (XLPE). Installatievoorschriften volgens de EN NEN3620.

Polyethyleen is sterk, slijtvast en relatief goedkoop. Afhankelijk van de gebruikte grondstoffen, kan polyethyleen worden belast tot een temperatuur van tussen de 70 en de 90 graden Celsius.

In het fabricage proces kan het voorkomen dat er kleine luchtbelletjes ontstaan in het polymeer. Dit schijnt niet helemaal te voorkomen te zijn met als gevolg dat soms die kleine luchtbelletjes geïoniseerd worden en voor een interne kortsluiting zorgen in een 3 fase hoogspanningskabel.

Kortsluiting in kabels door dit soort effecten en graafwerkzaamheden zijn de grootste oorzaak van stroomstoringen.

Ionisatie

Lucht is geen perfecte isolator - met veel vrije elektronen en ionen onder normale omstandigheden.

In geval van een elektrisch veld tussen twee geleiders met als isolatie lucht, zullen de vrije ionen en elektronen in deze lucht een kracht ervaren. Door dit effect worden de ionen en vrije elektronen versneld en in de tegenovergestelde richting verplaatst.

De geladen deeltjes botsen tijdens hun beweging met elkaar en ook met langzaam bewegende ongeladen moleculen. Het aantal geladen deeltjes neemt dus snel toe. Als het elektrische veld sterk genoeg is, zal er een diëlektrische verdeling van de lucht optreden en zal er een vlamboog ontstaan tussen de geleiders.

Vele mensen denken dat lucht geen elektrische geleider is maar niets is minder waar wanneer lucht bloot gesteld wordt aan een grote lading elektriciteit zal de lucht deze elektriciteit doorlaten en dus kunnen we stellen dat lucht een geleider is.

De ionisatie van lucht rond een geleider is gevaarlijk omdat deze een onzichtbaar ontladingspad kan vormen. Dicht bij scherpe punten van de constructie die onder spanning staat, ontstaan hoge veldsterktes waardoor de lucht daar ioniseert.

De lading tegengesteld aan die van de geleider wordt naar de geleider getrokken en afgevoerd, waardoor een wolkje geleidend gas om het scherpe punt heen ontstaat met de potentiaal van de geleider. Dit geleidende wolkje schermt vervolgens de scherpe punt als het ware af, waardoor de veldsterkte daalt en verdere coronavorming stopt.

Een ieder die zijn vinger of een ander geleidend object in dit wolkje steekt, komt in contact met de geleider. Dit valt te vergelijken met het direct aanraken van de geleider en kan levensgevaarlijk zijn.

Ook een zeer kortdurende elektrische stroom die door een kanaal van geïoniseerd gas heen gaat wordt een vonk genoemd. Het kanaal ontstaat door een kettingreactie van versnellende elektronen in een elektrisch veld die gasmoleculen kunnen ioniseren. Doordat na de ionisatie twee vrije elektronen overblijven die elk weer worden versneld door het elektrische veld en weer nieuwe atomen kunnen ioniseren kan een kettingreactie optreden.

Als door het ladingstransport het potentiaalverschil te klein wordt stopt de kettingreactie en daarmee de geleiding. Een vlamboog is een kanaal van geïoniseerd gas waardoor de elektrische stroom wordt geleid. Door botsingen van de elektronen worden steeds weer nieuwe elektronen vrijgemaakt, zodat de vlamboog in stand blijft, zolang de elektrische verschil spanning voldoende hoog is.

Dat is overigens ook alleen maar logisch omdat juist daar waar de vonk passeert de lucht geïoniseerd is en dus relatief goed geleidt. Zo is het voor die vonk voordeliger om via een opstijgende bocht van relatief goed geleidende lucht door te lopen, in plaats van via een kortere pad door ongeïoniseerde lucht.

Elektrische veldsterkte

Bij het naderen van een spanningvoerende geleider kan de spanning overslaan. Dit komt doordat de elektrische veldsterkte hoger wordt dan de diëlektrische sterkte van de lucht. Anders gezegd; de spanning wordt per millimeter lucht hoger dan deze kan weerstaan

Voor de elektrische veldsterkte E (kV/cm) wordt de formule aangehouden $E = U / d$ ofwel

Veldsterkte is spanningverschil gedeeld door de afstand. De berekening is afhankelijk van de vorm van de elektroden.

Uit berekening blijkt dat in de lucht doorslag optreedt bij 23kV/cm met vlakke elektroden. Hier moet rekening gehouden worden met de RV, luchtdruk en lucht temperatuur van de omringende lucht.

In de hoogspanning techniek wordt daarom ook 24kV aangehouden als hoogste spanning voor het blusmedium van een hoogspanning schakelstation.

De vlamboog energie wordt bepaald door het kortsluitvermogen van de bron en de lijnspanning. Uit het berekenen van het vlamboog vermogen volgt de veilige afstand voor de bedrijfsvoering aan elektrische installaties.

Deze afstand is nodig omdat de stroom tijd beveiliging in het elektrische circuit niet snel genoeg is om een vlamboog te voorkomen.

In 10 kV installaties wordt 50 mm afstand aangehouden tussen blanke delen van de onderlinge geleiders en de blanke delen met massa.