

ZX Ronde 14 augustus 2011

Hoogspanning en veiligheid

Er is een kenmerkend verschil tussen laagspanning en hoogspanning. Er zijn natuurkundige effecten die pas optreden boven een bepaalde spanning. In de normen is de grens tussen laagspanning en hoogspanning vastgesteld op 1000 V wisselspanning en 1500 V gelijkspanning.

Normen voor elektrische bedrijfsvoering

Een aantal jaren geleden zijn er afspraken gemaakt om binnen de 18 aangesloten EU landen dezelfde normen te gaan hanteren.

Deze norm heet de NEN-EN 50110 en bevat de essentiële richtlijnen voor de bedrijfsvoering in relatie met een elektrische installatie.

Deze norm heeft alles te maken met het beveiligen van mens en dier tegen de gevaren van elektriciteit

Voor de bedrijfsvoering hebben een aantal landen een paar eigen regels toegevoegd aan de norm die gelden in eigen land.

Zo ook in Nederland, voor de bedrijfsvoering voor laagspanning en hoogspanninginstallaties hebben we twee Nederlandse normen.

- voor laagspanninginstallaties de norm NEN 3140
- voor hoogspanninginstallaties de norm NEN 3840.

In de omgang met laagspanning en hoogspanning zitten een paar essentiële verschillen. Deze hebben ook alles te maken met veiligheid. De installaties zijn dan verschillend van opbouw. Denk daarbij vooral aan schakelinstallaties, kabels en leidingen. De grote verschillen zitten met name in het soort van isolatie en de veilige afstand.

Bij hoogspanning is het niet noodzakelijk om contact te maken met een spanningvoerende geleider, om een stroom door het lichaam te krijgen. Bij het naderen van een spanningvoerende geleider kan de spanning overslaan. Dit komt doordat de elektrische veldsterkte hoger wordt dan de diëlektrische constante van de lucht. Anders gezegd; de spanning wordt per millimeter lucht hoger dan deze kan weerstaan.

Een algemene vuistregel voor de veilige afstand = 1 kV / cm in lucht.
De diëlektrische constante van de lucht is 1,0006. De diëlektrische constante wordt tegenwoordig ook wel permittiviteit genoemd.

Verschillen in Schakelinstallaties

In laagspanninginstallaties kennen we enkelpolige schakelaars, dubbelpolige schakelaars, lastschakelaars, vermogensschakelaars, installatieautomaten, magneetschakelaars enz. De constructie van de schakelaar hangt af van de toegelaten nominaal stroom en het maximale kortsluitvermogen waartegen hij bestand moet zijn.

Er zijn schakelaars waarmee op een kortsluiting ingeschakeld kan worden maar die hebben dan ook een bluskamer. Denk hierbij aan vermogensschakelaars en de installatieautomaat in de meterkast.

Bij hoogspanningsschakelaars ontstaan vlambogen voordat er geschakeld wordt. Immers de overslag vindt al plaats voordat de schakelaar fysiek gesloten is. Dit vergt dus een totaal andere constructie dan de schakelaars die in laagspanningsinstallaties worden gebruikt. Er zal een blusmiddel aanwezig moeten zijn om de vlamboog te doven.

Vroeger werd hiervoor olie gebruikt maar tegenwoordig gebruikt men SF₆ gas en vacuüm schakelbuizen. SF₆ gas is een CO₂ gas en om milieu redenen wil men dit niet meer in de lucht hebben. Vacuüm schakelbuizen zijn milieu vriendelijk maar zijn nog niet voor de grote installaties beschikbaar.

Het principe van vacuüm kennen we van de vacuüm condensatoren welke gebruikt worden om een magnetic loop af te stemmen. Het principe is hetzelfde, het voorkomen dat vlambogen ontstaan.

Bij hoogspanning schakelaars zijn de spanningen hoog en de stromen relatief laag.

Verschillen in schakelprocedures

Laagspanningschakelaars worden ingeschakeld nadat de installatie is gecontroleerd en nadat gemeten is of de isolatieweerstand hoog genoeg is.

De schakelprocedure van hoogspanningschakelaars is een heel andere. In de hoogspanning bedrijfsvoering is een uitgebreide procedure voor het inschakelen en uitschakelen van installatiedelen.

Bijvoorbeeld voor het uitschakelen gaat de procedure als volgt.

- Afschakelen van de schakelaar
- Scheiden door middel van een railscheider
- Meten van spanningsloosheid
- Aarden door middel van een aarding schakelaar aan de kabelzijde.
- Voorkomen van wederinschakelen door plaatsen van een persoonlijk hangslot over het inschakelmechanisme van de schakelaar.
- Bordje plaatsen (“ Verboden te schakelen “)

Uitvoering hoogspanning schakelveld

Een hoogspanningschakelveld is voorzien van een schakelaar, scheider, aardingschakelaar en een mogelijkheid om spanning te meten. Het meten van hoogspanning gebeurt d.m.v. een zogenaamd capacitief beleg. Hiermee wordt via een capaciteit wat spanning afgenomen van de hoogspanning geleiders.

Wat betreft het aarden, dit is een noodzakelijke handeling want door de hoge spanningen worden kabels opgeladen als een condensator.

Bij aanraking kan de ontladspanning net zo dodelijk zijn als de werkspanning.

Nu even naar onze hobby.

We gebruiken nog steeds lineaire versterkers met buizen waarbij een hoogspanningvoeding hoort.

Deze hoogspanning wordt gemaakt d.m.v. een transformator met verdubbeling of kwadrateren van de secundaire trafo spanning. Het resultaat is meestal hoger dan 1500 VDC dus gedefinieerd volgens de norm als hoogspanning. In het hoogspanningcircuit is geen schakelaar opgenomen omdat deze primair in de 230 volt voeding wordt geschakeld. Voor de veiligheid is er bij commerciële versterker soms een zogenaamde safty lock schakeling opgenomen welke bestaat uit een schakelaar aan massa welke een bleeder weerstand schakelt om de afvlak condensatoren te ontladen.

Ook zijn er geen zekeringen opgenomen in het secundaire trafocircuit of in het hoogspanning DC circuit. Bij kortsluiting of overbelasting zal de primaire trafobeveiliging goed moeten functioneren anders is de schade aanzienlijk. Een ander aspect is de veiligheid, het is levensgevaarlijk om zonder kennis van zaken aan deze versterker te gaan werken met de spanning erop. Het aanrakingsgevaar is groot omdat meestal de vereiste veilige afstand ontbreekt.

Veiligheidsmaatregelen bij reparatie van de lineaire versterker

Er moeten wel een paar veiligheid maatregelen genomen worden als bijvoorbeeld de buizen vervangen moeten worden. Bijvoorbeeld:

- Versterker uitschakelen en stekker uit de wandcontactdoos
- Safty-lock inschakelen daardoor ontladen de afvlakcondensatoren
- Spanningloosheid aantonen door te meten
- Extra veiligheid anodeaansluitingen van de buizen aarden d.m.v. een aarde draad naar massa.

Een goed veiligheidsmiddel is om de versterker apart te aarden (vereffenen) aan een aard / vereffening rail in shack. Zo ontstaat geen potentiaal verschil zelfs niet als de stekker uit de wandcontactdoos is.

Overeenkomsten met de procedure uit de norm NEN 3840

De veiligheidsmaatregelen die bij de buizen lineair genomen hebben komen sterk overeen met de procedure volgens de norm NEN 3840

- We hebben de spanning afgeschakeld d.m.v. de schakelaar.
- We hebben een scheiding aangebracht door de stekker uit de wandcontactdoos te halen.
- We hebben de afvlakcondensatoren ontladen via aarde / massa.
- We hebben spanningsloosheid aangetoond door te meten.
- We hebben zelfs de anodeaansluitingen geaard.

Een maatregel tegen wederinschakelen hebben we niet genomen maar door de uitgenomen stekker is de lineair zichtbaar gescheiden van de 230 volt aansluiting hebben we toch een hoge mate van veiligheid gecreëerd. Eigenlijk hebben we gewoon de procedure volgens de norm gevolgd!!!

Laagspanning en hoogspanning kabels

Er is een groot verschil tussen hoogspanning en laagspanning kabels.

Het geleidermateriaal is voor beiden koper of aluminium.

Het verschil zit met name in de isolatie, de afstand tussen geleiders, de verwerking, het beproeven enz.

Verdere verschillen zijn, de buitenmantel van een hoogspanningskabel is rood en van een laagspanningskabel grijs.

Kunststof hoogspanningskabels moeten voldoen aan de norm NEN3620, deze is speciaal ontwikkeld voor dit soort kabels om de kwaliteit van productie, aanleg en gebruik te borgen.

Zwevende netten

Een ander groot verschil tussen het transport van hoogspanning en laagspanning is het gebruikte stroomstelsel.

In de laagspanningnetten wordt in de kabel drie fase geleiders, een Nul en de PE geleider meegevoerd afhankelijk van het gebruikte stelsel.

Hoogspanningsnetten zijn veelal zwevend in de kabel worden alleen drie geleiders meegevoerd of alle drie de fasegeleiders worden in single kabel uitgevoerd.

Kabel-Isolatie

Bij laagspanningskabels wordt veelal PVC gebruikt als isolatie gebruikt en bij hoogspanningskabels teflon (Polyetheen PE). Dit heeft weer te maken met de diëlektrische constante van het isolatiemateriaal.

Ook isolatie materialen hebben een diëlektrische constante. Bijvoorbeeld in coaxkabels als RG 213 wordt Polyethyleen (PE) gebruikt met een *Er* waarde van 2,3. Maar hier is deze waarde vooral belangrijk voor het bepalen van de karakteristieke impedantie