

Aarding deel 2

Algemeen

In het eerste deel heb verteld over veiligheidsaarding NEN 1010 en aarding t.b.v. de bliksembeveiliging NEN 1014.

Vandaag wil ik iets vertellen over het gebruik van aarding in medische gebruikte ruimten en t.b.v. EMC problematiek

Aarding in medisch gebruikte ruimten

Aardingsvoorzieningen in medische gebruikte ruimten bestaan uit twee delen:

- . Veiligheidsaarding zoals bedoelt in de NEN 1010 voor het verlagen van de aardcircuit weerstand t.b.v het afvoeren van de aardfoutstromen.
Bij gebruik van aardlekschakelaars van 30mA $R_a = < 166 \text{ Ohm}$
- . Potentiaalvereffening tussen onderlinge medische apparaten en elektrische voorzieningen.

De aard van de handelingen in een medisch gebruikte ruimte bepaalt in belangrijke mate de risico's ...die gepaard gaan met het gebruik van medische elektrische apparatuur en technische voorzieningen.

Afhankelijk van de mate van het elektrisch geleidend contact, ..uitwendig of inwendig met de patiënt, moeten er meer beschermende maatregelen worden genomen.

Er is dus een directe relatie tussen de medische handelingen die in een ruimte kunnen worden uitgevoerd..... en het veiligheidsniveau van de installatie.

De classificatie van deze ruimte is aangegeven in de norm NEN 1010:2007+C1:2008 rubriek 710, hierin worden medisch gebruikte ruimten ingedeeld in de Klasse 0, 1, 2 en 3.

Classificatie op basis van algemene kenmerken

De classificatie van een medisch gebruikte ruimte moet plaatsvinden in overeenstemming met de medische staf, de betreffende gezondheidsinstantie of de instantie die verantwoordelijk is voor de veiligheid van het personeel.

Classificatie.

Klasse 0

Medisch gebruikte ruimte niet bedoeld voor het gebruik van patiëntendelen waarbij sprake is van galvanisch contact.

Eindgroepen moeten zijn voorzien van een aardlekschakelaar van ten hoogste 30mA. De aanraakspanning mag ten hoogste 50VAC zijn

Veiligheidsaarding conform NEN 1010. (b.v. Spreekkamers)

Klasse 1

Medisch gebruikte ruimte bedoeld voor het gebruik van patiëntdelen waarbij sprake is van galvanisch contact:

Uitwendig, of inwendig in enig deel van het lichaam.

Eindgroepen moeten zijn voorzien van een aardlekschakelaar van ten hoogste 30mA. De aanraakspanning mag hier niet groter dan 25 VAC zijn.

Veiligheidsaarding conform NEN 1010.

- Aanvullende potentiaalvereffening binnen het patiëntengebied

- Minimaal 1 potentiaalvereffeningpunt per ruimte.

(b.v. onderzoekkamers, behandelkamers enz)

Een potentiaal vereffening aansluitpunt is een aansluiting in de nabijheid van een wandcontactdoos waarin een potentiaalvereffening snoer kan worden aangesloten. Dit aansluitsnoer wordt aangesloten tussen het potentiaal vereffening aansluitpunt en de medische apparatuur.

Het aansluitsnoer is geel/groen van kleur en heeft een kerndoorsnede van 6mm²

Klasse 2

Medisch gebruikte ruimte bedoeld voor:

Vitale handelingen waarbij netspanningonderbreking (uitval) levensbedreigend kan zijn en/of handelingen waarbij sprake is van een elektrische geleider (galvanisch contact) tot in de lichaamsvloeistoffen.

Alle eindgroepen moeten zijn aangesloten achter een MES transformator.

De aanraakspanning mag ten hoogste 100mV zijn en de aardlekstroom < 5mA.

- Veiligheidsaarding conform NEN 1010.

- Aanvullende potentiaalvereffening binnen het patiëntengebied d.m.v. een vereffeningsstelsel

- Aantal vereffeningpunten is minimaal 50% van het aantal wandcontactdozen.

*- Weerstand tussen onderlinge vereffeningpunten en centrale aardrail < 0,1 Ω
(b.v. Speciale behandelkamers, Urologie, KNO kamer, verloskamer enz.)*

Klasse 3

Medisch gebruikte ruimte bedoeld voor handelingen conform klasse 2 maar waarbij tevens sprake is van een elektrische geleider (galvanisch contact) tot aan of in het hart, waarbij de geleider buiten het lichaam toegankelijk is.

Alle eindgroepen moeten zijn aangesloten achter een MES transformator.
De aanraakspanning mag ten hoogste 10mV zijn en de aardlekstroom $< 5\text{mA}$.

- *Veiligheidsaarding conform NEN 1010.*
- *Aanvullende potentiaalvereffening binnen het patiëntengebied d.m.v. een vereffeningssysteem*
- *Aantal vereffeningpunten is minimaal 50% van het aantal wandcontactdozen.*
- *Weerstand tussen onderlinge vereffeningpunten en centrale aardrail $< 0,1 \Omega$*
- *Vreemde geleidende delen en vaste aanraakbare metalen delen moeten geïsoleerd zijn opgesteld ten opzichte van de gebouw constructie. $R \text{ tot } > 3 \text{ k}\Omega$*

Gebruik b.v. operatiekamer, Angiokamer, katherisatie kamer, en crasch room eerst hulp

Note 1

In een klasse 2 en 3 ruimte worden de eindgroepen achter een scheidingstrafo aangesloten.

We hebben het hier dus over een zwevend net waarbij fase en nul niet gedefinieerd worden.

In een klasse 0 en 1 wordt een eindgroep afgeschakeld bij een aardfout groter dan 30mA.

In een klasse 2 en 3 wordt de aardfout per eindgroep gesignaleerd op een alarm paneel wanneer deze groter gaat worden dan 5 mA.
Dit wordt gedaan door een zogenaamde impedantie- of aardfoutbewakingsysteem.

De 5mA aardfoutstroom is de aardfout som van de aangesloten medische apparatuur.

Note 2

Momenteel is er een discussie opgang gekomen over de toepassing van aardlekschakelaars van 10 mA type B. Dit wordt voorgesteld vanuit het ministerie van VROM.

De norm commissie is hierop tegen omdat dit in de betreffende risicoklassen van de medische ruimten veel te gevaarlijk wordt gevonden.
Dit vanwege het risico van spanningsuitval bij een eerste aardfout.

Wat betreft de genoemde norm NEN 1010:2007+C1:2008 ...:
Deze is in de staatscourant Nr.91 van 19 mei 2009 aangewezen en met ingang van 21 mei 2009 van kracht geworden.

Ontwikkeling wordt vervolgd

EMC en aarding

Het onderwerp EMC is inmiddels behoorlijk beladen geworden omdat de gebleken is dat de CE richtlijnen, normen enz. te ruim zijn voor ontvangapparatuur van zendamateurs.

Dit is een gegeven waar ik het niet over wil hebben.

Aarde als riool voor storingen

De klassieke opvatting is dat je met een schone aarde stoorstromen kan laten afvloeien naar aarde waarbij de spanning op de aardingsinstallatie 0 V ..blijft. We kunnen dit voorstellen als een steeds breder wordend pad naarmate je dichter bij aarde komt.

In de praktijk wordt dat vertaald in een toenemende doorsnede van de aardkabel in de richting van de aarde.

Zo zou de aarde beschouwd kunnen worden als een soort riool voor storingen.

Bij een beter beschouwing van dit concept blijkt er iets fundamenteel mis te zijn. Neem als voorbeeld een zeer eenvoudig circuit. Een batterij met een lampje. Als het lampje moet kunnen branden zijn er twee draden nodig om een gesloten kring te vormen.

Pas dan kan er een stroom lopen en zal het lampje branden.

Dit lijkt een vreselijke open deur. Maar waarom is dit logisch en wordt er toch gedacht dat een aardingsinstallatie een stroom kan laten lopen in een circuit met maar één aansluitdraad?

Hoe werkt een aardingsinstallatie dan wel als bestrijder van storingen? Storingen worden uitgewisseld tussen apparaten via verbindende bekabeling. Dat kan de netvoeding zijn, maar ook één of meer data- of telecomkabels.

De aarddraad tussen de apparaten zorgt voor een retourpad voor deze stromen zodat ze geen hoge spanningsopbouw veroorzaken. Dat wil zeggen dat de aardleidingen dus dikker moeten zijn tussen apparaten die veel storingen uitwisselen en dat in de richting van de aarde de kabel steeds dunner kan worden.

Tussen het laagste knooppunt en de aarde loopt vrijwel geen stroom meer en is de verbinding alleen maar bedoeld om (DC) potentiaalvereffening te krijgen tussen verschillende systemen die verschillende aardelektroden hebben.

Scheiden van aardingsystemen

We willen aardingen graag gescheiden houden omdat we de storingen die we op de beschermingsaarde verwachten niet op de schone aarde terug willen zien. Aan de andere kant proberen we alle aardingsystemen zo laagohmig en laagimpedant mogelijk te maken. Dat wil zeggen dat we streven naar een zo klein mogelijke weerstand tussen de aardkabel en de zogenaamde “verre aarde”. Hierbij wordt de verre aarde gezien als een onuitputtelijk reservoir van elektronen. Technisch is dat te vertalen in: de verre aarde is een ideale geleider zonder weerstand of impedantie.

Modernere aardingsystemen onderkennen dit probleem al.

Er wordt dan gekozen voor één laagimpedant aardingsstelsel, zoals een fundatieaarding. Deze aarde is dan beschikbaar op een hoofdaardrail bij de hoofdverdeelinrichting.

Vanaf die aardrail worden zowel beschermingsaardingen als schone aardingen afgetakt. Hierbij geldt dezelfde filosofie als bij schone computergroepen van de netvoeding: de impedantie is bij de hoofdverdeling zo laag dat er geen spanningsopbouw plaats kan vinden.

Op dat punt is de aarde dan per definitie schoon. Vanaf de hoofdaardrail worden de aardingen stervormig uitgelegd naar de verschillende apparaten.

Dit is al een veel beter systeem dan het vorige. Toch zijn alle problemen hiermee niet opgelost.

Vermijden van aardlussen

Het aardingsconcept gaat er in de vorige opzet nog steeds vanuit dat de aardingen maar op één plaats met elkaar zijn verbonden en dat er bij de apparaten geen verbindingen tussen de aarddraden zijn.

Zoals er vroeger steeds op werd gehamerd:

GIJ ZULT GEEN AARDLUSSEN MAKEN!

Praktijk voorbeeld

Als we een installatie met twee computers, beide op het 230V net met een beschermingsaarde aansluiten en deze verbinden met een netwerkkabel.

Lijkt het inderdaad zowel voor de aarde als het 230V net dat het keurig stervormig is aangelegd.

Wat gemakshalve wordt vergeten is dat alle geleiders die min of meer bij elkaar in de buurt komen samen een (kleine) condensator vormen.

Dat geldt bijvoorbeeld voor de PE draden en de datakabel,

Deze condensatorpjes worden zijn parasitaire capaciteiten die niet zijn te vermijden.

Een condensator vormt een geleider voor hoogfrequent stromen. Hoe kleiner de condensator hoe hoger de minimale frequentie die er nog doorkomt.

Dit effect houdt in dat voor hoge frequenties (waar de meeste storingen zitten) er gewoon een verbinding bestaat via elke parasitaire capaciteit. In de praktijk wil dat zeggen dat, zeker voor hogere frequenties inductielussen in het aardingsstelsel en het elektriciteitsnet niet zijn te voorkomen.

Doordat de lussen niet als zodanig worden herkend zijn ze vaak erg groot en leveren ze veel problemen op.

Moderne aarding

Als we aardlussen dan niet kunnen voorkomen, hoe kunnen we dan verhinderen dat ze storingsproblemen opleveren?

De oplossing is het beheersen van aardlussen.

Door aardlussen te herkennen en ze bewust klein te maken wordt ook de storing, die door de aardlus wordt veroorzaakt, verkleind. Het beheersen van aardlussen kan op een aantal manieren, die ook door elkaar kunnen worden gebruikt:

- door het tweezijdig aarden van afschermingen
- door verbeteren van de kabeltracés
- door vermazing van de aardingsinstallatie
- door het toepassen van een hybride aardingsstelsel

Tweezijdig aarden van afschermingen

In het kader van het voorkomen van aardlussen is ons altijd geleerd dat een afscherming van een kabel maar aan één zijde met aarde mocht worden verbonden.

In het vorige is aangetoond dat voor hoge frequenties isolatie niet goed werkt.

Er is altijd een parasitaire capaciteit aanwezig die de lus sluit. Verder zal een open lus hetzelfde veld omsluiten als een gesloten lus.

Hierdoor ondervindt een open lus ook een inductie.

Er kan voor lagere frequenties weliswaar geen stroom lopen, maar er wordt over het open uiteinde van de afscherming wel een stoorspanning opgebouwd.

In veel gevallen is deze stoorspanning veel hinderlijker dan een stoorstroom die door de afscherming van een goede afgeschermd kabel loopt.

De enige manier om deze effecten in de hand te houden is de afscherming aan twee zijden te aarden.

Afhankelijk van de kwaliteit van de afgeschermd kabel (de transferimpedantie) wordt een deel van de stoorstroom door de afscherming teruggevonden op de aders van de kabel.

Wordt een dubbel afgeschermd kabel gebruikt, met tussen de gevlochten afscherming en de aders nog een afschermfolie, dan wordt de buitenmantel aan twee zijden geaard en de folie aan één zijde. Bij de afschermfolie geeft eenzijdig aarden geen probleem omdat het omvatte stoorveld binnen de kabel tussen afscherming en folie minimaal is.

De afscherming werkt als een soort "kooi van Faraday". Zitten er in een meeraderige kabel aders of aderparen die storingen kunnen veroorzaken in andere aderparen, dan kan het nodig zijn ook de afschermingfolies tweezijdig aan te sluiten.